Ингаляционная анестезия. Как и зачем?

Для начала немного об индукции в наркоз

Индукция

- Цель: «чтобы пациент уснул»
- Метод перехода из первой стадии наркоза в третью, минуя быстро стадию возбуждения
- Не обязательно должна включать анальгетик
- Важна скорость (вв), мягкость, управляемость

Индукция

А как же газ???

Препараты:

- **Пропофол**
- Золетил
- Кетамин/Диазепам

Скорость	Мягкость	Управляемость
Пропофол Золетил Кетамин/Диазепам	**Пропофол** Золетил Кетамин/Диазепам	**Пропофол** Золетил Кетамин/Диазепам

А как насчет индукции ингаляционными анестетиками?

Газовые анестетики (севофлюран, изфлюран)

~~Кошки и собаки~~

Грызуны, рептилии, птицы

Контроль АД (пальпация), ЧСС (аускультация) и SpO2

Агрессивных кошек в боксе разрешено (AAFP 2018) только седатировать! Доставать необходимо сразу после потери координации движения. Строгие правила. Повышенный риск

Основной наркоз

Три обязательных компонента наркоза

СОН

- **Основные препараты**
- Дополнительные

МИОРЕЛАКСАЦИЯ

- **Основной метод**
- Дополнительные

АНАЛЬГЕЗИЯ

- **Основные препараты**
- Дополнительные

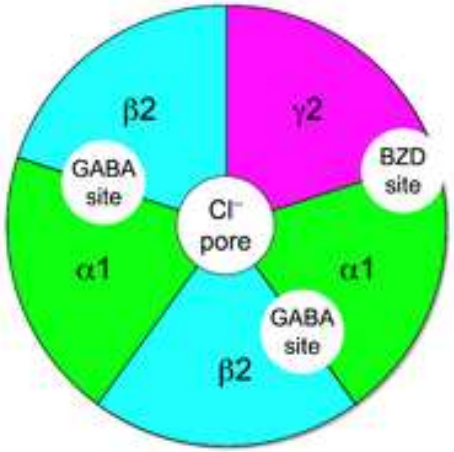
Периоперационный СОН с потерей памяти (амнезия)

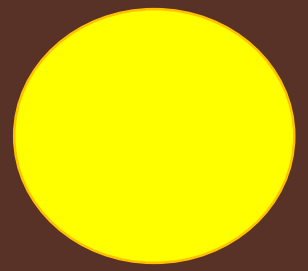
Характеристики сна

- Обязателен для всех операции
- Постоянная глубина во время всей операции
- Естественность – воздействие на ГАМК рецепторы – гипнотики
- Успокоение во время премедикации улучшает сон
- Глубокий сон позволяет пациенту так же расслабиться (средняя/глубокая центральная миорелаксация)

Препараты для медикаментозного сна:

- Действие препаратов всегда центральное – головной мозг
- Рецепторы – ГАМК/GABA (гипнотики), адрено, дофаминовые
- Основные гипнотики - Пропофол, ИА
- Дополнение – бензодиазепины (ГАМК), прочие препараты для успокоения (ГАМК), альфа-2-агонисты (адренорецепторы ГМ), АЦП (дофа ГМ)





Ингаляционные анестетики

- Изофлюран
- Севофлюран

Ингаляционные анестетики

Эффекты на рецепторы:

- **Активация ГАМК – амнезия**
- Слабое влияние на NMDA – диссоциативная амнезия и слабый анальгетический эффект

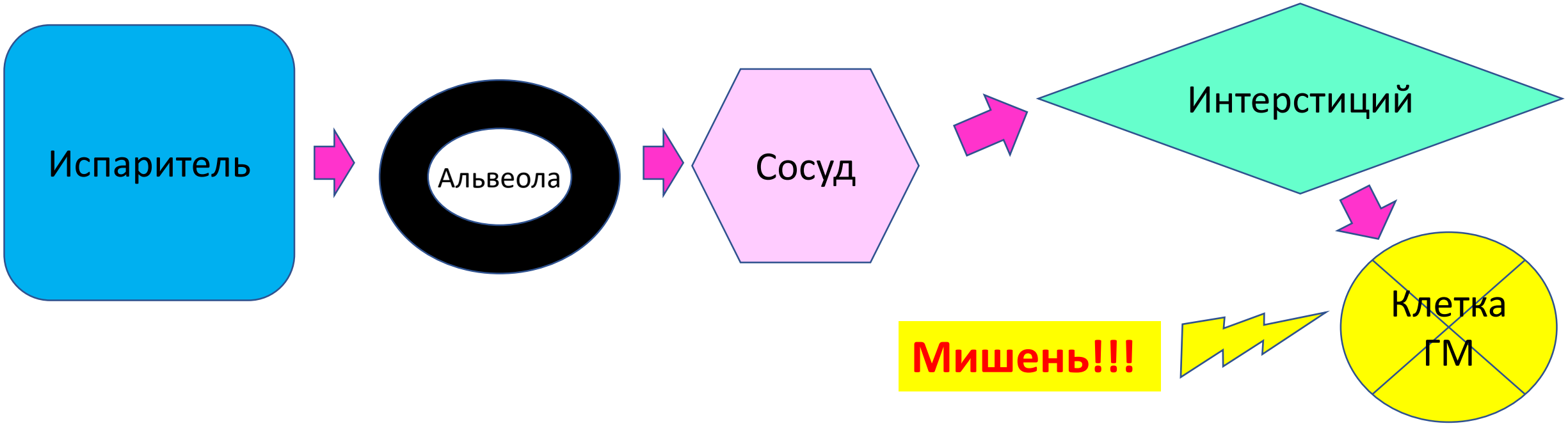
Inhalant anaesthetics

These are used for general anaesthesia in animals. They have favourable pharmacokinetic characteristics with predictable and rapid adjustment of anaesthetic depth. Most common agents are halothane, isoflurane and sevofurane but none have analgesic properties.

www.wsava.org

- Усиление активности глициновых рецепторов – расслабление мускулатуры

Равновесие ПДА



Фаза насыщения. Особенности.

Как быстрее достичь равновесия ПДА???

Концентрация - увеличение ПДА может быть достигнуто увеличением концентрации анестетика во вдыхаемой смеси

Вероятно превышение необходимого ПДА и появление побочных эффектов.

Вентиляция – увеличение ПДА может быть достигнуто увеличением альвеолярной вентиляции.

- Анестетик поступает непрерывно
- Подходит для анестетиков с высокой растворимостью
- **Депрессия дыхания ослабляет темп роста ПДА**

Растворимость в крови

Коэффициент Освальда

Коэффициент распределения газ/кровь – определенное количество молекул газа распределяются/связываются с элементами крови и не участвуют в формировании ПДА.

Кр = отношение концентраций анестетика в двух фазах в состоянии равновесия. Равновесие определяется как состояние, которое характеризуется одинаковым парциальным давлением в обеих фазах.

- *Закись азота – 0,47*
- *Изофлюран – 1,4*
- *Севофлюран – 0,59*

Важно для фазы насыщения!!!

Минимальная альвеолярная концентрация

- **МАК** – это мера активности ингаляционного анестетика и определяется как минимальная альвеолярная концентрация в фазе насыщения (steady-state), которой достаточно для предотвращения реакции 50% больных на стандартный хирургический стимул (разрез кожи).

