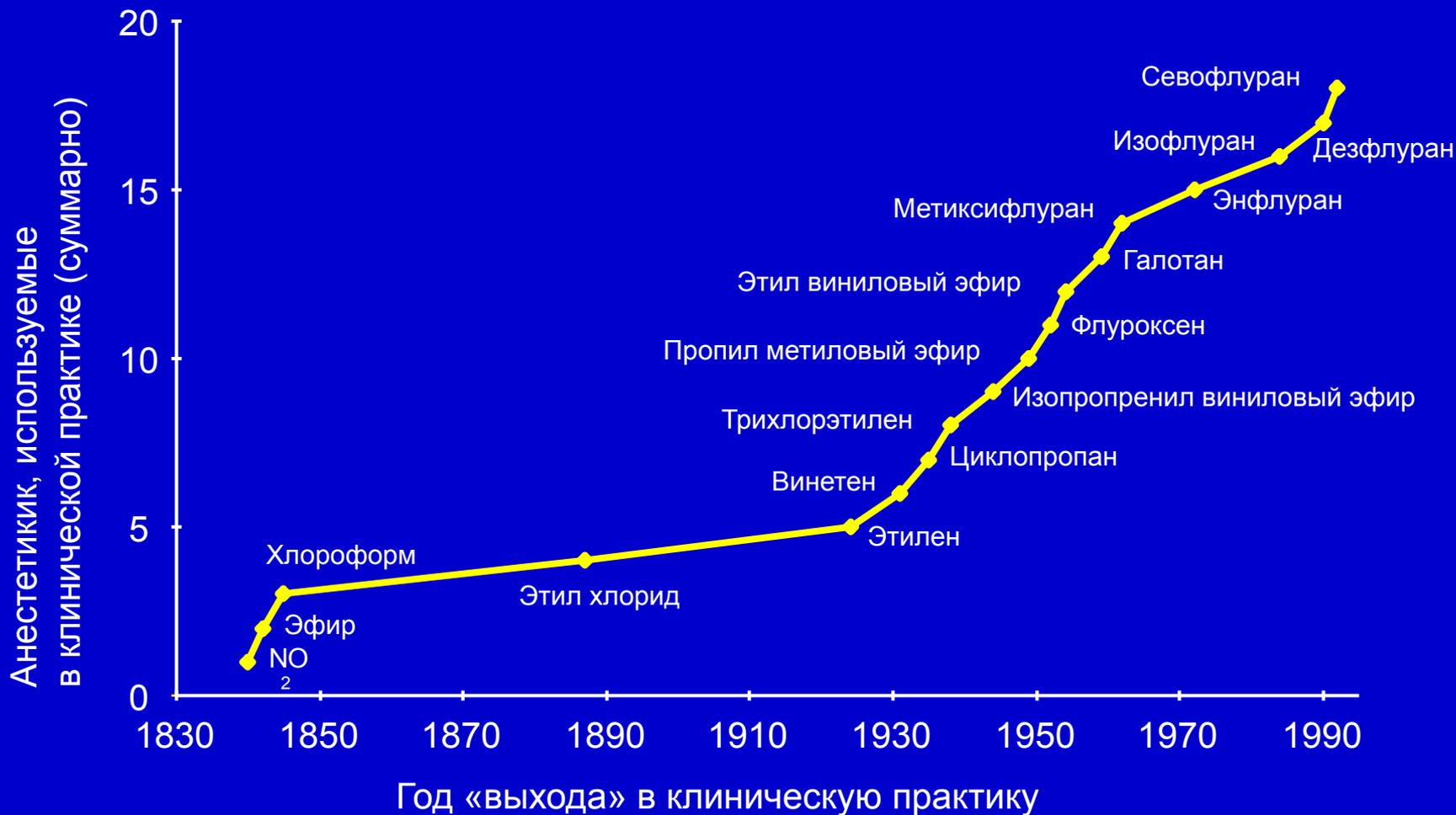


ИНГАЛЯЦИОННАЯ АНЕСТЕЗИЯ И МОНИТОРИНГ НИЗКОГО ПОТОКА

История развития ингаляционной анестезии



Фармакологические характеристики ингаляционных анестетиков (1)

- Анестетик – дыхат. пути – альвеолы – кровь – ткани

Поглощение и распределение

- Легочная фаза
- Циркуляторная фаза

Фармакологические характеристики ингаляционных анестетиков (2)

- **Коэффициент кровь/газ** – обратно пропорционален скорости индукции и продолжительности действия анестетика
- **Коэффициент жир/газ** – прямо пропорционален силе действия анестетика

Фармакологические характеристики ингаляционных анестетиков (3)

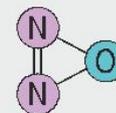
- **МАК** – минимальная альвеолярная концентрация анестетика, при которой 50% пациентов не проявляют двигательной активности в ответ на разрез кожи
- \uparrow **МАК** = \downarrow активность анестетика

Минимальная альвеолярная концентрация (МАК)

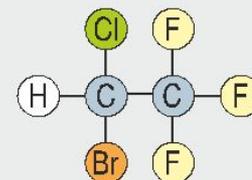
- Зависит от множества факторов:
 - МАК снижается при гипотензии, гипотермии, гипотиреозе, применении опиатов, у новорожденных и пожилых
 - МАК повышается у детей, при гипертермии, гипертиреозе, алкоголизме
- Эффект второго газа: $\text{И.а} + \text{N}_2\text{O} = \downarrow \text{МАК}$
- Поддержание анестезии:
 - при $\text{FiO}_2 = 1,0$ – около 1,2 МАК;
 - при $\text{N}_2\text{O} : \text{O}_2 = 2 : 1$ – от 0,6 до 0,75 МАК

Ингаляционные анестетики

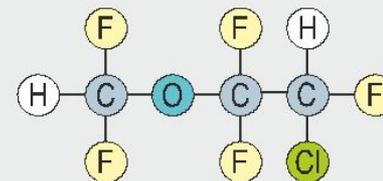
Закись азота



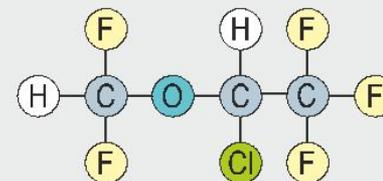
Галотан



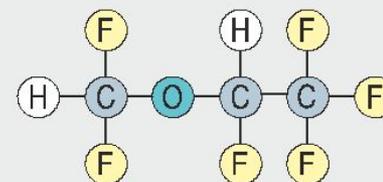
Энфлюран



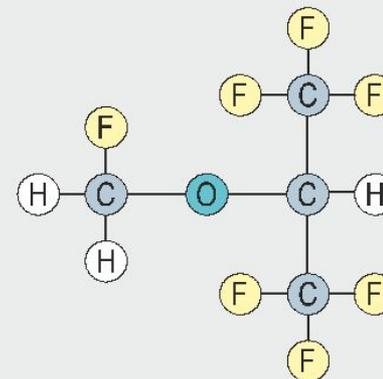
Изофлюран



Десфлюран



Севофлюран



Характеристика ингаляционных анестетиков

Название ингаляционного анестетика	Давление газа, мм Hg, 20°C	Коэффициент растворимости в среде, 37°C		МАК, %, FiO ₂ =1,0
		кровь/газ	жир/газ	
Закись азота	39760	0,47	1,4	105
Галотан	243	2,4	224	0,75
Изофлюран	239	1,4	98	1,15
Севофлюран	157	0,69	80	2,05
Ксенон	-	0,14	1,9	71

