

ИНГАЛЯЦИОННЫЕ МЕТОДЫ АНЕСТЕЗИИ У ДЕТЕЙ

КАФЕДРА
ДЕТСКОЙ АНЕСТЕЗИОЛОГИИ
И РЕАНИМАТОЛОГИИ
БелМАПО

доцент
Кулагин
Алексей Евгеньевич



ФАРМАКОКИНЕТИКА ИНГАЛЯЦИОННЫХ АНЕСТЕТИКОВ (ИА) ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ:

- парциальным давлением анестетика во вдыхаемой смеси
- объемом альвеолярной вентиляции
- диффузионной способностью альвеолярно-капиллярной мембраны
- альвеоло-венозным градиентом парциального давления общего анестетика
- степенью растворимости анестетика в крови и тканях
- объемом кровотока в малом круге кровообращения
- состоянием общей гемодинамики

В ПРОЦЕССЕ ПОГЛОЩЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИА РАЗЛИЧАЮТ ДВЕ ФАЗЫ:

ЛЕГОЧНУЮ И ЦИРКУЛЯТОРНУЮ

В легочную фазу

создается необходимая концентрация анестетика в альвеолах вследствие увеличения его парциального давления во вдыхаемой смеси.

Более быстрому входу в наркоз способствует:

- увеличение ДО и МОД
- уменьшение мертвого пространства и ФОЕ легких
- нормальное вентиляционно-перфузионное соотношение



В ПРОЦЕССЕ ПОГЛОЩЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИА РАЗЛИЧАЮТ ДВЕ ФАЗЫ:

ЛЕГОЧНУЮ И ЦИРКУЛЯТОРНУЮ

В циркуляторную фазу

происходит поглощение анестетика
к р о в ь ю и перенос его к тканям

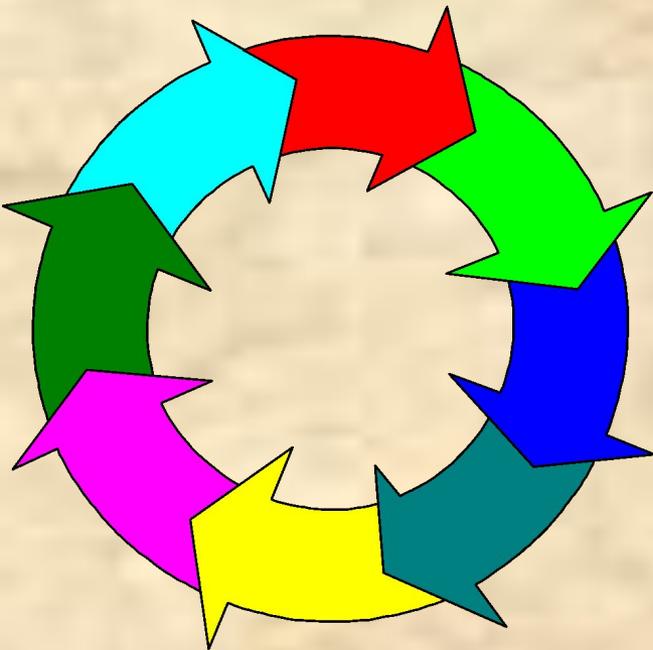
Интенсивность поглощения и время выравнивания напряжения ИА в альвеолах и крови зависят от

- **д и ф ф у з и о н н ы х свойств альвеолярно-капиллярной мембраны**
- **альвеоло-венозного градиента парциального давления ИА**
- **объема легочного кровотока**
- **растворимости ИА в крови**



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИА В ТКАНЯХ ЗАВИСИТ ОТ:

- степени его растворимости
- градиента парциального давления в крови и тканях
- степени васкуляризации тканей



В период индукции, в богато перфузируемых органах, в первые 5 - 15 минут, может депонироваться 70- 80% поглощенного анестетика. Период насыщения анестетиком скелетной мускулатуры и жировой ткани составляет 70-180 минут и 3-5 часов соответственно.