- **Факторы повышения МАК –** гипертермия, гипертиреоидизм, катехоламины и симпатомиметики, гипернатриемия
- **Факторы снижения МАК –** гипотензия, снижение СВ, гипотермия, альфа-2-агонисты и седативные препараты, гипотермия

Изофлюран – ок. 1,5%

Севофлюран – ок. 2,5%

Различный для разных видов, но в пределе 0,3 от этих значений

Минимальная альвеолярная концентрация

Isoflurane ≅ 1,2-1,8%

Sevoflurane ≅ 1,8-2,6%

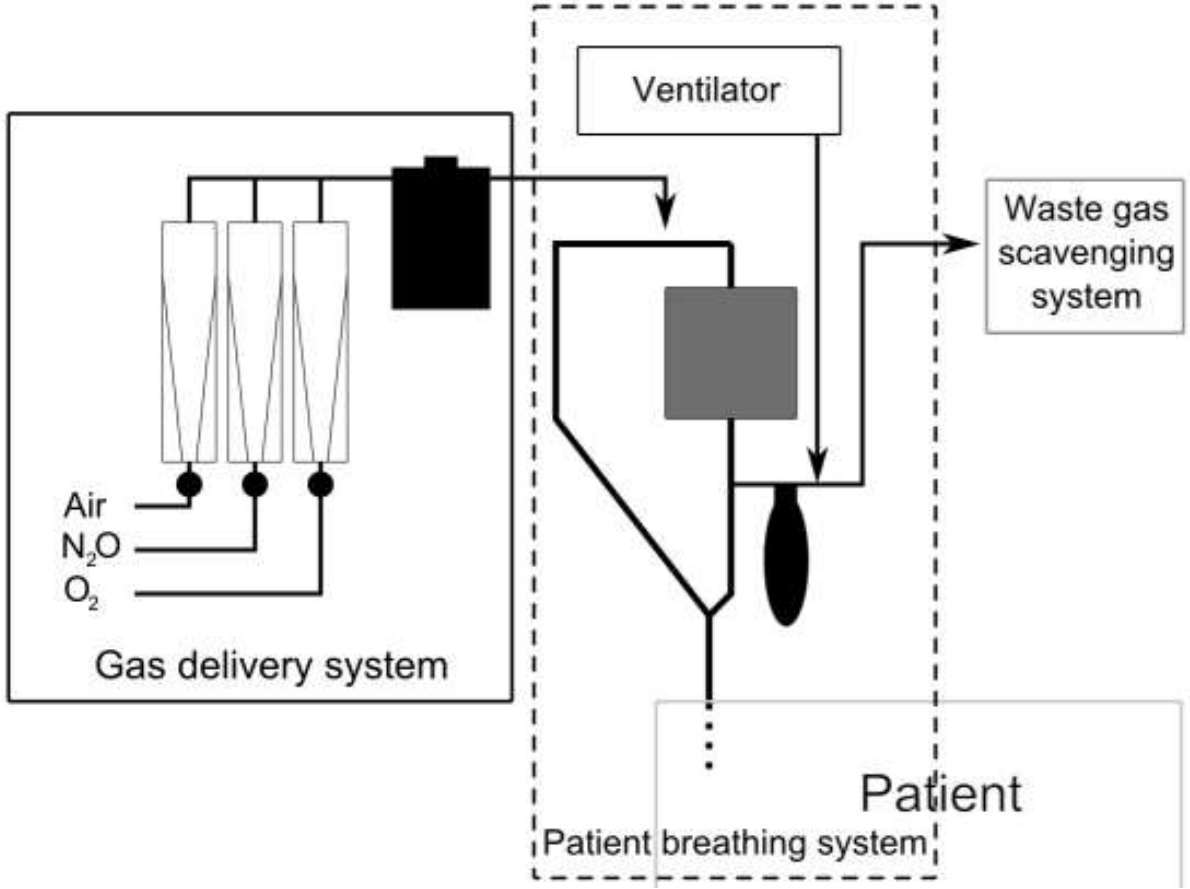
<u>Основные моменты:</u>

- Умеренное снижение АД (вазодилатация), в начале
- Снижение перфузии органов (нивелируется умеренной инфузией)
- Нет метаболизма (0,2%) у изофлюрана

Механика ИА

Аппарат для ингаляционного наркоза

Оригинальный концепт ингаляционного наркозного аппарата был создан Henry Boyle (1875–1941) в 1917.



Anesthesia machines

10 000 – 100 000 $

Pictures by free internet

Anesthesia machines

1 000 – 10 000 $

Pictures by free internet

Anesthesia machines

<< 1-2 000 $

Pictures by free internet

Аппарат для ингаляционного наркоза

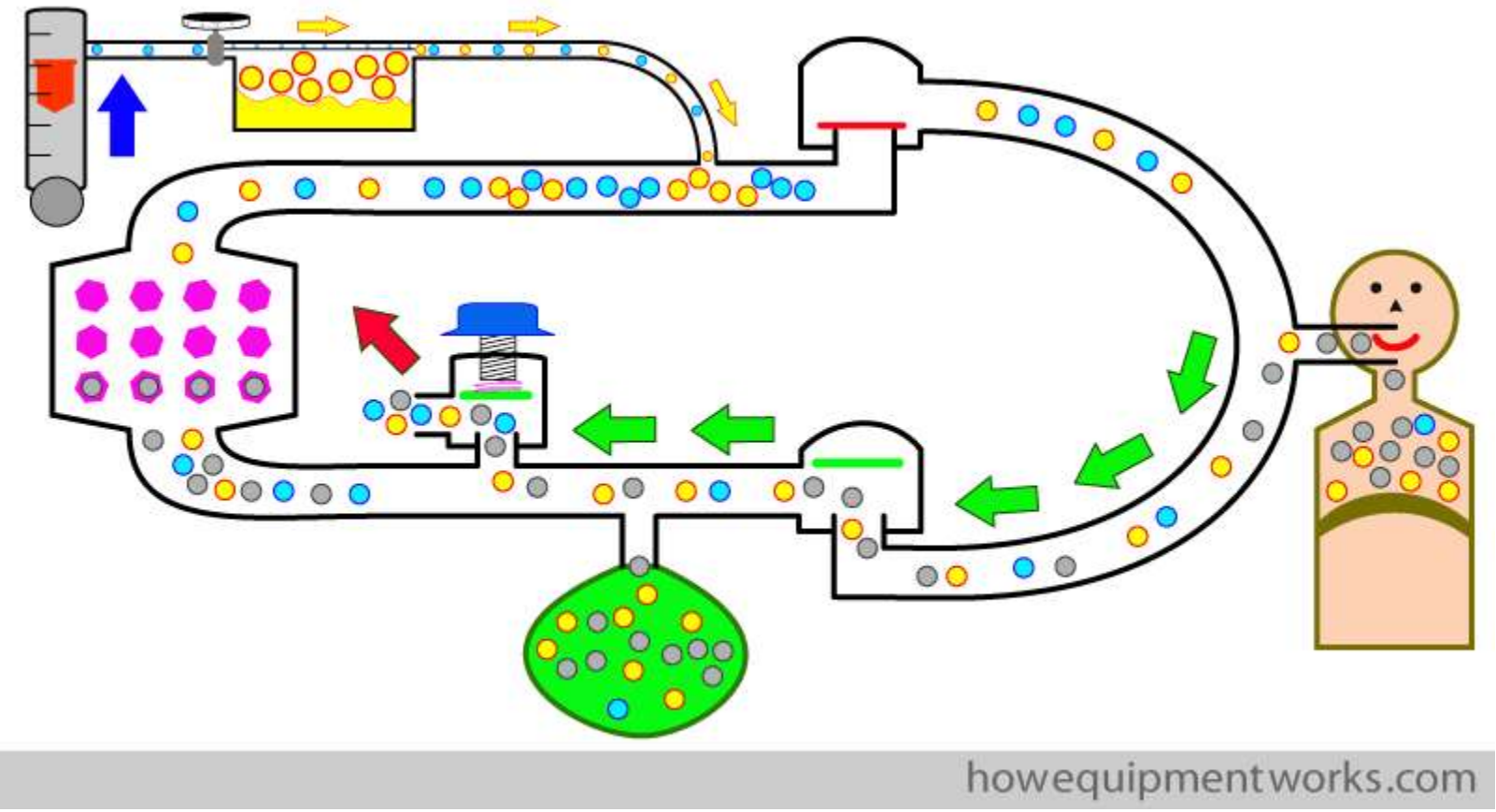
<u>В состав любых форм аппаратов входит:</u>