**Растворимос
ть**
высокая
(K=кровь/газ)

- FA
- P парциальное в альвеолах и в крови ***растут медленно !!!***

Л
е
г
к
и
е
(
F
A
)

Действующая/
растворенная
фракции

ткани

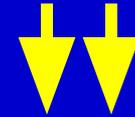
**Растворимос
ть**
низкая
(K=кровь/газ)

- FA
- P парциальное в альвеолах и в крови ***растут быстро !!!***

Насыщение тканей



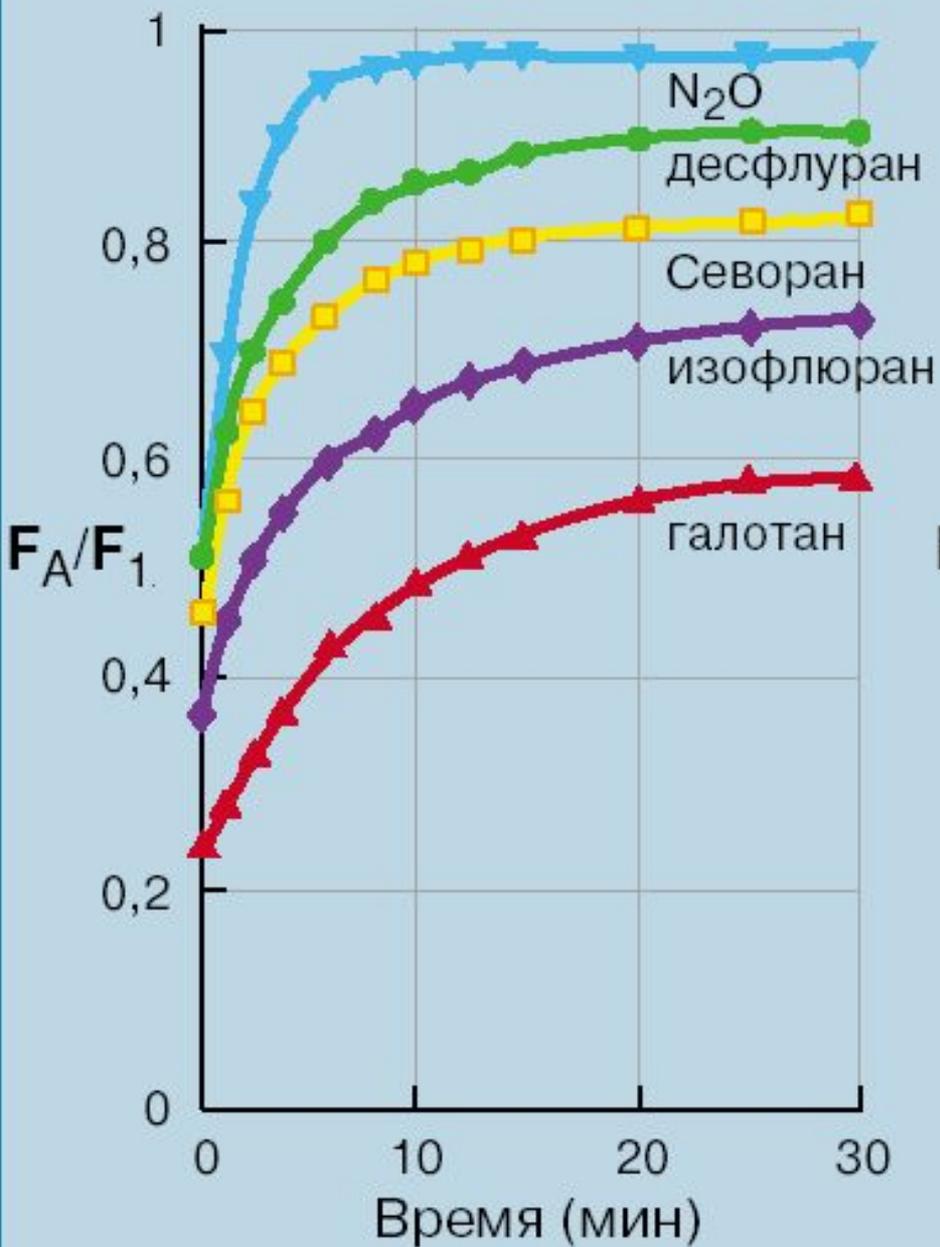
**Требуемая концентрация газа
во вдыхаемой смеси**



