

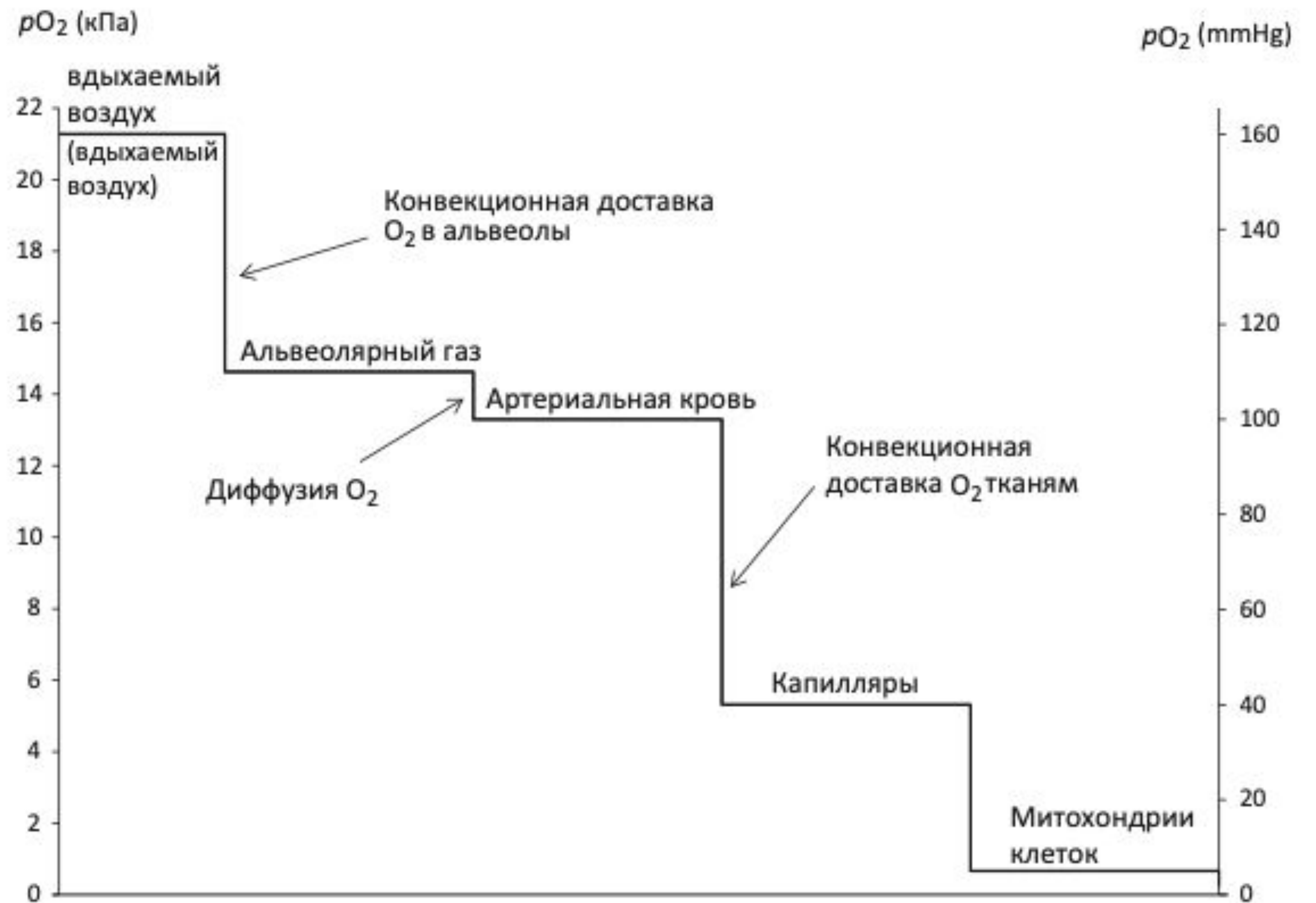
Гипоксемия, гиперкапния и гипокапния
во время анестезии и в ближайшем послеоперационном
периоде

