

# Ингаляционная анестезия

Стрижак М.И.



# Желаемые эффекты анестезии

- Седация
- Амнезия
- Анальгезия
- Обездвиженность в ответ на болевую стимуляцию
- Мышечная релаксация

# Ингаляционная анестезия

## Достоинства

- Безболезненная индукция в наркоз
- Хорошая управляемость глубиной анестезии
- Низкая угроза сохранения сознания во время анестезии
- Предсказуемый быстрый выход из анестезии

## Недостатки

- Относительно медленная индукция
- Проблемы стадии возбуждения
- Угроза развития обструкции дыхательных путей
- Высокая стоимость (при использовании традиционной анестезии с высоким газовым потоком)
- Загрязнение воздуха операционной

# История ингаляционной анестезии

- Диэтиловый эфир синтезирован в 8 веке н.э. арабский философ **Jabir ibn Nauyam**, в Европе был получен в 13 веке алхимиком **Raymond Lully**
- Закись азота синтезировал в 1773 г. английский священник **Joseph Priestley**
- Были известны анестетические и анальгетические свойства этих веществ, однако на протяжении нескольких столетий использовался только время от времени в качестве терапевтического лекарства (при болезненных заболеваниях)

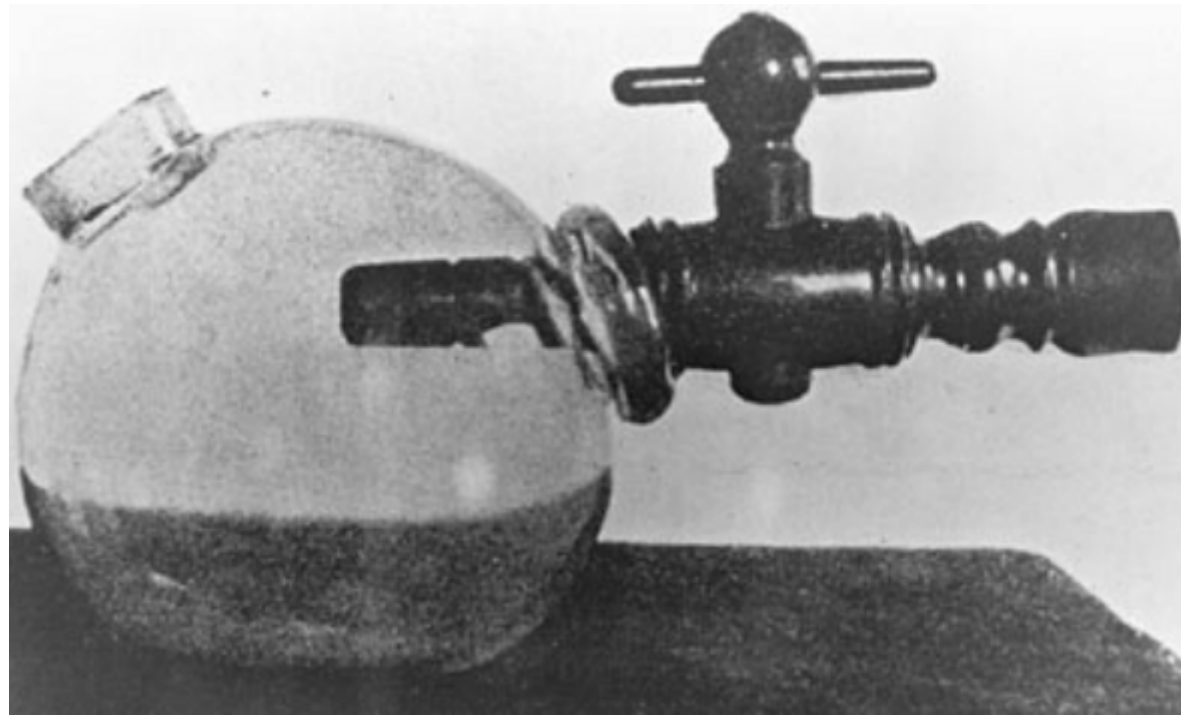
# История ингаляционной анестезии

- Начало **19** века ознаменовалось несколькими прорывами в использовании ингаляционной анестезии
- Английский хирург **Henry Hill Nickman** с целью облегчения боли у животных (мыши и собаки) использовал высокие концентрации углекислого газа
- **William E. Clarke**, студент-медик из Рочестера (США) в январе **1842** году первым использовал эфир для анестезии при хирургической операции (удаление зуба)
- Несколько месяцев спустя хирург **Crawford Williamson Long** (США) использовал эфир с целью анестезии при удалении двух небольших опухолей на шее у пациента, боявшегося боли