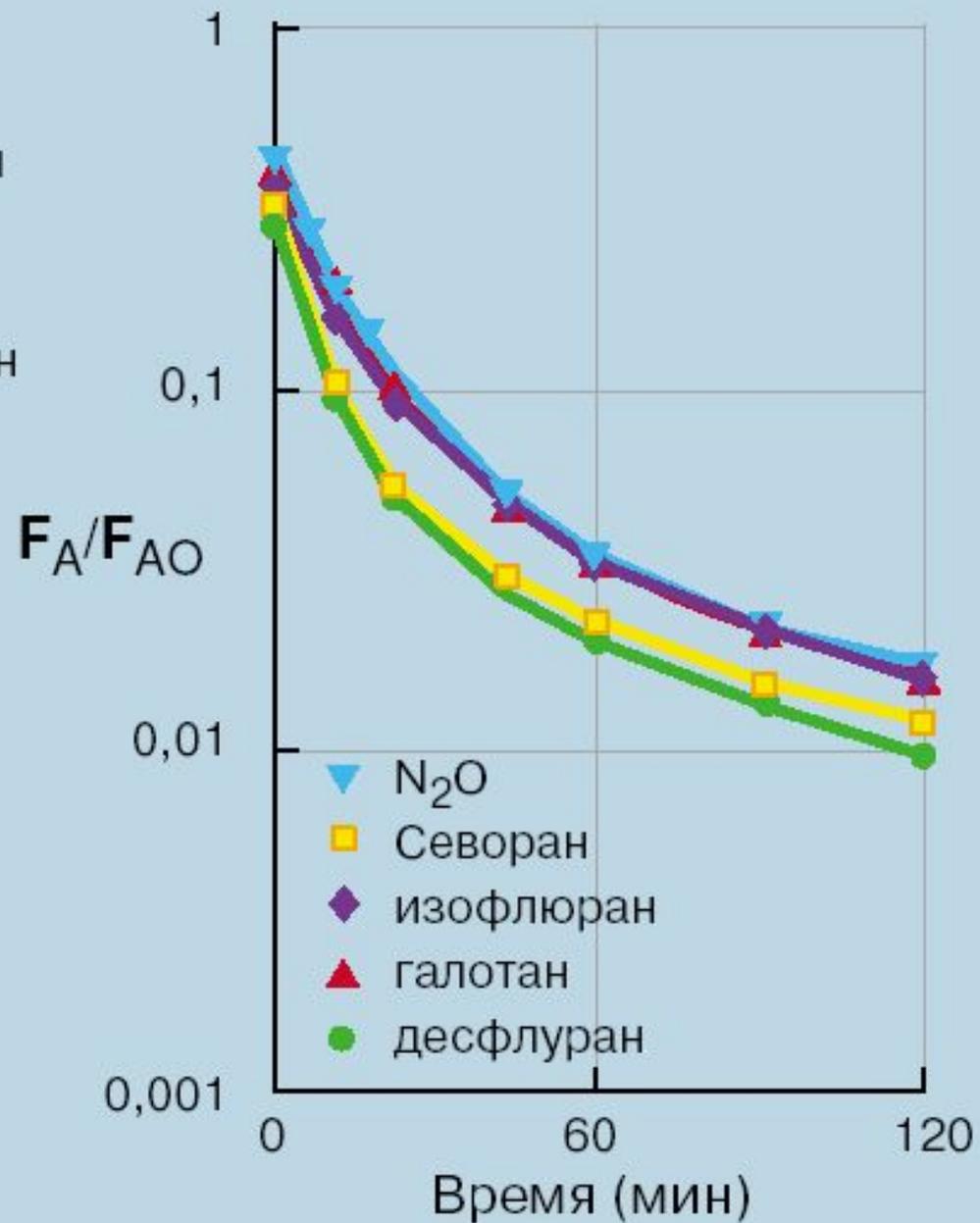
Время на индукцию



Насыщение



Элиминация



Требования к идеальному ингаляционному анестетику (1)

Физические свойства

- **Химическая стабильность**
- **Невоспламеняемость**
- **Испаряемость**
- **Не должен вступать в реакцию с адсорбентом**
- **Безопасность для окружающей среды**

Требования к идеальному ингаляционному анестетику (2)

Биологические свойства

- Отсутствие раздражения дыхательных путей
- Низкий коэффициент растворимости кровь/газ
- Достаточная сила действия
- Минимальные побочные эффекты
- Отсутствие биотрансформации и экскреция в неизмененном виде
- Отсутствие токсичности при длительном применении

ЗАКИСЬ АЗОТА

- **Физ.-хим. свойства:** газ без цвета и запаха, не воспламеняется, не взрывается
- **Метаболизм:** выделяется легкими, небольшое количество диффундирует через кожу и восстанавливается в ЖКТ

ЗАКИСЬ АЗОТА

Действие на различные системы организма:

- умеренная депрессия миокарда, ↑ катехоламинов, ↑ ЧД, ↓ ДО
- ↑ мозговой кровоток, ↑ ВЧД, ↑ PO_2 мозгом
- ↓ диурез, ↓ почечный и печеночный кровоток
- стимулирует ХТЗ и вызывает тошноту и рвоту
- ↑ объем воздухосодержащих полостей

ЗАКИСЬ АЗОТА

Дозировки:

- обычно $N_2O/O_2=2/1$
- у пожилых, при гиповолемии и кардиальной патологии -
 $N_2O/O_2=1/1$

Стадии анестезии закистью азота:

I. Анальгезии - через 2-3 мин.

II. Возбуждения - через 4-5 мин.

III. Хирургического сна (III₁) через 5 мин. - при концентрации $N_2O=60-80\%$

IV. Пробуждения - через 3-5 мин после прекращения подачи

ЗАКИСЬ АЗОТА (1)

- **Преимущества:** отличная управляемость, нетоксичность, безопасность, нет гиперсекреции
- **Недостатки:** недостаточная глубина анестезии, не обеспечивает миорелаксации, в высоких концентрациях - гипоксемия, депрессия миокарда

ЗАКИСЬ АЗОТА (2)

Побочные эффекты (?):

- удлинение времени свертывания крови
- лейкоцитоз
- при длительном использовании - иммуносупрессия и лейкопения
- угнетение B_{12} -зависимых ферментов (анемия, нейропатия, миелоз)
- тератогенный эффект

ЗАКИСЬ АЗОТА (З)

Области применения:

1. Моноанальгезия - при малотравматичных операциях и манипуляциях, в родах, при нарушении функции печени и почек
2. Как компонент анальгезии в сочетании с другими анестетиками

ГАЛОТАН

(фторотан, флюотан)

- **Физ.-хим. свойства:** сильнодействующий галогенсодержащий анестетик, бесцветная прозрачная жидкость со сладковатым запахом, разлагается под действием света, не воспламеняется, не взрывается!

ГАЛОТАН

(фторотан, флюотан)

- **Метаболизм:** 80-85% выделяется легкими, 15-20% метаболизируется печенью до бромидов и трифторуксусной кислоты и выводится почками
- **Дозировки** - 0,3-1 об% (при ингаляции $N_2O/O_2=2/1$ МАК галотана снижается до 0,3 об.%)

Стадии анестезии галотаном

- I. Начальная - через 1-2 мин., доза до 2-3,5 об.%
- II. Возбуждения - через 5-7 мин.
- III. Хирургического сна (III_{1-3}) через 8-10 мин, доза 0,5-1,5 об%
- IV. Пробуждения - через 10-15 мин. после прекращения подачи; постнаркозная депрессия до 30 - 40 мин.

ГАЛОТАН

(фторотан, флюотан)

Преимущества:

- невоспламеняемость**
- отсутствие раздражения дыхательных путей**
- удовлетворительная управляемость**
- химическая стабильность**
- относительная дешевизна**
- уменьшает расход релаксантов и наркотиков**

ГАЛОТАН

(фторотан, флюотан)

Взаимодействие с другими препаратами:

++ с N_2O

- - с адреналином, β -блокаторами,
антагонистами кальция и эуфиллином

ГАЛОТАН (фторотан, флюотан)

Побочные эффекты:

- аритмогенный
- депрессия миокарда
- ↑ВЧД
- тошнота, рвота, озноб
- м.б. возбуждение
- расслабляет матку
- гепатотоксичность (!)