- **Соединение с кислородом (концентратор, баллон)**
- **Ротаметр («трубочка с поплавком»)**
- **Испаритель**
- **Накопительный мешок и клапан APL**
- **Контуры**
- **Абсорбер**

Дополнительно:

- *Вентилятор*
- *Система мониторинга газов*
- *Система мониторинга витальных функций*

Контур дыхательный



Типы дыхательных контуров

Не реверсивный	Реверсивный
Открытый	Полузакрытый
Полуоткрытый	Закрытый

- **Полуоткрытый – испаритель → легкие → среда (patients << 5 kg BW)**
- **Полузакрытый – испаритель → легкие → абсорбер → легкие /среда (patients >> 5 kg BW)**

Поток O2 зависит от …

Сколько нужно ставить поток O2?

Полу открытый: 100-200 ml/kg/min

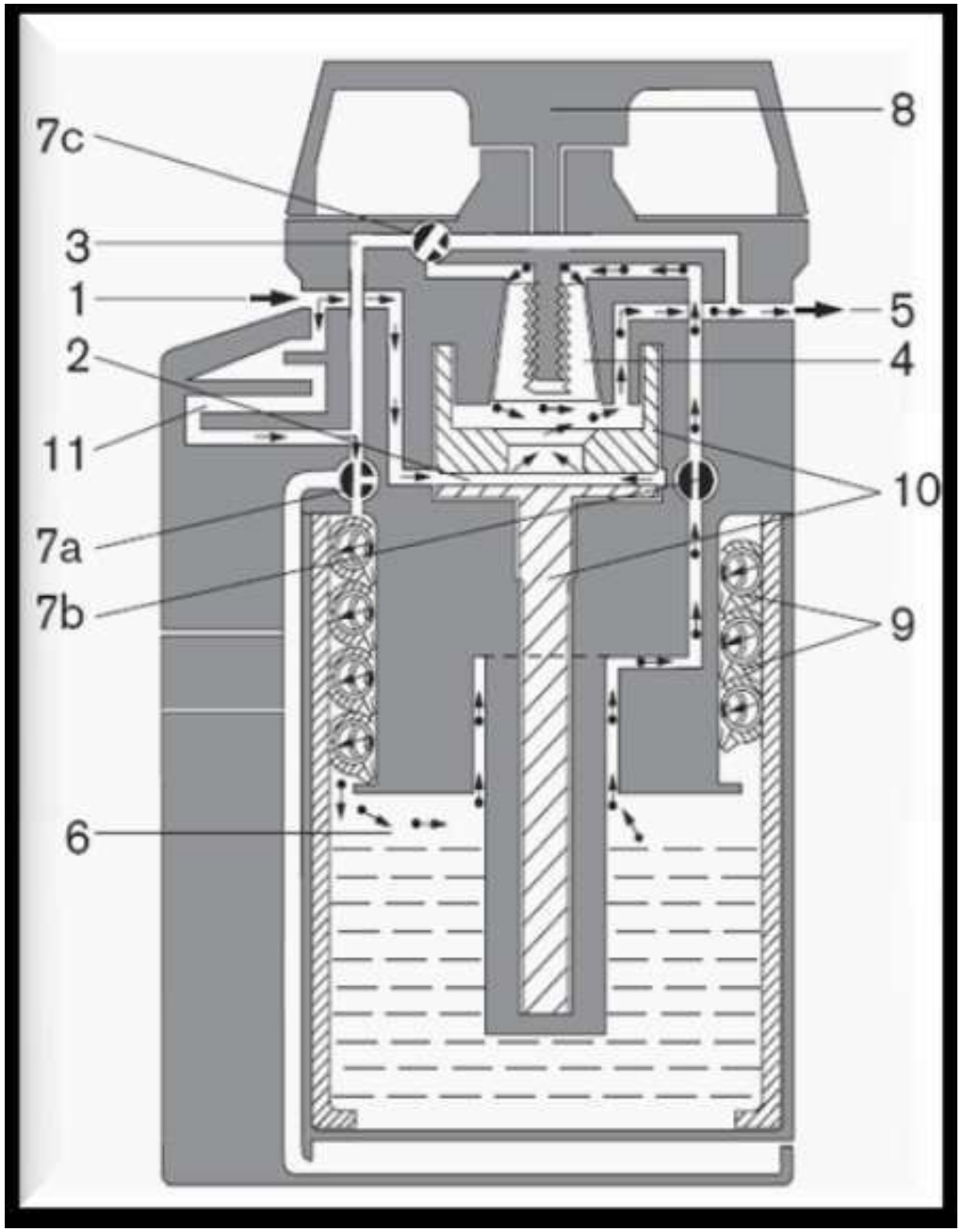
Полузакрытый: 50 ml/kg/min

Закрытый: 4-10 ml/kg/min – весь O2 утилизируется. Применение данного контура затруднительно и не безопасно