# История ингаляционной анестезии

- В **1844** г. американский дантист **Horace Wells** испытал воздействие закиси азота при удалении зуба
- В **1846** г. американский дантист **William Thomas Green Morton** впервые произвел публичную демонстрацию эфирного наркоза при операции удаления гемангиомы на шее хирургом **John Collins Warren**






## Второе поколение ингаляционных анестетиков

- В **1847** году **James Young Simpson** английский врач акушер впервые использовал хлороформ для облегчения болевого синдрома при родах
- В **1894** и **1923** г.г. произошло во многом случайное внедрение в практику хлорэтила и этилена
- Циклопропан был синтезирован в **1929** и внедрен в клиническую практику в **1934** г.
- Все ингаляционные анестетики того периода были взрывоопасны за исключением хлороформа, гепатотоксичность и кардиотоксичность которого ограничивало его применение в клинической практике

# Эра фторированных анестетиков

- Вскоре после второй мировой войны началось производство галогенизированных анестетиков
- В **1954** г. был синтезирован **fluroxene** первый галогенизированный ингаляционный анестетик
- В **1956** г. появился галотан
- В **1960** г. появился метоксифлюран
- В **1963-1965** г.г. были синтезированы энфлюран и изофлюран
- В **1992** г. началось клиническое использование десфлурана
- В **1994** г. в клиническую практику внедрен севофлюран.
- Ксенон был впервые экспериментально применен в **50-е** годы **20** века, однако до сих пор не пользуется популярностью из-за чрезвычайно высокой стоимости



Наиболее часто используемые в настоящее время ингаляционные анестетики

- Галотан
- Изофлюран
- Десфлюран
- Севофлюран
- Закись азота

# 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 ( $F_A$ ) 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 ( $F_i$ ). Она зависит от следующих факторов:
  - 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

# Факторы, влияющие на элиминацию анестетика из альвеол

- 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



## Факторы, влияющие на элиминацию анестетика из альвеол

- Разница между парциальным давлением анестетика в альвеолярном газе и венозной крови
  - Зависит от поглощения анестетика тканями
  - Определяется растворимостью анестетика в тканях и тканевым кровотоком

# Влияние вентиляции/перфузии легких на скорость индукции

- Вентиляция < перфузии (внутрилегочный, внутрисердечный шунт)
  - Кровь, проходящая через шунт, «разбавляет» кровь, прошедшую через альвеолы
  - Индукция замедляется
- Вентиляция > перфузии
  - Уменьшается элиминация анестетика из альвеол, увеличивается  $F_A$
  - Индукция ускоряется

# Свойства идеального ингаляционного анестетика

- Достаточная сила
- Низкая растворимость в крови и тканях
- Устойчивость к физической и метаболической деградации, отсутствие повреждающего действия на органы и ткани организма
- Отсутствие предрасположенности к развитию судорог
- Отсутствие раздражающего воздействия на дыхательные пути
- Отсутствие или минимальное влияние на сердечно-сосудистую систему
- Экологическая безопасность (отсутствие влияния на озоновый слой земли)
- Приемлемая стоимость

# Сила ингаляционного анестетика

- Идеальный ингаляционный анестетик позволяет проводить анестезию с использованием высоких концентраций кислорода (и низкой концентрацией ингаляционного анестетика)
- Минимальная альвеолярная концентрация (МАК) – это альвеолярная концентрация ингаляционного анестетика, которая предотвращает движение у 50% больных в ответ на стандартный болевой стимул (разрез кожи)
- МАК является мерой силы ингаляционных анестетиков

Значение МАК ингаляционных анестетиков у пациента в возрасте 30-60 лет при атмосферном давлении

<b>Анестетик</b>	<b>МАК, Об.%</b>
Закись азота	<b>105</b>
Галотан	<b>0,75</b>
Изофлюран	<b>1.15</b>
Севофлюран	<b>1.85</b>
Десфлюран	<b>6,6</b>