ГАЛОТАН: механизмы гепатотоксичности

- **Аутоимунный механизм**
- **Окисление 15-20% галотана в печени до трифторацетата (ТФА)**
- **Абсорбция ТФА мембранами гепатоцитов с образованием аутоантигена**
- **Синтез аутоантител приводит к острой дистрофии печени**

Факторы риска галотанового гепатита

- Повторная анестезия галотаном**
- Ожирение**
- Женский пол**
- Отягощенный анамнез использования галотана**
- Гипоксия и гипотензия с нарушением печеночного кровотока**

ГАЛОТАН (фторотан, флюотан)

Противопоказания:

- патология печени
- нестабильность гемодинамики (сердечная недостаточность, гиповолемия)
- нейрохирургия
- опасность злокачественной гипертермии

ГАЛОТАН

(фторотан, флюотан)

Области применения:

- индукция в анестезию и масочная анестезия
- общая анестезия,
- ++ при бронхиальной астме,
- в педиатрии

ИЗОФЛЮРАН (форан)

- **Физ.-хим. свойства:**
галогенсодержащий анестетик с резким эфирным запахом, не воспламеняется
- **Метаболизм:** 99,8% изофлюрана выводится легкими, лишь 0,2% метаболизируется в печени и выводится почками

ИЗОФЛЮРАН (форан)

Дозировки:

- индукция - с 0,5 до 3,0 об.%
- хирургический уровень через 7-10 мин.
- поддержание - 0,5-2,5 об% (при ингаляции $N_2O/O_2=2/1$ МАК изофлюрана снижается до 0,5 об.%)

ИЗОФЛЮРАН (форан)

Преимущества:

- невоспламеняемость
- нетоксичность
- не снижает сердечный выброс
- отсутствие раздражения дыхательных путей
- хорошая управляемость,
- химическая стабильность
- уменьшает расход релаксантов и наркотиков
- минимальное влияние на мозговой кровоток

ИЗОФЛЮРАН (форан)

Побочные эффекты:

- феномен коронарного обкрадывания (?)
- тошнота и рвота - очень редко

Противопоказания:

- резко выраженная гиповолемия
- опасность злокачественной гипертермии

ИЗОФЛЮРАН (форан)

Области применения:

- общая анестезия
- ++ у кардиальных больных
- в амбулаторной практике

СЕВОФЛЮРАН (севоран)

- **Физ.-хим. свойства:** фторированный метилизопропиловый эфир без резкого запаха
- **Метаболизм:** 97-98% севофлюрана выводится легкими, при метаболизме в печени оставшихся 2-3% образуется фторид-ион, при контакте с натронной известью (NaOH) образуется субстанция А (олефин)

СЕВОФЛЮРАН (севоран)

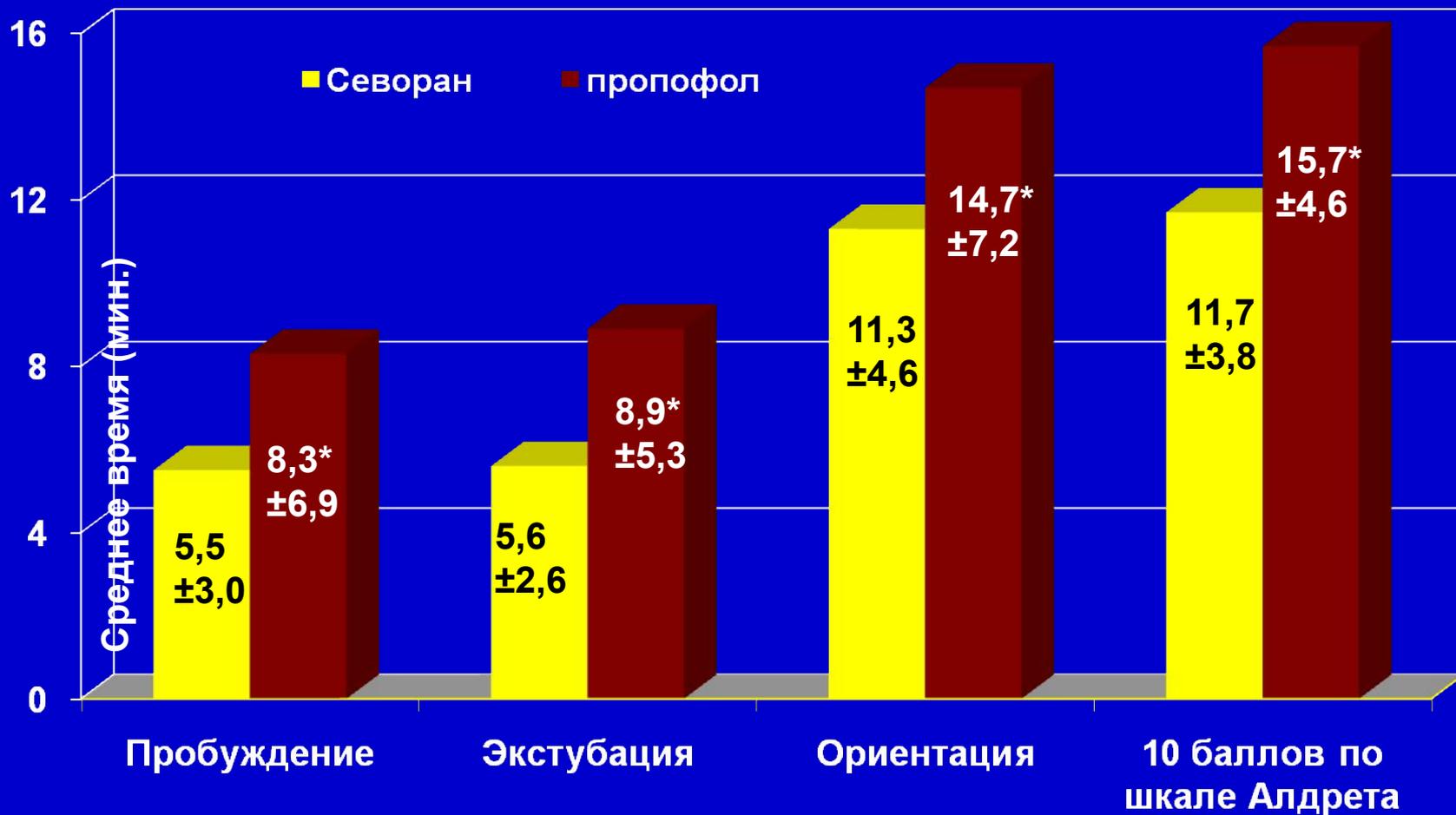
Дозировки:

- индукция - с 0,5 до 8,0 об.%
- поддержание 0,5-3,0 об. % (при ингаляции $N_2O/O_2=2/1$ МАК севофлюрана снижается до 1,1 об.%)

СЕВОФЛЮРАН (севоран)

Преимущества:

- средняя мощность
- отличная управляемость
- идеальный индукционный агент
- сверхкороткая продолжительность действия



*p<0,05
n=80

* Song D, Joshi GP, White PF. Anesth Analg. 1998; 86: 267-273.