Минимальная альвеолярная концентрация (МАК)

- МАК - минимальная альвеолярная концентрация анестетика в альвеолярном газе, при которой 50% пациентов не отвечают двигательной реакцией на стандартный болевой раздражитель (разрез кожи)
- МАК - ЭТО МЕРА МОЩНОСТИ ИНГАЛЯЦИОННЫХ АНЕСТЕТИКОВ

П о м н и т е !!!

Факторы увеличивающие МАК: молодой возраст; гипертермия; хроническая алкогольная интоксикация; гипернатриемия; увеличение уровня центральных нейротрансмиттеров; кокаин, эфедрин

факторы уменьшающие МАК: пожилой возраст; гипотермия; острая алкогольная интоксикация; гипонатриемия; выраженная анемия; $P_aO_2 < 40$ мм рт.ст., $P_aCO_2 > 90$ мм рт.ст.; беременность; опиоиды; барбитураты и бензо-диазепины; местные анестетики; клонидин

ЗАВИСИМОСТЬ МАК (об.%) ОТ ВОЗРАСТА

ПРЕПАРАТ	0 – 1 МЕС	2 – 6 МЕС	7 – 12 МЕС	1 – 12 ЛЕТ	ВЗРОСЛЫЕ
N₂O	–	–	–	–	105
ГАЛОТАН	0,87	1,2	0,97	0,89	0,76 / 0,3
ЭНФЛЮРАН	–	–	–	–	1,68 / 0,6
ИЗОФЛЮРАН	1,6	1,87	1,8	1,6	1,15 / 0,5

МАК - СТАТИСТИЧЕСКИ УСРЕДНЕННАЯ ВЕЛИЧИНА, НО

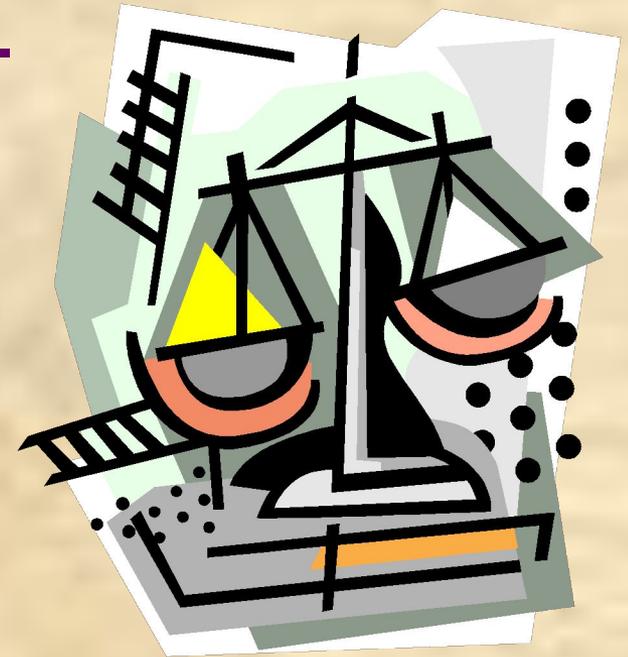
**ОРИЕНТИРОВОЧНО МОЖНО СЧИТАТЬ - 1,3 МАК
ЛЮБОГО ИНГАЛЯЦИОННОГО АНЕСТЕТИКА ПРЕ-
ДОТВРАЩАЕТ ДВИЖЕНИЕ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ
СТИМУЛЯЦИИ У 95% БОЛЬНЫХ (1,3 МАК -
ПРИБЛИЗИТЕЛЬНЫЙ ЭКВИВАЛЕНТ ЭД 95%)**