# Значение МАК севофлюрана у детей в зависимости от возраста

<b>Возраст</b>	<b>МАК, об.%</b>
<b>0-1 мес. (доношенные новорожденные)</b>	<b>3,3</b>
<b>1-6 мес.</b>	<b>3</b>
<b>6мес.-3г.</b>	<b>2,8</b>
<b>3-12 лет</b>	<b>2,5</b>

# Свойства идеального ингаляционного анестетика

- Достаточная сила
- **Низкая растворимость в крови и тканях**
- Устойчивость к физической и метаболической деградации, отсутствие повреждающего действия на органы и ткани организма
- Отсутствие предрасположенности к развитию судорог
- Отсутствие раздражающего воздействия на дыхательные пути
- Отсутствие или минимальное влияние на сердечно-сосудистую систему
- Экологическая безопасность (отсутствие влияния на озоновый слой земли)
- Приемлемая стоимость

# Растворимость анестетика в крови

- Растворимость анестетика в крови характеризует коэффициент распределения кровь/газ, который определяется как отношение фракции анестетика, растворенного в крови, к фракции анестетика, находящегося в газообразном состоянии при достижении равновесия анестетика в двух средах
- Низкий коэффициент распределения кровь/газ указывает на низкое сродство анестетика к крови, что является желаемым эффектом, так как обеспечивает быстрое изменение глубины анестезии и быстрое пробуждение пациента после окончания анестезии

## Коэффициент распределения ингаляционных анестетиков в крови при $t\ 37^{\circ}\text{C}$

<b>Анестетик</b>	<b>Кровь-газ</b>
Десфлюран	<b>0,45</b>
Закись азота	<b>0,47</b>
Севофлюран	<b>0,65</b>
Изофлюран	<b>1,4</b>
Галотан	<b>2,5</b>

# Растворимость анестетика в тканях

- Растворимость анестетика в тканях характеризуется коэффициентом ткань/газ, который определяется как отношение концентрации анестетика в тканях к концентрации анестетика в газообразном состоянии
- Растворимость ингаляционных анестетиков в тканях влияет на скорость пробуждения пациента после окончания анестезии
- Растворимость анестетика в тканях имеет особенное значение при длительных анестезиях

## Коэффициент распределения ингаляционных анестетиков в тканях при $t\ 37^{\circ}\text{C}$

<b>Анестетик</b>	<b>Мозг/кровь</b>	<b>Мышцы/кровь</b>	<b>Жир/кровь</b>
Закись азота	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>	<b>2,3</b>
Десфлюран	<b>1,3</b>	<b>2,0</b>	<b>27</b>
Изофлюран	<b>1,6</b>	<b>2,9</b>	<b>45</b>
Севофлюран	<b>1,7</b>	<b>3,1</b>	<b>48</b>
Галотан	<b>1,9</b>	<b>3,4</b>	<b>51</b>

# Свойства идеального ингаляционного анестетика

- Достаточная сила
- Низкая растворимость в крови и тканях
- Устойчивость к физической и метаболической деградации, отсутствие повреждающего действия на органы и ткани организма
- Отсутствие предрасположенности к развитию судорог
- Отсутствие раздражающего воздействия на дыхательные пути
- Отсутствие или минимальное влияние на сердечно-сосудистую систему
- Экологическая безопасность (отсутствие влияния на озоновый слой земли)
- Приемлемая стоимость

# Устойчивость к дегдрации

- При оценке метаболизма ингаляционных анестетиков наиболее важными аспектами являются:
  - Доля препарата, подвергающегося биотрансформации в организме
  - Безопасность для организма метаболитов, образующихся в ходе биотрансформации

# Устойчивость к деградации

- Уровень метаболизма севофлюорана составляет от 1 до 5%, что несколько выше чем у изофлюорана и десфлюорана, но значительно ниже чем у галотана
- Галотан, Изофлюоран и Десфлюоран подвергаются биотрансформации в организме с образованием трифлуороацетата, который может вызывать поражение печени

Устойчивость к метаболической деградации и потенциальный гепатотоксичный эффект некоторых ингаляционных анестетиков

<b>Анестетик</b>	<b>Метаболизм, %</b>	<b>Частота повреждения печени</b>
Галотан	15-20	1:35000
Изофлюран	0,2	1:1000000
Десфлюран	0,02	1:10000000
Севофлюран	3,3	-