СЕВОФЛЮРАН (севоран)

Преимущества:

- невоспламеняемость и нетоксичность
- не снижает сердечный выброс
коронародилататор, кардиопротектор
- химическая стабильность
- уменьшает расход релаксантов и наркотиков
- не раздражает дыхательные пути

СЕВОФЛЮРАН (севоран)

Побочные эффекты:

- анестезия с потоком < 2 л/мин – возможность образования токсичных продуктов при контакте с сорбентом на основе NaOH (?)

Недостатки:

- относительно высокая стоимость

Противопоказания:

- повышенная чувствительность к галогенизированным анестетикам
- опасность злокачественной гипертермии
- почечная недостаточность (?)

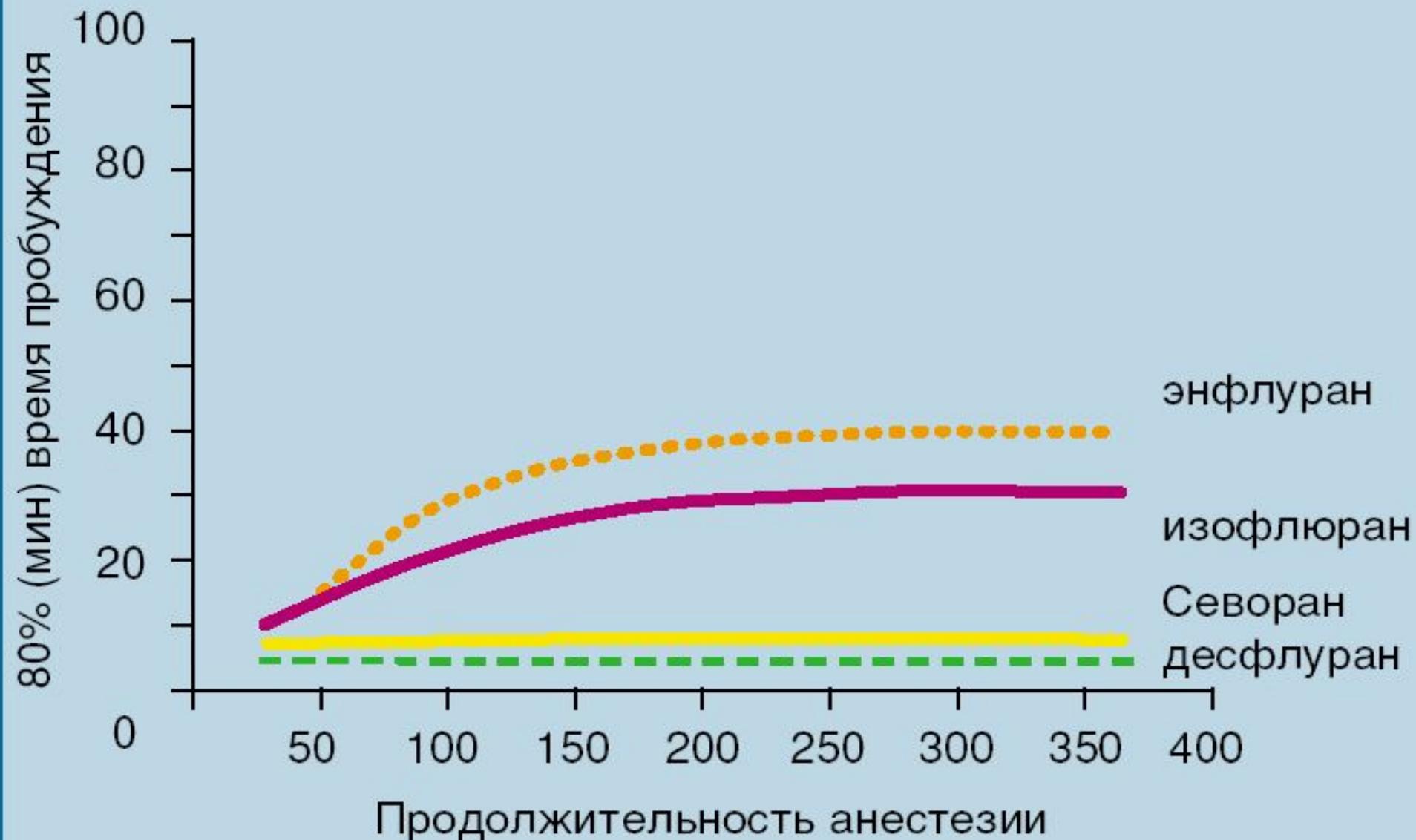
СЕВОФЛЮРАН (севоран)

Области применения:

- индукция в анестезию (дети, отсутствие контакта, трудная интубация)
- поддержание анестезии
- анестезия кардиальным больным
- амбулаторная анестезия
- анестезия любой длительности в стационаре

80% время пробуждения

в зависимости от продолжительности анестезии



Влияние галогенизированных анестетиков (1)

ЦНС

- ↑ мозгового кровотока:
Галотан > Изофлюран, Севофлюран
- ↓ метаболизма мозга: И, С > Г

Влияние галогенизированных анестетиков (2)

Дыхание

- Угнетение дыхания: $\Gamma > \text{И} > \text{С}$
- Бронходилатация: $\text{С} > \Gamma > \text{И}$