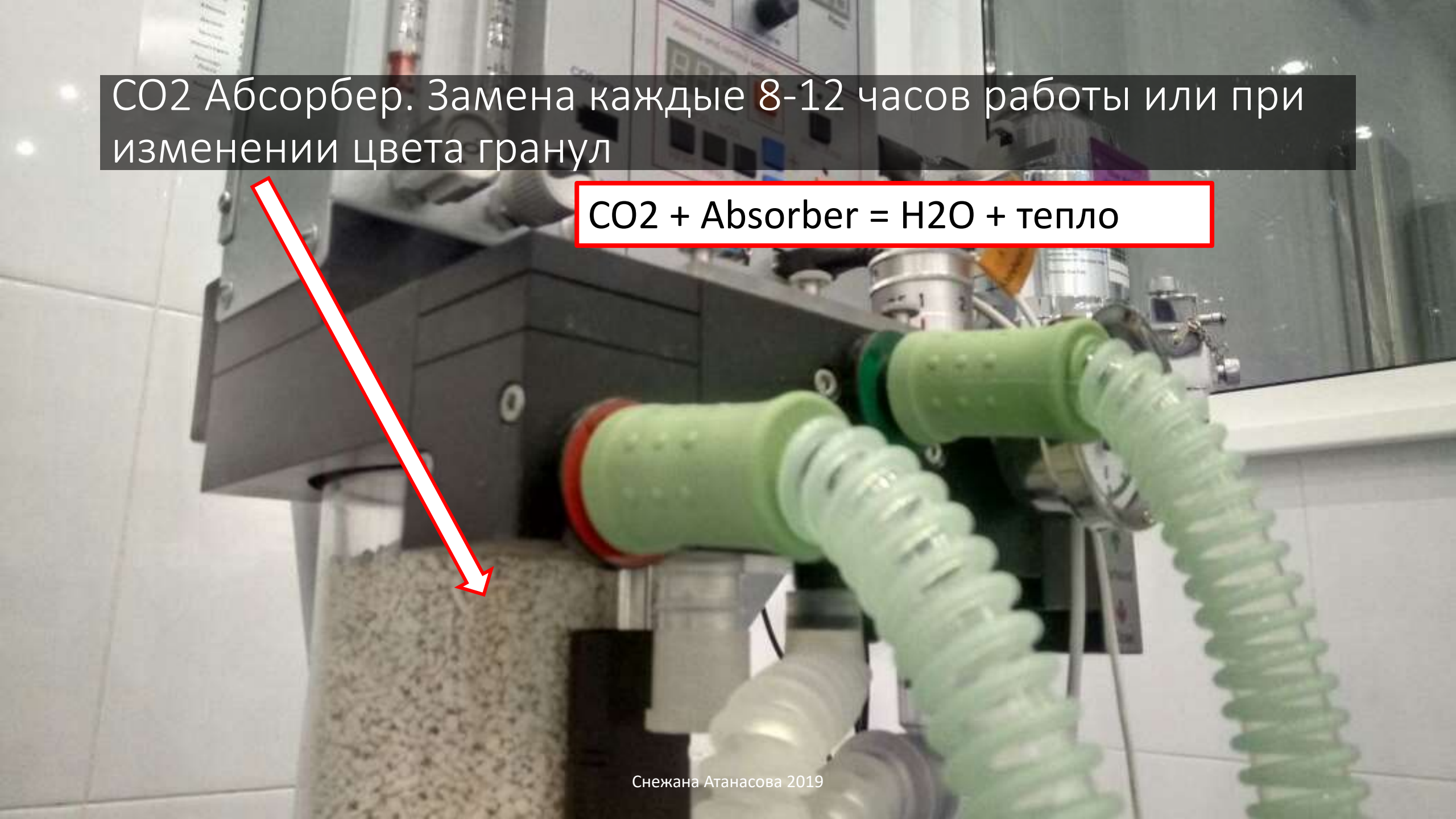
Испарители

- Испаритель для каждого газа свой

Vol %
Isoflurane

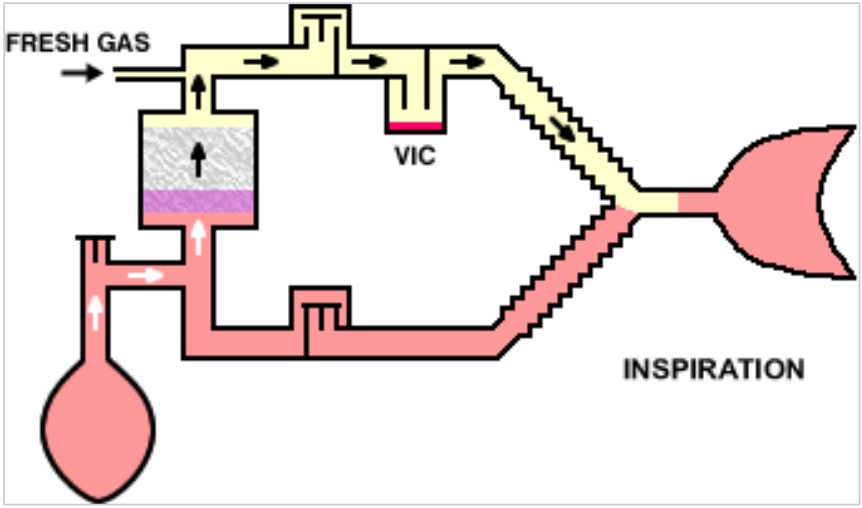

7c
3
1
2
11
7a
7b
6
8
5
4
10
9

CO_2 Абсорбер. Замена каждые 8-12 часов работы или при изменении цвета гранул



CO_2 + Absorber = H_2O + тепло

Дыхательные системы



Реверсивные

+ Нагрев смеси, экономия газа
- **Гиперкапния**, превышение МАК если нет анализатора газов

Нереверсивные

+ Всегда свежая смесь → контроль CO2 и %ИА
- **Гипотермия**, высокий расход газа, *загрязнение операционной*

Угольный фильтр

Угольный фильтр для абсорбции газов после ингаляционного наркоза. Пропускает кислород и углекислый газ. Цикл использования фильтра составляет приблизительно 20 часов в зависимости от интенсивности использования. Фильтр насыщается и должен быть заменен, когда вес фильтра увеличился на 200 г.

Дыхательные системы для кошек

- Для кошек < 3 кг – нереверсивные ДС
- Для кошек 3 кг и более возможны реверсивные системы при минимальном потоке 0,5 л/мин
- *Схожие рекомендации в педиатрии*

	Patient body weight				
	kg	lb	Rebreathing bag size	Oxygen flow rate – first 15 mins*	Minimum oxygen flow rate – maintenance†
Rebreathing circuit (circle system)	0–3	0–7	Use non-rebreathing circuit		
	3–7	7–15	1 l	2–3 l/min	0.5 l/min
	7–10	15–22	1 l	2–3 l/min	0.5 l/min

*Higher oxygen flow rates in the first 15 mins accelerate the rate of change in inhalant concentration in the rebreathing anesthetic circuit
†Monitor inspired CO_2 to assess rebreathing of CO_2 and the need for higher or lower oxygen flow rates. With an active scavenging system, higher oxygen flow rates may be needed (this will not harm patients)

Нереверсивные ДС

Классификация Mapleson (UK) 1954г.

<u>Клапанные (только предохранительный клапан)</u>

- Bain (Mapleson D)
- Mini-Lack (Mapleson A)

<u>Бесклапанные</u> – намного дешевле, можно сделать самим; *загрязнение операционной*

- Ayres T (Mapleson E)

Классификация дыхательных систем

Классификаций много

- 1954 проф. Mapleson в UK
- Не включает системы с поглощением углекислоты

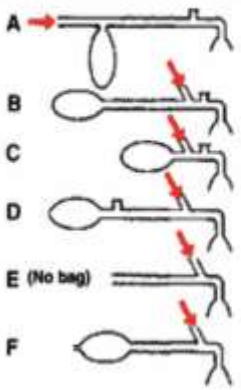
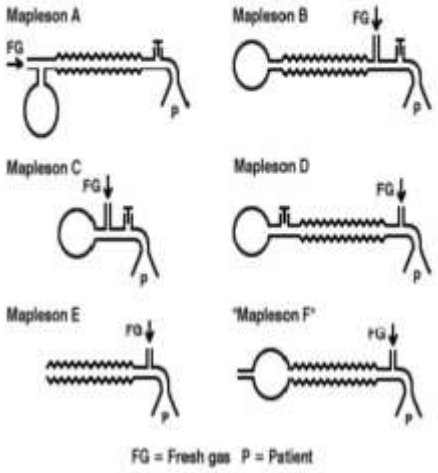


Figure 1

Mapleson classification of anaesthetic breathing systems. The arrow indicates entry of fresh gas to the system.