# Устойчивость к деградации, закись азота

- Закись азота практически не подвергается метаболизму в организме, однако она вызывает повреждение тканей путем подавления активности витамин **B12**-зависимых ферментов, к которым относится метионинсинтетаза, участвующая в синтезе ДНК
- Повреждение тканей связано с депрессией костного мозга (мегалобластная анемия), а также повреждением нервной системы (периферическая нейропатия и фуникулярный миелоз)
- Эти эффекты редки и возникают предположительно только у пациентов с дефицитом витамина **B12** и при длительном использовании закиси азота

# Устойчивость к деградации, севофлюран

- Севофлюран не обладает гепатотоксичностью
- Примерно 5% севофлюрана метаболизируются в организме с образованием ионов фтора и гексафтороизопропанола
- Ион фтора обладает потенциальной нефротоксичностью при его плазменной концентрации превышающей 50 мкмоль/л
- Исследования по оценке метаболизма севофлюрана у детей продемонстрировали, что максимальный уровень фтора колеблется в пределах 10-23 мкмоль/л и быстро снижается по окончании анестезии
- Случаев нефротоксичности у детей после анестезий севофлюраном отмечено не было

# Защитный эффект ингаляционных анестетиков

- Клинические исследования применения пропофола, севофлюрана и десфлюрана в качестве анестетиков у пациентов с ИБС при операциях аортокоронарного шунтирования показали, что процент пациентов с повышенным послеоперационным уровнем тропонина I, отражающим повреждение клеток миокарда, был значительно выше в группе пропофола по сравнению с группами севофлюрана и десфлюрана

# Свойства идеального ингаляционного анестетика

- Достаточная сила
- Низкая растворимость в крови и тканях
- Устойчивость к физической и метаболической деградации, отсутствие повреждающего действия на органы и ткани организма
- **Отсутствие предрасположенности к развитию судорог**
- Отсутствие раздражающего воздействия на дыхательные пути
- Отсутствие или минимальное влияние на сердечно-сосудистую систему
- Экологическая безопасность (отсутствие влияния на озоновый слой земли)
- Приемлемая стоимость



# Предрасположенность к развитию судорог

- Галотан, изофлюран, десфлюран и закись азота не вызывают судорог
- В медицинской литературе описаны случаи эпилептиформной активности на ЭЭГ во время анестезии севофлюраном, однако эти изменения были кратковременными и самопроизвольно разрешались без каких либо клинических проявлений в послеоперационном периоде
- В ряде случаев на этапе пробуждения у детей отмечается повышенная возбуждение, психомоторная активность (часто связано с быстрым восстановлением сознания на фоне недостаточной анальгезии)

# Свойства идеального ингаляционного анестетика

- Достаточная сила
- Низкая растворимость в крови и тканях
- Устойчивость к физической и метаболической деградации, отсутствие повреждающего действия на органы и ткани организма
- Отсутствие предрасположенности к развитию судорог
- **Отсутствие раздражающего воздействия на дыхательные пути**
- Отсутствие или минимальное влияние на сердечно-сосудистую систему
- Экологическая безопасность (отсутствие влияния на озоновый слой земли)
- Приемлемая стоимость

# Раздражающее действие на дыхательные пути

- Десфлюран противопоказан для использования в качестве индукции через маску у детей в связи с высоким процентом развития ларингоспазма, кашля, задержки дыхания, десатурации
- Порог развития раздражения дыхательных путей составляет 6% при использовании десфлюрана и 1,8% при использовании изофлюрана
- Галотан и Севофлюран не вызывают раздражения дыхательных путей
- Из-за отсутствия раздражающего запаха и низкого риска раздражения дыхательных путей севофлюран является наиболее часто используемым ингаляционным анестетиком, применяемым для индукции в анестезию

# Свойства идеального ингаляционного анестетика

- Достаточная сила
- Низкая растворимость в крови и тканях
- Устойчивость к физической и метаболической деградации, отсутствие повреждающего действия на органы и ткани организма
- Отсутствие предрасположенности к развитию судорог
- Отсутствие раздражающего воздействия на дыхательные пути
- **Отсутствие или минимальное влияние на сердечно-сосудистую систему**
- Экологическая безопасность (отсутствие влияния на озоновый слой земли)
- Приемлемая стоимость