↓ **кровотока в печени и почках:**

$\Gamma > \text{И} > \text{С}$

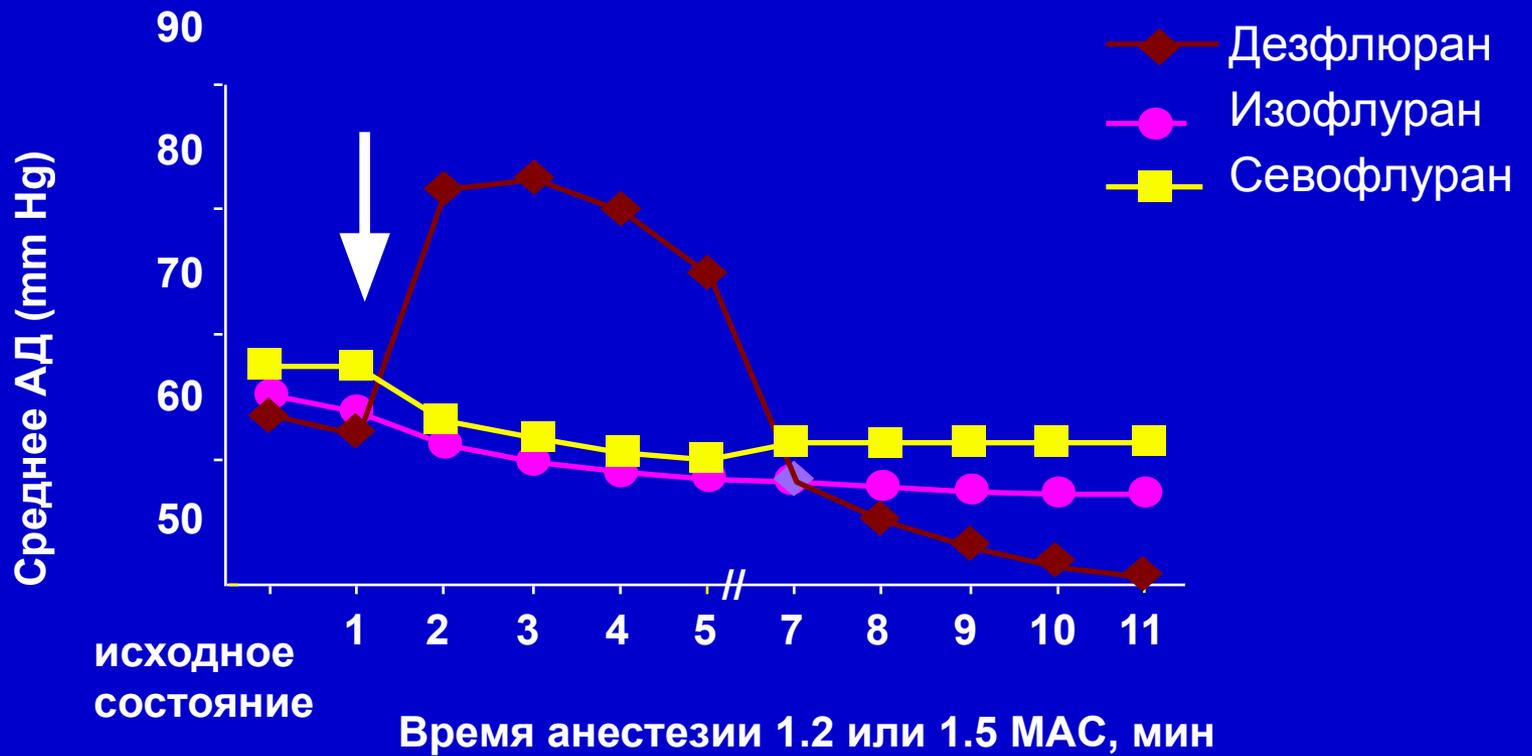
Нервно-мышечная проводимость:

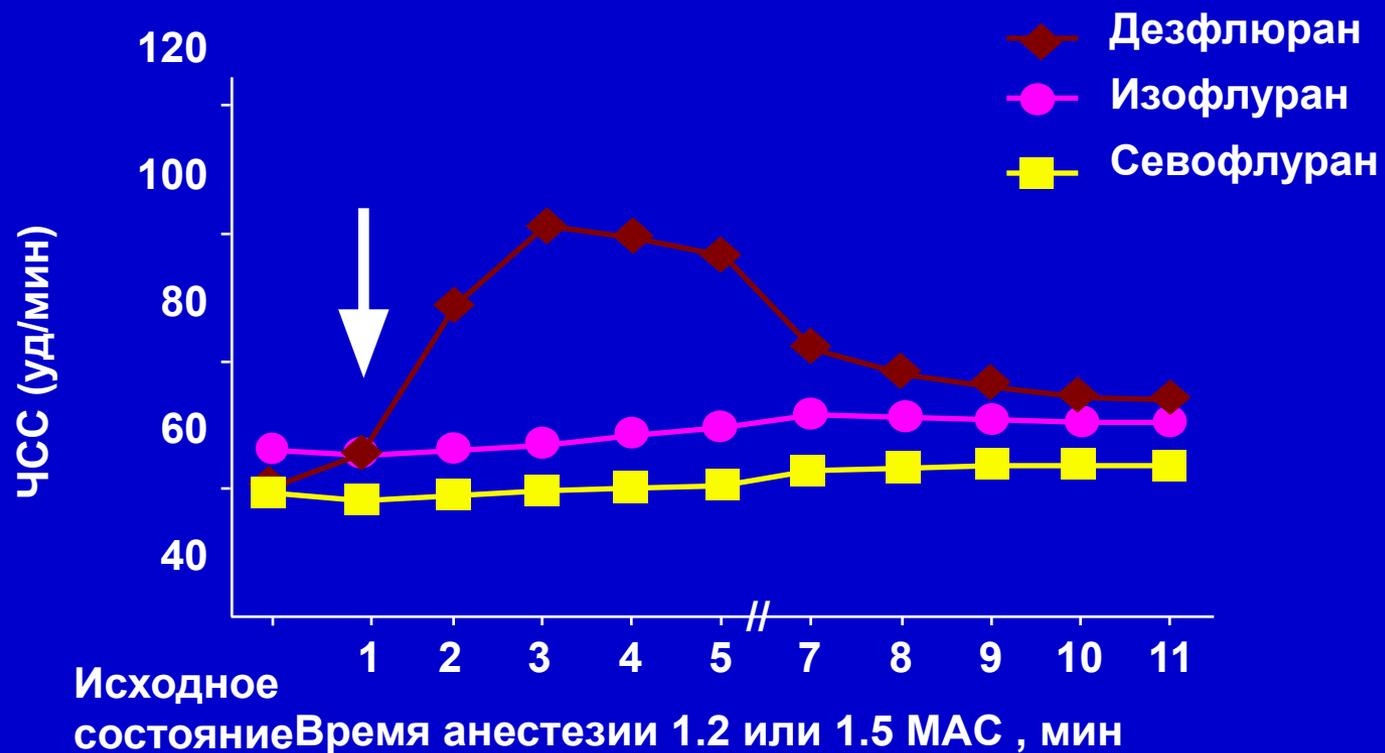
- Снижают расход релаксантов на 30-50%

Влияние галогенизированных анестетиков (3)

Сердечно-сосудистая система

- ↓ сократимости миокарда:
Г > И, С
- ↓ ОПС: И > С > Г
- ↓ ЧСС: Г > С > И
- Коронарная вазодилатация:
И > С > Г





КСЕНОН

- **Физ.-хим. свойства:** инертный газ, без запаха, высокая МАК, низкий коэф. кровь/газ
- **Метаболизм:** не подвержен метаболизму
- **Преимущества:**
 - отличная управляемость
 - наиболее быстрое наступление анестезии и пробуждение
 - анальгетические свойства
- **Недостатки:**
 - высокая стоимость
 - необходимость использования специальной наркозно-дыхательной аппаратуры

Классификация потока

SIMIONESCU 1986 (Модификация Baker AB 1994)