Классификация дыхательных систем

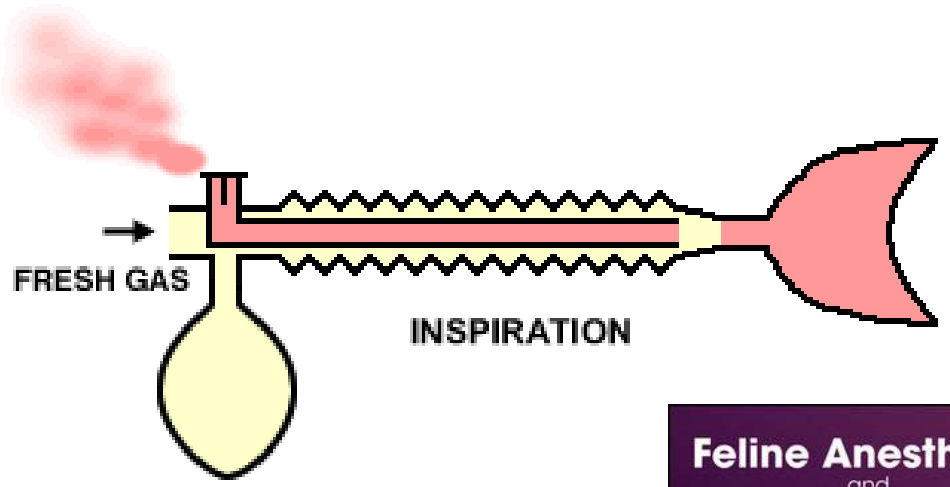
- **Mapleson A** – Magill и Lack
- **Mapleson B and C** – используются в основном при реанимации, т.к. Происходит смешение выдыхаемых и вдыхаемых газов. Не подходят для анестезии
- **Mapleson D** – контур Bain
- **Mapleson E** - Ayre's T-образный контур
- **«Mapleson F»** – контур Jackson-Rees' модификация контура Ayre's

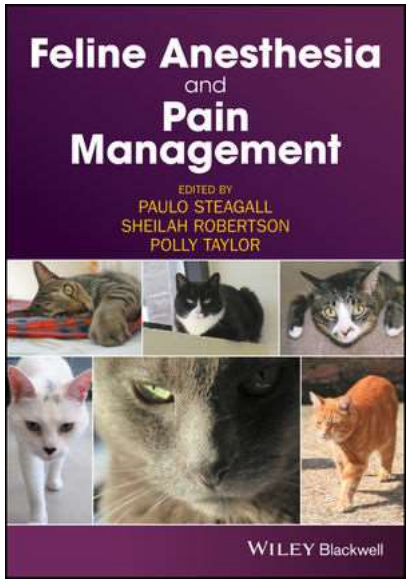


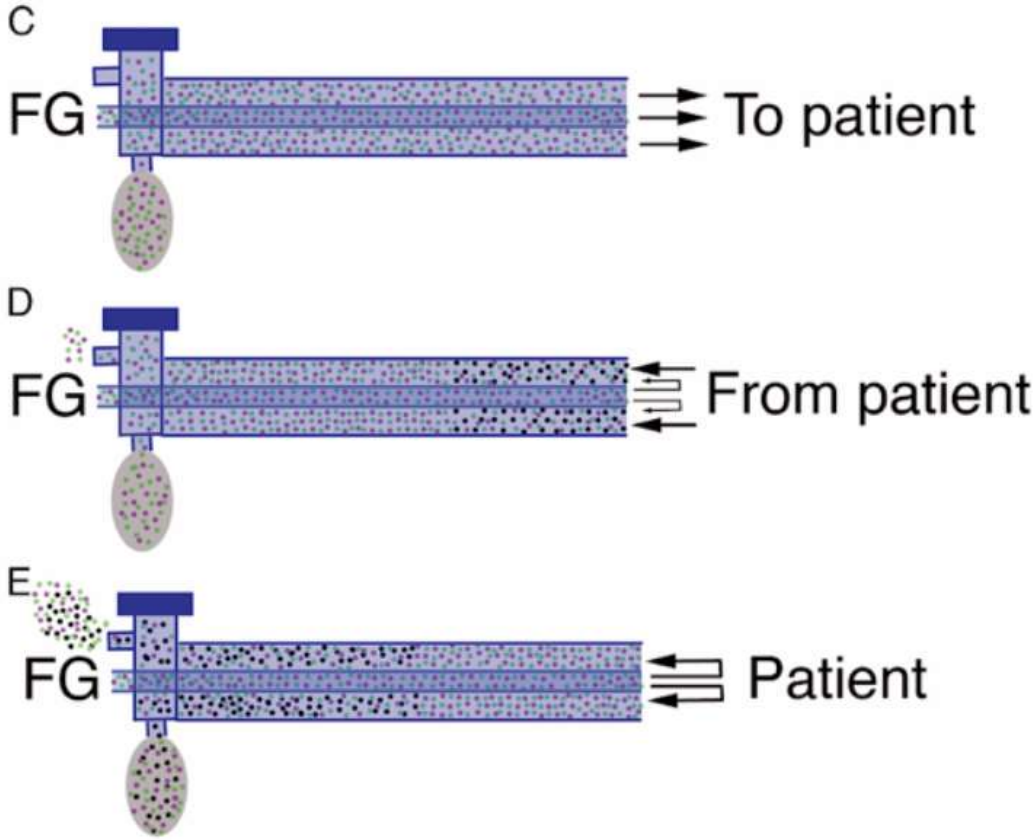
А.М. Варвинский, Торбей, Великобритания

Bain

- 1972г. Bain & Spoerel, коаксиальный контур
- Поток газа до 100-300 мл/кг/мин
- Выдыхаемый газ вытесняется в фазу выдоха сильным однонаправленным потоком
- Можно подключать ИВЛ с потоком 50-70 мл/кг/мин







Снежана Атанасова 2019

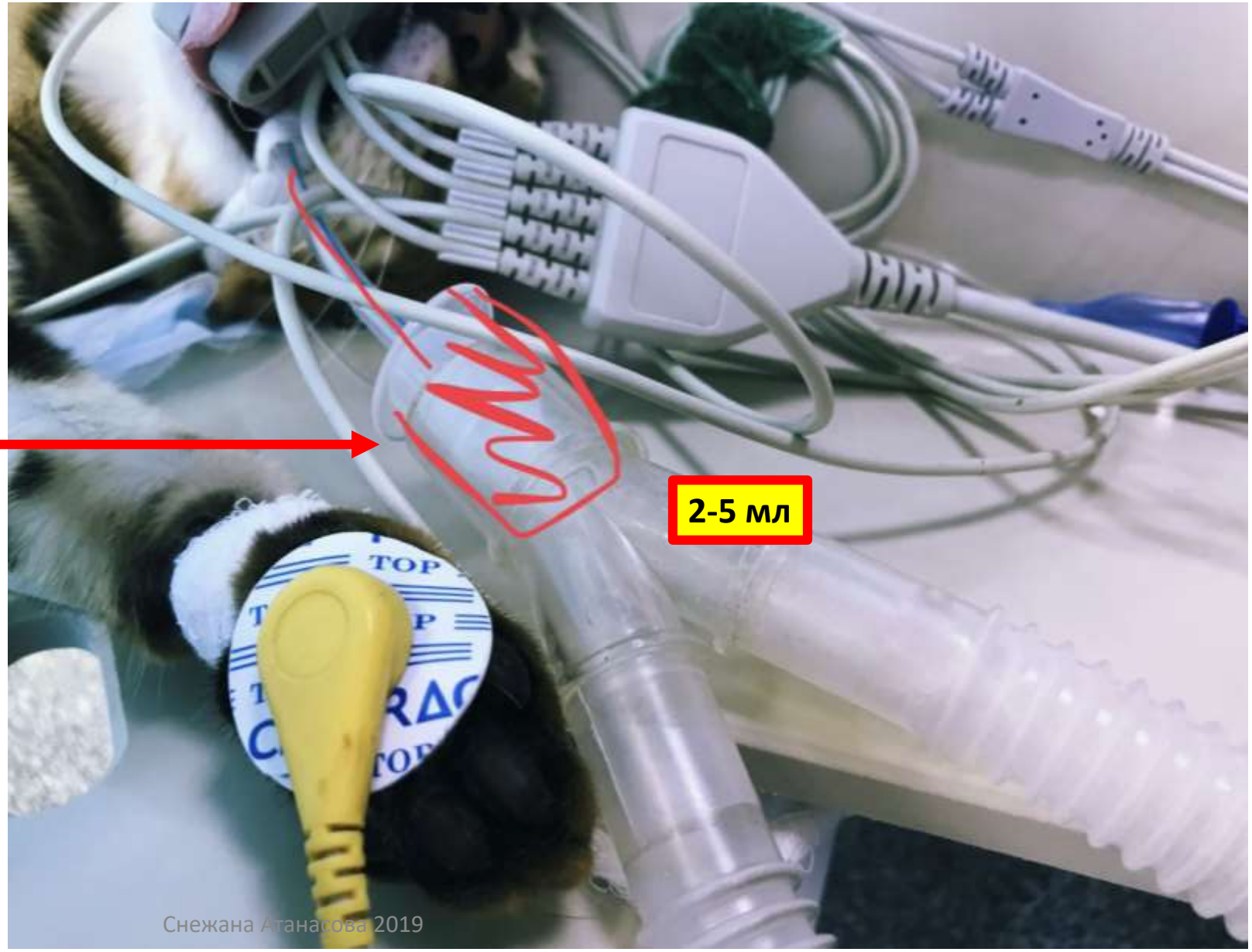
Paulo Steagall - Feline Anesthesia and Pain Management, 2018