**ПРИ ПОДАЧЕ 0,3–0,4 МАК - ВСЕГДА НАСТУПАЕТ
ПРОБУЖДЕНИЕ, Т.Е. ЭТО ДОЗА ПРОБУЖДЕНИЯ
ПОДАЧИ 1 МАК ОБЫЧНО ХВАТАЕТ ДЛЯ ПОДДЕР-
ЖАНИЕ БАЗИСНОГО НАРКОЗА ПРИ ИСПОЛЬЗО-
ВАНИИ КОМБИНИРОВАННЫХ МЕТОДИК**

ОБЩИЕ СВОЙСТВА ИНГАЛЯЦИОННЫХ АНЕСТЕТИКОВ

- Кардиодепрессивное действие - особенно выражено у детей раннего возраста
- Респираторная депрессия - углубление анестезии сопровождается прогрессивным уменьшением ДО, МВЛ и средней объемной скорости вдоха
- Угнетается реакция дыхательного центра на гиперкапнию
- Снижают печеночный кровоток; подвергаются биотрансформации в печени
- Снижают интенсивность почечного кровотока

ВСЕ ЭФФЕКТЫ - ДОЗОЗАВИСИМЫ



Г А Л О Т А Н

ОТЛИЧИЯ

- **РАЗРУШАЕТСЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СВЕТА**
- **ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ СПОНТАННОГО РАСПАДА ДО ТОКСИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ СОДЕРЖИТ СТАБИЛИЗАТОР - ТИМОЛ**
- **ХИМИЧЕСКИ И БИОЛОГИЧЕСКИ НЕ АКТИВЕН**
- **ЛЕГКАЯ И БЫСТРАЯ ИНДУКЦИЯ, БЕЗ ВЫРАЖЕННОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ**
- **МЕНЬШЕ ДРУГИХ ИА РАЗДРАЖАЕТ ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПУТИ**
- **ОБЕСПЕЧИВАЕТ БЫСТРОЕ ПРОБУЖДЕНИЕ (10-15 МИН ПОСЛЕ ПРЕКРАЩЕНИЯ ПОДАЧИ ГАЛОТАНА)**
- **НЕЗНАЧИТЕЛЬНАЯ АНАЛЬГЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ**
- **У БОЛЬНЫХ ВЫСОКОГО АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПОДАЧА ГАЛОТАНА И ВОЗДУШНО-КИСЛОРОДНОЙ СМЕСИ ОБЕСПЕЧИВАТ ВЫСОКУЮ КОНЦЕНТРАЦИЮ O₂ НА ВДОХЕ**

Г А Л О Т А Н

- СНИЖАЕТ РАБОТУ МЕЖРЕБЕРНЫХ МЫШЦ (релаксация) и СНИЖАЕТ ДО И МОД, УВЕЛИЧИВАЯ P_aCO_2
- УГНЕТАЕТ ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР
- ОБЛАДАЕТ СЛАБЫМ СВОЙСТВОМ БЛОКИРОВАТЬ НЕРВНО-МЫШЕЧНУЮ ПЕРЕДАЧУ
- ПОДАВЛЯЕТ РЕФЛЕКСЫ С ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ (УГНЕТАЕТ ГОРТАННЫЙ И ГЛОТОЧНЫЙ РЕФЛЕКСЫ)
- ЯВЛЯЕТСЯ МОЩНЫМ БРОНХОДИЛАТАТОРОМ (ПОДАВЛЯЕТ СЕКРЕЦИЮ БРОНХИАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗ)
- СЕНСИБИЛИЗИРУЕТ М И О К А Р Д К ДЕЙСТВИЮ КАТЕХОЛАМИНОВ