- ОЧЕНЬ ВЫСОКИЙ ПОТОК - > 4 л/мин
- ВЫСОКИЙ ПОТОК - 2- 4
- **СРЕДНИЙ ПОТОК - 1-2**
- **НИЗКИЙ ПОТОК - 500- 1000 мл/мин**
- **МИНИМАЛЬНЫЙ ПОТОК - 250-500**
- МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ ПОТОК - 250

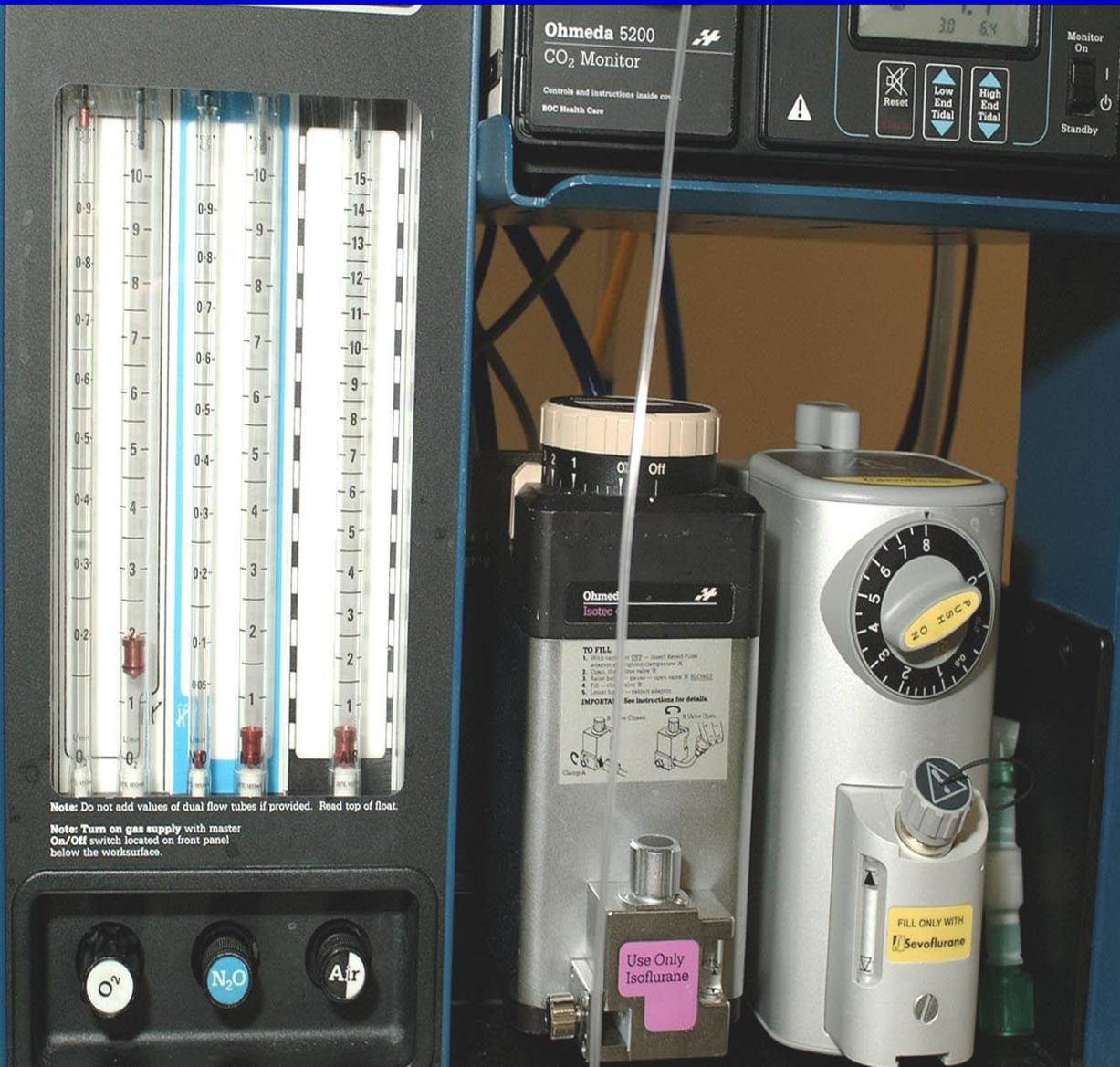
(Baker A.B. "Low flow and closed circuits", Anaesth Intensive Care 1994; 22:341-2)

Натронная известь

- Для удаления углекислоты
- Смесь 94% $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 5% NaOH и 1% KOH , взаимодействует с CO_2 с образованием карбонатов, тепла и воды
- Содержит небольшое количество силиката для стабилизации гранул и индикатор, меняющий цвет при изменении pH. При изменении 75% цвета натронную известь надо заменять