Что еще важно? Детали!

“Что мертво, умереть не может “

What Is Dead May Never Die

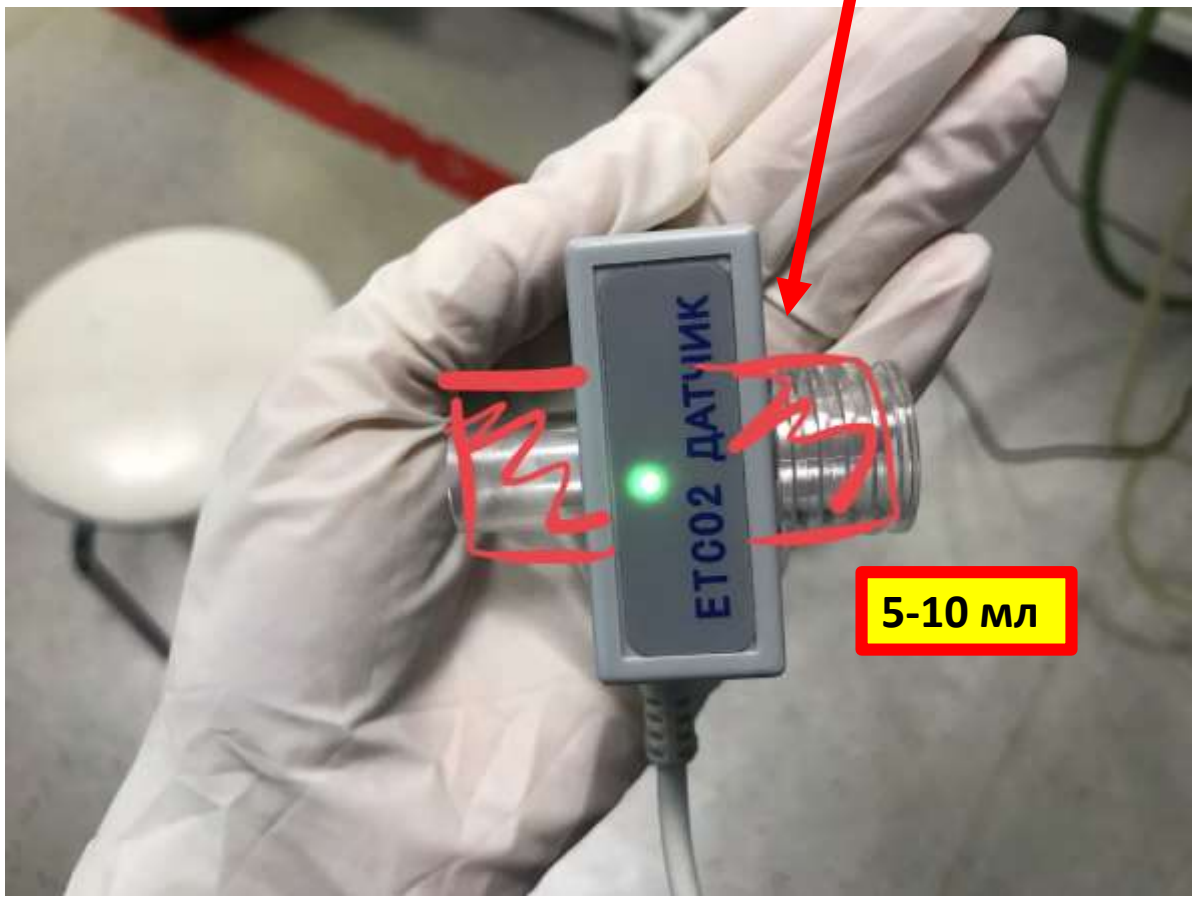
Мертвое пространство
Death space

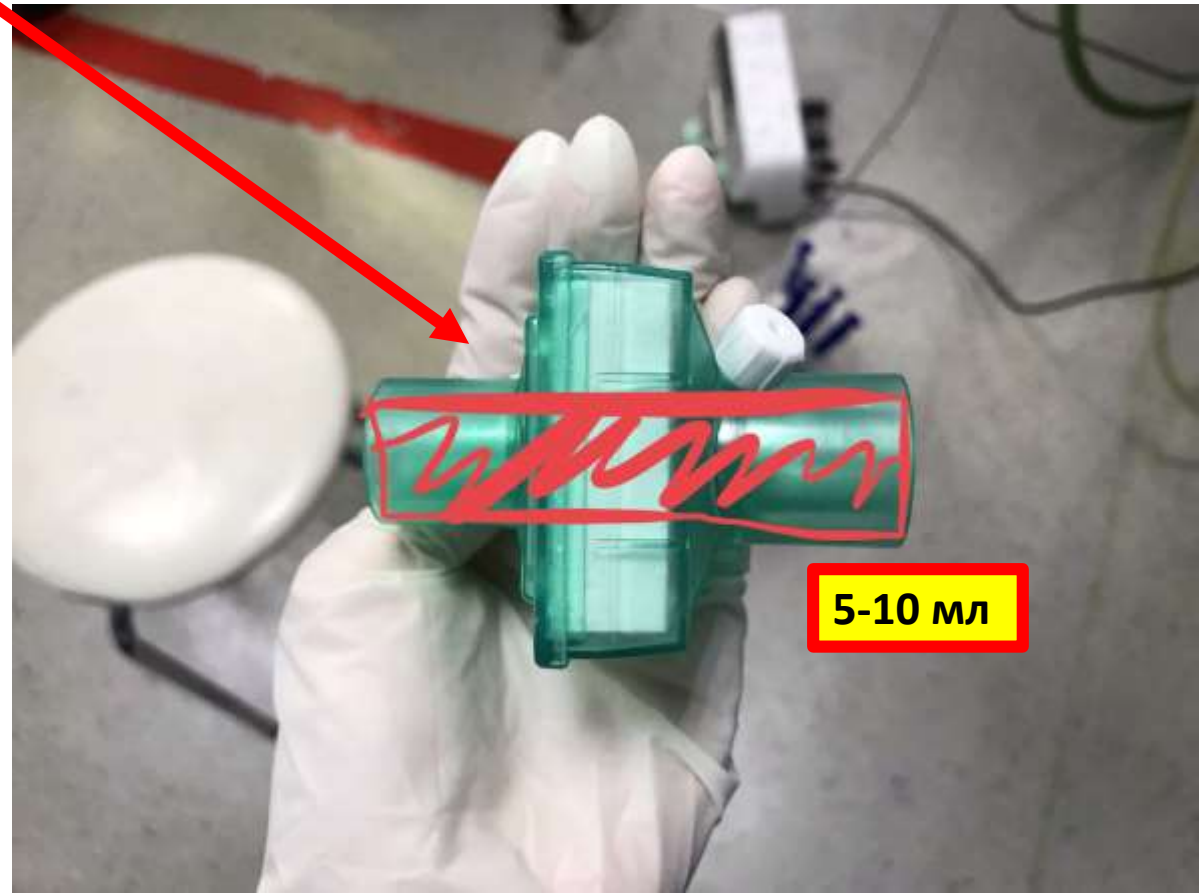


Снежана Атанасова 2019

Мертвое пространство
Death space

«Что мертво, умереть не может… но восстает вновь, сильнее и крепче»





Мертвое пространство
Death space

«Что мертво, умереть не может… но восстает вновь, сильнее и крепче»

Экономический вопрос. Как снизить количество газа и сделать ИА дешевле?

Как безопасно снизить МАК?

- ~~Закрытый реверсивный контур~~
- ~~Снижение потока при нереверсивном контуре~~

Жизнь дороже литра газа!

Как безопасно снизить МАК?

- Кетамин, Тилетамин ИПС –МАК↓ до 60%
- Опиоиды ИПС –МАК↓ на 30%

Pascoe PJ, Ilkiw JE, Craig C, et al. The effects of ketamine on the minimum alveolar concentration of isoflurane in cats. Vet Anaesth Analg 2007

Как безопасно снизить МАК?

ДММ ИПС ???

- МАК↓
- **Может оказать дозозависимый (1 мкг/кг/час) отрицательный эффект у кошек с диастолическими нарушениями**
- А что если брать концентрацию меньше? – компромисс между требуемой анальгезией и отрицательными эффектами

Лидокаин ИПС ???

- МАК↓
- **Оказывает значимую депрессию ССС**

- *Pypendop BH, Barter LS, Stanley SD, et al. Hemodynamic effects of dexmedetomidine in isoflurane-anesthetized cats. Vet Anaesth Analg 2011*
- *Carvalho E., et al. Dexmedetomidine low dose followed by constant rate infusion and antagonism by atipamezole in isoflurane-anesthetized cats: an echocardiographic study. Vet Anaesth Analg 2019*
- *Pypendop BH and Ilkiw JE. Assessment of the hemodynamic effects of lidocaine administered IV in isofluraneanesthetized cats. Am J Vet Res 2005*