Г А Л О Т А Н

- **ЖЕЛУДОЧКОВЫЕ ЭКСТРАСИСТОЛЫ ЧАЩЕ БЫВАЮТ СЛЕДСТВИЕМ ГИПОКСИИ, ГИПЕРКАПНИИ ИЛИ ГИПЕРАДРЕНАЛИНЕМИИ (при недостаточном уровне наркоза)**
- **ВЫЗЫВАЕТ ПРЯМУЮ ДЕПРЕССИЮ МИОКАРДА с минимальными изменениями периферического сопротивления**
- **СНИЖАЕТ АД (вазоплегия вследствие ганглиоблокирующего действия, снижения СВ и угнетения сосудодвигательного центра)**
- **УМЕНЬШАЕТ ЧСС (повышает тонус блуждающего нерва; замедляет предсердно-желудочковую проводимость)**
- **УВЕЛИЧИВАЕТ МОЗГОВОЙ КРОВОТОК**
- **ГЕПАТОТОКСИЧЕН (15-20% ВВЕДЕННОГО ГАЛОТАНА МЕТАБОЛИЗИРУЮТСЯ В ПЕЧЕНИ)**

Э Н Ф Л Ю Р А Н

ФТОРИРОВАННЫЙ ЭФИР, ОБЕСПЕЧИВАЕТ МОЩНЫЙ НАРКОТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, БЫСТРОТА ИНДУКЦИИ В НАРКОЗ И ПРОБУЖДЕНИЕ - КАК У ГАЛОТАНА но больше последнего раздражает дыхательные пути

- **МОЩНЫЙ БРОНХОДИЛАТАТОР**
- **ВЫЗЫВАЕТ БОЛЕЕ ГЛУБОКУЮ ДЕПРЕССИЮ ДЫХАНИЯ, ЧЕМ ГАЛОТАН (СНИЖАЕТСЯ ДО)**
- **СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ МИОКАРДА К ЭКЗОГЕННЫМ КАТЕХОЛАМИНАМ - НИЖЕ, ЧЕМ У ГАЛОТАНА**
- **АД СНИЖАЕТСЯ ЗА СЧЕТ УМЕНЬШЕНИЯ СЕРДЕЧНОГО ВЫБРОСА И СНИЖЕНИЯ ОПСС, АРИТМИИ НАБЛЮДАЮТСЯ РЕДКО**

Э Н Ф Л Ю Р А Н

- **ВЫЗЫВАЕТ БОЛЕЕ ВЫРАЖЕННЫЙ БЛОК НЕЙРО-МЫШЕЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ**
- **УВЕЛИЧИВАЕТ МОЗГОВОЙ КРОВОТОК**
- **ГЕПАТОТОКСИЧЕН**
- **НЕФРОТОКСИЧЕН**
- **СПОСОБЕН ВЫЗЫВАТЬ НА ЭЭГ ПРИЗНАКИ ВОЗБУЖДЕНИЯ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА** судорожная активность увеличивается на фоне гипокарбии и уменьшается при гиперкарбии
- **В ПЕЧЕНИ МЕТАБОЛИЗИРУЕТСЯ 2 - 5 % ВВЕДЕННОЙ ДОЗЫ**

ИЗОФЛЮРАН



является изомером ЭНФЛЮРАНА, химически и биологически не активен, сроки индукции и пробуждения достоверно не отличаются от галотана, НО обладает е д к и м запахом

- **МЕНЬШЕ УГНЕТАЕТ МИОКАРД, уменьшает ПОСТНАГРУЗКУ (из всех ИА - наиболее сильный вазодилататор)**
- **РЕЖЕ ВЫЗЫВАЕТ АРИТМИИ В ПРИСУТСТВИИ АДРЕНАЛИНА**
- **НЕ НАРУШАЕТ БАРОРЕГУЛЯЦИЮ АД**
- **АД СНИЖАЕТСЯ в результате первичной периферической вазодилатации**