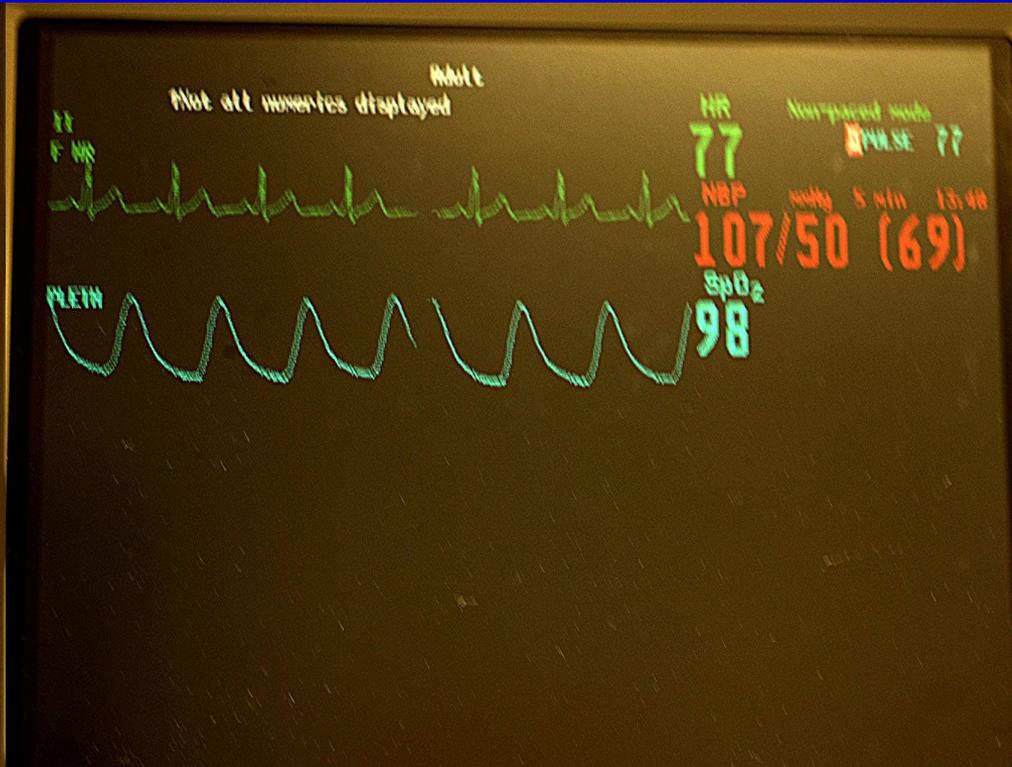
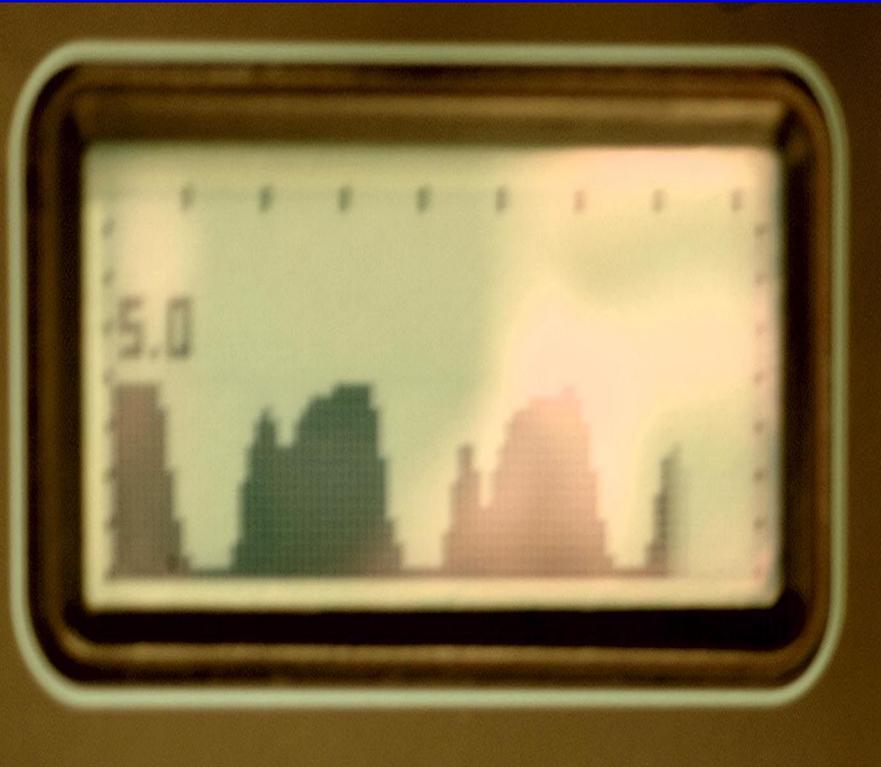
Денитрогенизация



- 2 л/мин O₂ (80%)

- 8 % SEVO

Мониторинг

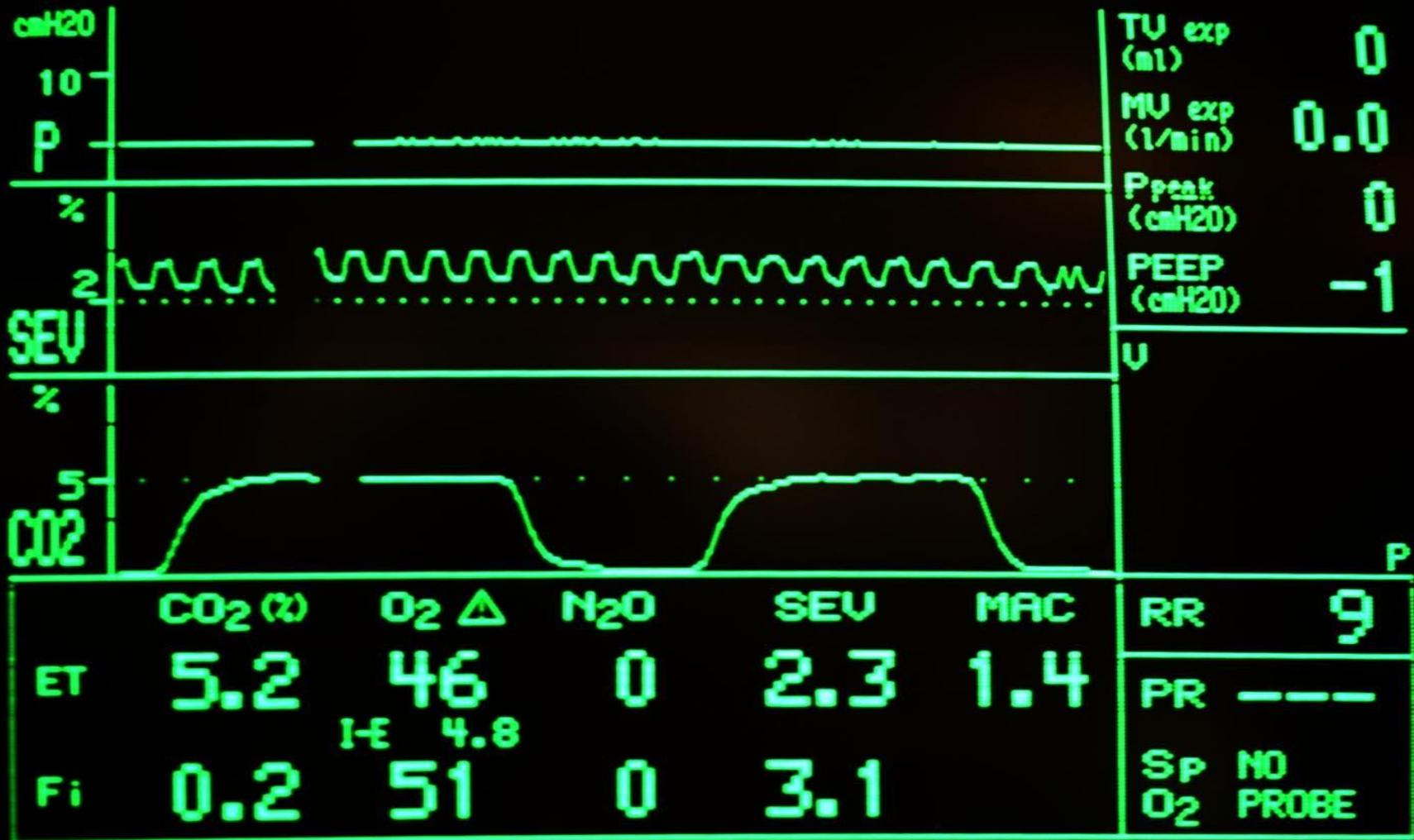


Насыщение



- 1 л/мин O₂
- 1 л/мин ВОЗДУХ
- 8% SEVO

Поддержание



15:11