# Влияние ингаляционных анестетиков на гемодинамику

- Севофлюран снижает сердечный выброс, но в значительно меньшей мере чем галотан, а также уменьшает системное сосудистое сопротивление
- Быстрое повышение концентрации севофлюрана (0,5 МАК, 1 МАК, 1,5 МАК) вызывает умеренное снижение ЧСС и АД
- При быстром повышении концентрации десфлюрана и изофлюрана наблюдается тахикардия и повышение артериального давления более выраженный у десфлюрана по сравнению с изофлюраном, однако при использовании этих анестетиков для поддержания анестезии больших отличий в гемодинамических эффектах нет
- Севофлюран в значительно меньшей степени сенсibiliзирует миокард к эндогенным катехоламинам. Сывороточная концентрация адреналина, при которой наблюдаются нарушения сердечного ритма, у севофлюрана в 2 раза выше чем у галотана и сопоставима с изофлураном

# Выбор анестетика: закись азота, галотан

- Низкая мощность закиси азота ограничивает применение этого ингаляционного анестетика, в ряде случаев используется в качестве газа-носителя для других более мощных ингаляционных анестетиков
- Галотан имеет некоторые характеристики идеального ингаляционного анестетика (достаточная мощность, отсутствие раздражающего действия на дыхательные пути), однако высокая растворимость в крови и тканях, выраженное кардиодепрессивное действие и риск гепатотоксичности (1:35000-1:60000) привели к вытеснению его из клинической практики современными ингаляционными анестетиками

# Выбор анестетика: **изофлюран**

- Обладает раздражающим действием на дыхательные пути (кашель, ларингоспазм, апноэ)
- При резком увеличении концентрации оказывает выраженное влияние на гемодинамику (тахикардия, гипертензия)
- Не рекомендуется для индукции в анестезию
- Потенциальная гепатотоксичность (1:1000000)
- Относительно высокая растворимость в крови и тканях (выше чем у севофлюрана и десфлюрана)
- Оказывает минимальное воздействие на озоновый слой Земли
- Более дешевый препарат по сравнению с севофлюраном и десфлюраном
- Наиболее распространенный ингаляционный анестетик

# Выбор анестетика: десфлюран

- Оказывает раздражающее действие на дыхательные пути (кашель, ларингоспазм, апноэ)
- При резком увеличении концентрации оказывает выраженное влияние на гемодинамику (тахикардия гипертензия)
- Не рекомендуется для индукции в анестезию
- Имеет наименьшую растворимость в органах и тканях по сравнению с изофлюраном и севофлюраном (быстрое пробуждение после окончания анестезии)
- Не обладает гепатотоксичностью
- Обладает кардиопротективным действием
- Экологически безопасен
- Относительно высокая стоимость, сравнимая с севофлюраном

# Выбор анестетика: **севофлюран**

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



## Методики ингаляционной индукции севофлюраном

1. Традиционная пошаговая индукция
2. **Vital capacity induction**
3. **Tidal breathing induction**

# Пошаговая индукция

- Постепенное увеличение вдыхаемой концентрации севофлюрана на **0,5%** каждые **несколько вдохов**
  - Медленная методика
  - Пролонгирует фазу возбуждения
  - Более высокий уровень кашля и ажитации по сравнению с другими методиками



## Vital capacity induction

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

# 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%**)

# Vital capacity induction

1. Пациента просят сделать максимально глубокий выдох
2. Накладывают на лицо маску и просят выполнить максимальный вдох и задержать дыхание на высоте вдоха
  - обычно требуется 2-3 вдоха для утраты сознания
  - 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

# Vital capacity induction

- 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

# Tidal breathing induction

1. Контур предварительно течении **30-60** сек. заполняется газовой смесью, содержащей севофлюран в высокой концентрации (**6%-8%**), поток газа **8л/мин**
2. Накладывают маску на лицо
  - больной ровно дышит
  - индукция длится **3,5 - 5** мин
3. Выключается поток свежей смеси, интубация
4. Снижается концентрация севофлурана на испарителе до поддерживающей, снижается поток газа до **1 л/мин**
5. Начало операции

# Низкопоточковая анестезия

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

# Низкопотоковая анестезия, терминология

- Высокопотоковая анестезия (**high flow anesthesia**) – газоток  $> 4$  л/мин
- Среднепотоковая анестезия (**medium flow anesthesia**) – газоток  $2-1$  л/мин
- Низкопотоковая анестезия (**low flow anaesthesia**) – газоток  $1-0,5$  л/мин
- Анестезия с минимальным потоком (**minimal flow anesthesia**) – газоток  $0,5-0,25$  л/мин
- Анестезия по закрытому контуру (**closed system anaesthesia, metabolic flow**) – поток свежего газа равен поглощению газов и паров анестетика организмом в данный момент времени