ИЗОФЛЮРАН



- **РАЗВИВАЕТСЯ НЕЙРОМЫШЕЧНЫЙ БЛОК СОПОСТАВИМЫЙ С ЭНФЛЮРАНОМ**
- **НЕЗНАЧИТЕЛЬНО УВЕЛИЧИВАЕТ МОЗГОВОЙ КРОВТОК (купируется гипервентиляцией)**
- **НЕ СТИМУЛИРУЕТ ПРОДУКЦИЮ СПИННОМОЗГОВОЙ ЖИДКОСТИ**
- **СНИЖАЕТ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА ГОЛОВНЫМ МОЗГОМ**
- **В ПЕЧЕНИ МЕТАБОЛИЗИРУЕТСЯ 0,15 - 0,2% ВВЕДЕННОЙ ДОЗЫ**
- **В ВЫСОКИХ ДОЗАХ МОЖЕТ ВЫЗЫВАТЬ синдром коронарного обкрадывания**

ХАРАКТЕРИСТИКА «ИДЕАЛЬНОГО ИА АНЕСТЕТИКА»



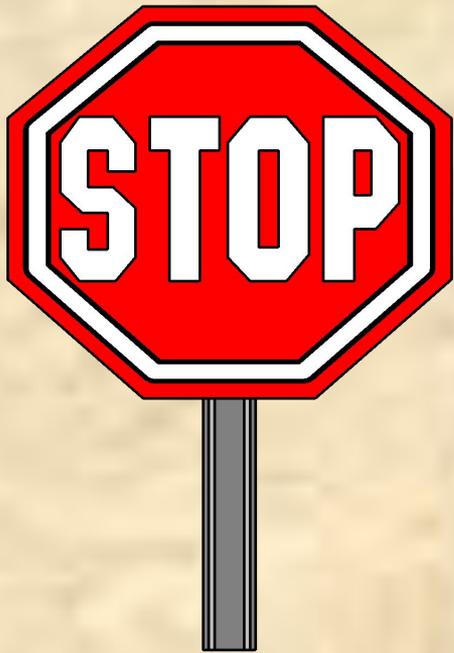
- 1. БЫСТРАЯ ИНДУКЦИЯ И
ВЫХОД ИЗ НАРКОЗА**
- 2. ПРИЯТНЫЙ ЗАПАХ**
- 3. МИНИМАЛЬНОЕ РАЗДРА-
ЖЕНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫХ
ПУТЕЙ**
- 4. ОТСУТСТВИЕ
КАРДИОПУЛЬМОНАЛЬНОЙ
ДЕПРЕССИИ**

ХАРАКТЕРИСТИКА «ИДЕАЛЬНОГО ИДАНЕСТЕТИКА»



- 5. МИНИМАЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ НА КАРДИАЛЬНЫЙ И ЦЕРЕБРАЛЬНЫЙ КРОВОТОК**
- 6. СПОСОБНОСТЬ ВЫЗЫВАТЬ СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА МОЗГОМ И МИОКАРДОМ**
- 7. МИНИМАЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С КАТЕХОЛАМИНАМИ**
- 8. НЕ ОБРАЗОВЫВАТЬ ПРИ МЕТАБОЛИЗМЕ ТОКСИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

ЗАКИСЬ АЗОТА



- **Бесцветный газ, без запаха; не горит, не взрывается**
- **Абсорбция в легких зависит от альвеолярной вентиляции, концентрации N_2O , сердечного выброса, проницаемости альвеолярно-капиллярной мембраны**
- **Плохо растворяется в воде, обладает большой диффузионной способностью, легко проникает через альвеолярно-капиллярную мембрану - менее чем за 2 мин заполняет альвеолы**

ЗАКИСЬ АЗОТА



- Транспортируется в крови толь-ко в растворенном виде, не образуя соединений с гемоглобином
- Является хорошим анальгетиком, но обладает слабой наркотической активностью
- Не подвергается биотрансформации и выводится исключительно легкими
- Является слабым стимулятором альфа-адренергических рецепторов

ЗАКИСЬ АЗОТА



- Вызывает депрессию сердечно-сосудистой системы, имеет место снижение сердечного выброса, пропорциональное дозе N_2O
- Увеличивает ЧСС, повышает ОПСС и диастолическое АД
- Кардиодепрессивное действие компенсируется симпатомиметическими свойствами

**НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ ПРИ
СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧ-
НОСТИ**

ЗАКИСЬ АЗОТА



- Не угнетает дыхания
- Не изменяет реакцию дыхательного центра на гиперкапнию, но подавляет его реакцию на гипоксию
- Не оказывает влияния на глоточные и гортанные рефлексy
- Подавляет глотательный рефлекс (уже при 50% смеси с кислородом)
- Может незначительно увеличивать МК
- Увеличивает объем всех воздушных полостей (за счет накопления в просвете кишечника может стать причиной тошноты и рвоты)

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЗАКИСИ АЗОТА

- **НЕОБХОДИМОСТЬ ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ O₂ ВО ВДЫХАЕМОЙ СМЕСИ**
- **НАЛИЧИЕ ВОЗДУХА В ЗАМКНУТЫХ ПОЛОСТЯХ**
- **НЕЙРОХИРУРГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ В ПОЛОЖЕНИИ СИДЯ И ПОЛУСИДЯ**
- **ЛОБАРНАЯ ЭМФИЗЕМА, БРОНХИАЛЬНАЯ АСТМА, НАЛИЧИЕ БУЛЛЫ В ЛЕГКИХ (РИСК РАЗВИТИЯ ПНЕВМОТОРАКСА)**
- **СЕРДЕЧНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ**
- **ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ НА СТЕКЛО-ВИДНОМ ТЕЛЕ**
- **НАРУШЕНИЯ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ**

КИСЛОРОД

ПОДДЕЖИВАЕТ ГОРЕНИЕ, НО НЕ ГОРИТ. ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ СТАБИЛЬНУЮ МОЛЕКУЛУ С ОПРЕДЕЛЕННЫМ ПЕРИОДОМ ПОЛУ-РАСПАДА, КОТОРЫЙ МОЖЕТ СНИЖАТЬСЯ, ЧТО ПРИВОДИТ К ОБРАЗОВАНИЮ ТОКСИЧНЫХ СВОБОДНЫХ РАДИКАЛОВ (ГИДРОКСИЛ, СУПЕРОКСИД). СВОБОДНЫЕ РАДИКАЛЫ НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫ ДЛЯ ДНК, ЛИПИДОВ И СЕРОСОДЕРЖАЩИХ БЕЛКОВ

О П А С Н О С Т И

- РАЗВИТИЕ БРОНХО-ЛЕГОЧНОЙ ДИСПЛАЗИИ (ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ - ОСНОВНОЙ МЕХАНИЗМ КИСЛОРОДНОЙ ТОКСИЧНОСТИ В ОТНОШЕНИИ ЛЕГКИХ, ПОРАЖАЮТСЯ АЛЬВЕОЛО-КАПИЛЛЯРНЫЕ МЕМБРАНЫ)
- ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СЕТЧАТКУ ГЛАЗА (ОСОБЕННО У НОВОРОЖДЕННЫХ, С ПОСЛЕДУЮЩИМ РАЗВИТИЕМ РЕТИНОПАТИИ)

поддерживать SaO_2 у новорожденных в диапазоне 93-95%

**П О М Н И Т Е: Г И П О К С Е М И Я - Ж И З Н Е У Г Р О Ж А Ю Щ Е Е
С О С Т О Я Н И Е; Г И П Е Р О К С И Я - Н Е Т**

КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ ИА

ПАРАМЕТР	ГАЛОТАН	ЭНФЛЮРАН	ИЗОФЛЮРАН
АД	↓↓	↓↓	↓↓
ЧСС	↓	↑	↑
ОПСС	±	↓	↓↓
СВ	↓	↓↓	--
ДО	↓	↓	↓
ЧД	↑↑	↑↑	↑
PaCO₂	↑	↑↑	↑
МК	↑	↑	↑→
ДИУРЕЗ	↓↓	↓↓	↓↓
ПЕЧЕНОЧНЫЙ КРОВОТОК	↓↓	↓↓	↓