CONCLUSIONS AND CLINICAL RELEVANCE: *In isoflurane-anesthetized cats, although IV administration of lidocaine significantly decreased inhalant requirements, it appeared to be associated with greater cardiovascular depression than an equipotent dose of isoflurane alone. Administration of lidocaine to reduce isoflurane requirements is not recommended in cats.*

Преимущества ингаляционных анестетиков

1. Управляемость
2. Более глубокий сон и расслабление (ГАМК + глициновые рецепторы)
3. Отсутствие метаболизма *
4. Нет межвидовых противопоказаний*

Но!!!

- ИА не является прямым выбором в качестве наиболее безопасной!
- Она опасна так же как и ТВА, и безопасна так же как и ТВА.
- Анестезия должна быть целевой и обязательно индивидуально подобрана под каждого пациента!!!

Главное в ингаляционной анестезии дышать ☺!

Снежана Атанасова 2019

Вентиляция

Вентиляция

Аппарат

Капнограф/капнометр

- Показывает ЧДД и количественный мониторинг содержания CO_2
- Параметр – end-tidal CO_2 ($EtCO_2$). Измеряется в % или mmHg.

Нормы: 5-6% или 35-45 mmHg. Превышение этих параметров – объективное показание для перевода пациента на ИВЛ. На практике приемлемы 28-50 mmHg

Монитор пациента – ЧДД. Не достоверный источник информации!!!

Клинические признаки

Не указывают на качество дыхания! ☹

Однако! Минимум – у каждого пациента при проведении общей анестезии следует постоянно оценивать клинические признаки - экскурсия грудной клетки, наблюдение за дыхательным мешком и аускультация легких. При отсутствии капнометра обязательно сопоставлять с оксигенацией*