# Требования к аппаратуре при проведении НИЗКОПОТОКОВОЙ анестезии

- 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 низкопоточковой анестезии

1. Мониторинг концентрации кислорода на вдохе и выдохе
  2. Мониторинг концентрации углекислого газа на вдохе и выдохе
  3. Мониторинг концентрации ингаляционного анестетика на вдохе и выдохе
- Также постоянно мониторируются параметры вентиляции (частота дыхания, дыхательный объем, минутный объем вентиляции легких, давление в дыхательных путях)
  - Традиционный мониторинг АД, ЧСС, ЭКГ, SaO<sub>2</sub>
  - По показаниям рН и газы крови
  - При отсутствии возможности газового мониторинга на вдохе и выдохе – не рекомендуется проводить низкопоточковую анестезию по соображениям безопасности ребенка

# Методика проведения НИЗКОПОТОКОВОЙ анестезии

- Индукцию в наркоз проводят ингаляционным способом через лицевую маску с высоким газотоком ( $> 4$  л/мин), что обеспечивает быстрое достижение хирургической стадии анестезии
- После интубации трахеи и начала ИВЛ контроль клинических параметров. Далее снижаем поток свежего газа до 1 л/мин
- При необходимости быстрого изменения уровня общей анестезии переходим на высокий газоток с одновременным изменением подаваемой концентрации ингаляционного анестетика
- При начале ушивания кожной раны поток свежего газа в дыхательном контуре увеличиваем и прекращаем подачу анестетика, переходя на чистый кислород



## Противопоказания для проведения НИЗКОПОТОКОВОЙ анестезии

- Недостаточная герметичность дыхательного контура
- Истощение абсорбента
- Невозможность обеспечения должного мониторинга



## Противопоказания для проведения низкопотоковой анестезии

- Масочная анестезия
- Анестезия при бронхоскопии
- Анестезия длительностью менее **15-20** минут



## Противопоказания для проведения НИЗКОПОТОКОВОЙ анестезии

- Выраженные нарушения функции внешнего дыхания (острый бронхоспазм, бронхиальная астма)
- Нарушения диффузионной способности альвеолокапиллярной мембраны (пневмосклероз)
- Кетоацидоз и алкогольное опьянение
- Ситуации трудно предсказуемого потребления кислорода (сепсис, злокачественная гипертермия)

## Судорожные движения при индукции севофлюраном

- При индукции севофлураном на ЭЭГ существенно чаще, чем при применении других ингаляционных анестетиков фиксируются эпилептиформные спайки
- Иногда они сопровождаются судорожно-подобными движениями, а у детей с судорогами в анамнезе возможно возникновение судорог
- После проведенной анестезии не отмечается каких-либо неврологических нарушений

# Нефротоксичность при проведении низкопоточковой анестезии севофлюраном

- Тубулярный некроз почек у крыс при анестезии севофлюраном вызывается не самим соединением А, а продуктами его расщепления с помощью ферментов, специфических для тубулярного эпителия крыс
- На образование соединения А главное влияние оказывает тип используемого абсорбента. При использовании абсорбента без КОН образование соединения А при севофлурановой анестезии минимально
- Минимальные концентрации соединения А, способные вызвать в эксперименте у крыс тубулярный некроз составляют **240 ppm**, тогда как в клинической ситуации самые высокие концентрации соединения А в дыхательном контуре содового адсорбера были **15 ppm** у детей и **32 ppm** у взрослых (Obata и соавт. 1998);

# Послеоперационное возбуждение после ингаляционной анестезии

- Может возникнуть при использовании галотана, изофлюрана, десфлюрана, севофлюрана
- Причина развития точно не известна
- Случаи возбуждения наблюдаются чаще у детей до 5-6 лет и при использовании севофлюрана
- Боль – важный фактор в развитии возбуждения, но и у детей без боли имела место ажитация после анестезии
- Клинические проявления: возбуждение, беспокойство, испуг, дезориентация, галлюцинации



## Способы уменьшения посленаркозного возбуждения при анестезии севофлюраном

- Кеторолак **0,25** мг/кг незадолго до окончания анестезии
- Морфин **0,25** мг/кг плюс диазепам **0,25** мг/кг в качестве премедикации
- Использование каудального блока