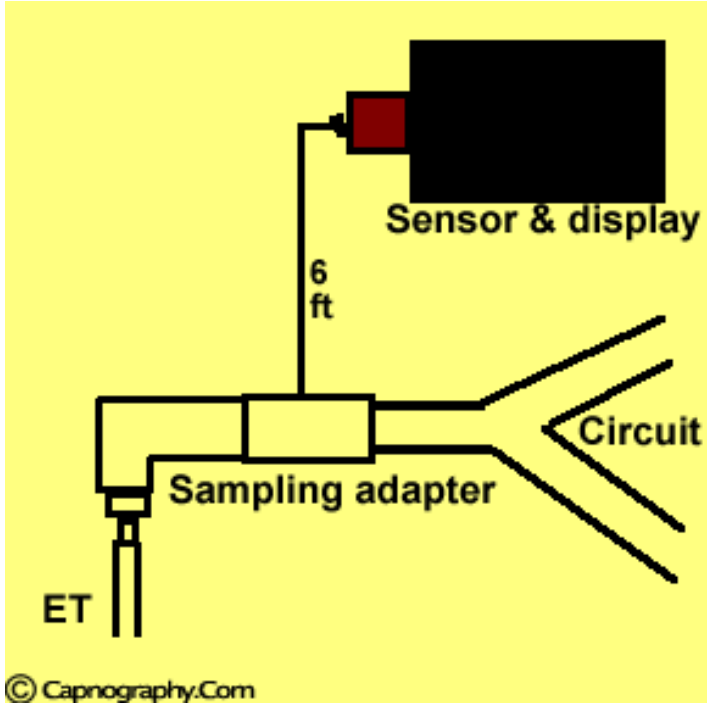
Снежана Атанасова 2019

Капнометрия

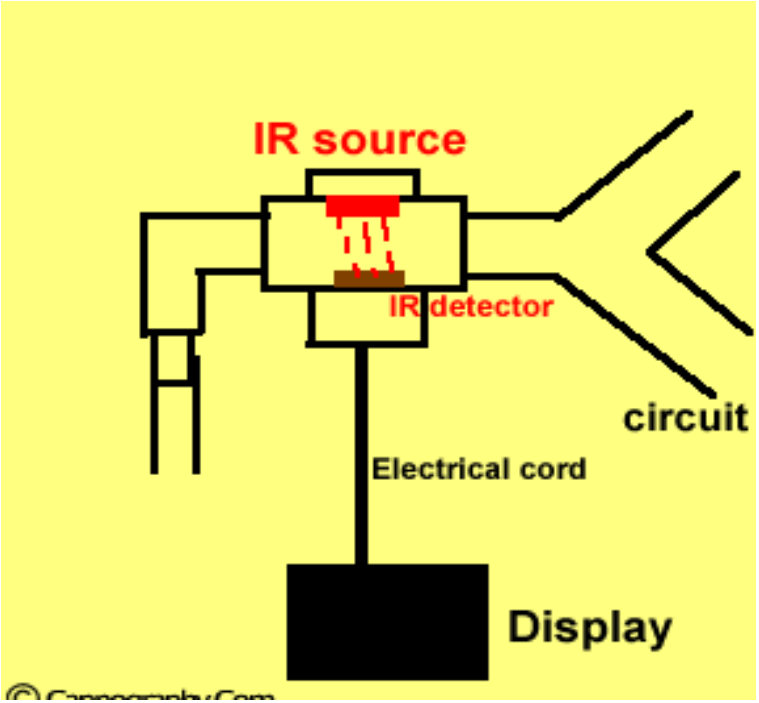
- Капнометрия - измерение концентрации углекислого газа в газовой смеси (вдыхаемом или выдыхаемом газе, газонаркотической смеси, атмосферном воздухе).
- Капнометр - прибор для измерения концентрации углекислого газа в газовой смеси.
- Капнограф - прибор, отображающий на экране в виде графика результаты измерения концентрации углекислого газа.

Слайд подготовлен Игорем Алексеевым, анестезиолог, Москва

Системы газоанализаторов



sidestream analysis



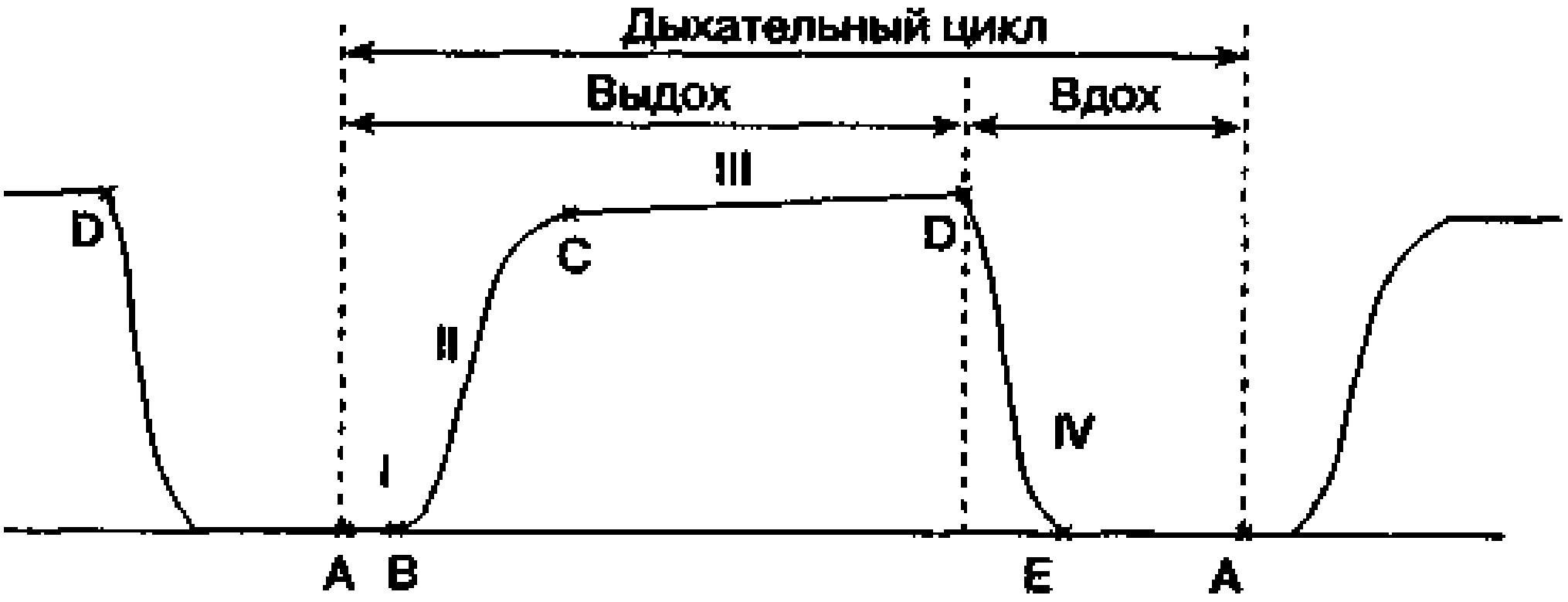
mainstream analysis

Слайд подготовлен Игорем Алексеевым, анестезиолог, Москва

Боковой поток
Side-stream

Снежана Атанасова 2019

Анатомия капнограммы



Слайд подготовлен Игорем Алексеевым, анестезиолог, Москва

Вар.
2019-09-02 19:03:42
ЭКГ - отв. отвл.
II
X1
Монитор
ЭКГ
1 мВ
120
50
ЖЭ

ST ВЫКЛ
CO2
50
CO2
mmHg
65
20
Et
57
чдд
11
0
Сохр.
X2
Авто
Дых.
30
8
11
Источн. CO2
Спис. нАД
ЧП
Время
нАД
mmHg
00:00
15 мин
160
90
---/---

Текущая конфигурация:По умолчанию
Запустите
Настр. трав.
Alarm Reset
Alarm Pause
Freeze
Menu
Record

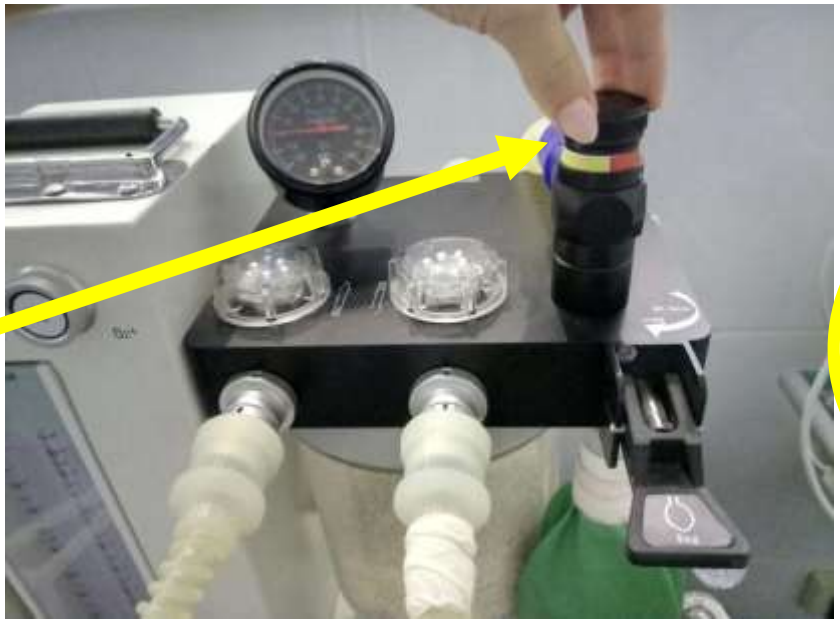
Примеры капнограмм

Нормальная капнограмма

Примеры капнограмм

Бронхопазм

ИВЛ накопительным мешком ингаляционного аппарата



Вентиляция накопительным мешком ингаляционного аппарата

- Давление на вдохе (см. манометр) до 1.5-2 кПА (= 15-20 см.в.ст.). Оптимально чуть ниже 10-12 см.в.ст
- Равно примерно ДО 8-10 мл/кг

Спасибо за внимание!