Рослякова Алёна, 4
курс

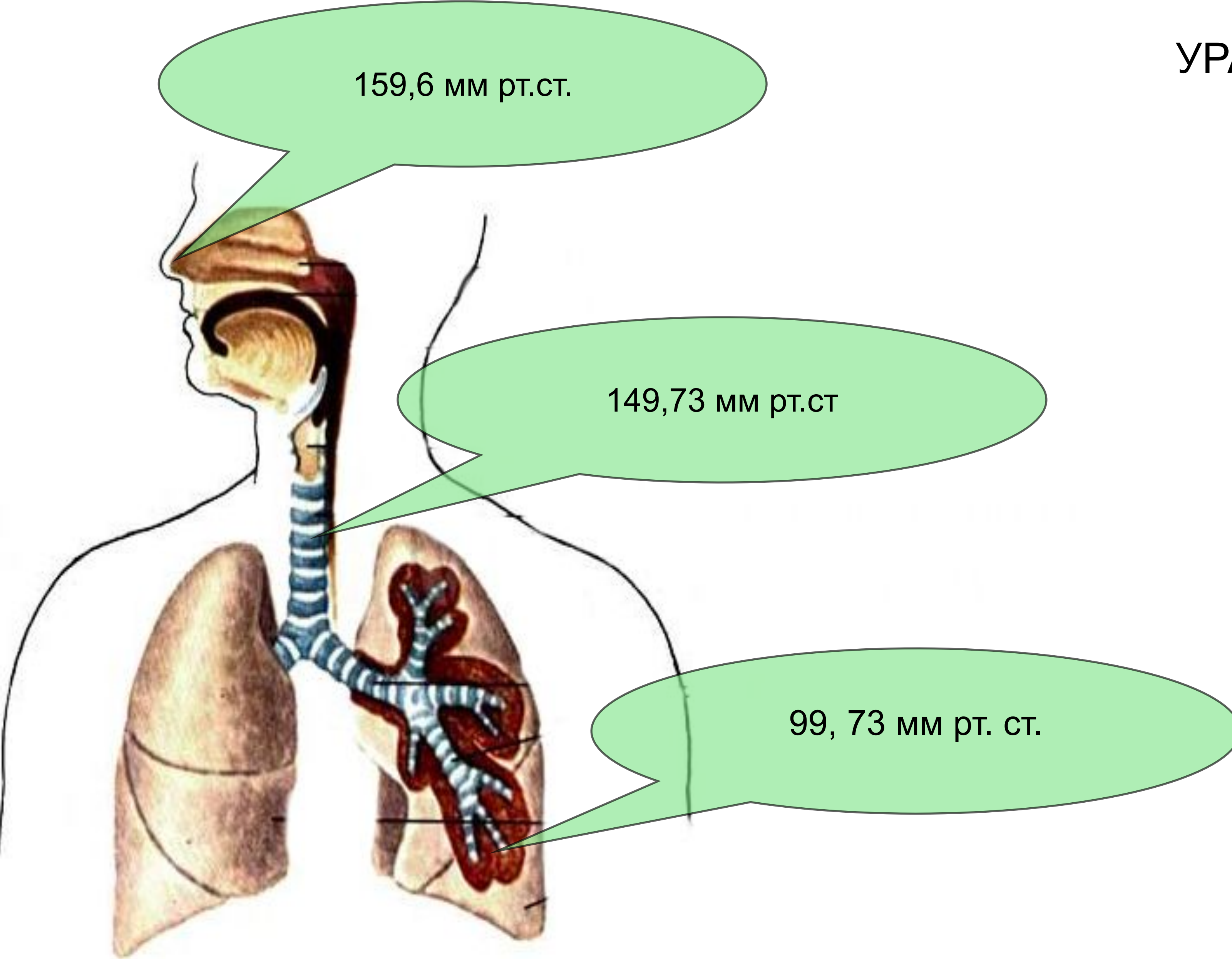
Кислородный каскад— естественное снижение P_{O_2} на пути от атмосферного воздуха до митохондрий клетки.

Кислород диффундирует по градиенту давления от относительно высокого уровня во вдыхаемом воздухе, до все более низких уровней в дыхательных путях, альвеолярном газе, артериальной крови, капиллярах и, наконец, в клетках/ митохондриях, где наблюдается самый низкий уровень P_{O_2} .

Градиент давления в кислородном каскаде физиологически очень важен для доставки кислорода воздуха к тканям.



УРАВНЕНИЕ АЛЬВЕОЛЯРНОГО ГАЗА



Воздух $P_{O_2} = 149,73$ мм рт. ст. поступает в альвеолу.

В альвеолах вдыхаемая смесь смешивается с альвеолярным газом, кислород поглощается и добавляется углекислый газ.

- 1) $P_{ACO_2} \approx P_{aCO_2} = 40$ мм рт.ст.- > столько поступает из крови
- 2) RQ(дыхательный коэффициент)- отношение между O_2 и $CO_2 = 0,8$
- 3) Количество выделившегося в кровь O_2 :

$P_{aCO_2} : RQ = 50$ мм рт. ст.

4) $P_{AO_2} = 149,73$ мм рт. ст.- 50 мм рт. ст. =

99,73 мм рт. ст. => движущая сила.

ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ КИСЛОРОДА В АРТЕРИАЛЬНОЙ КРОВИ

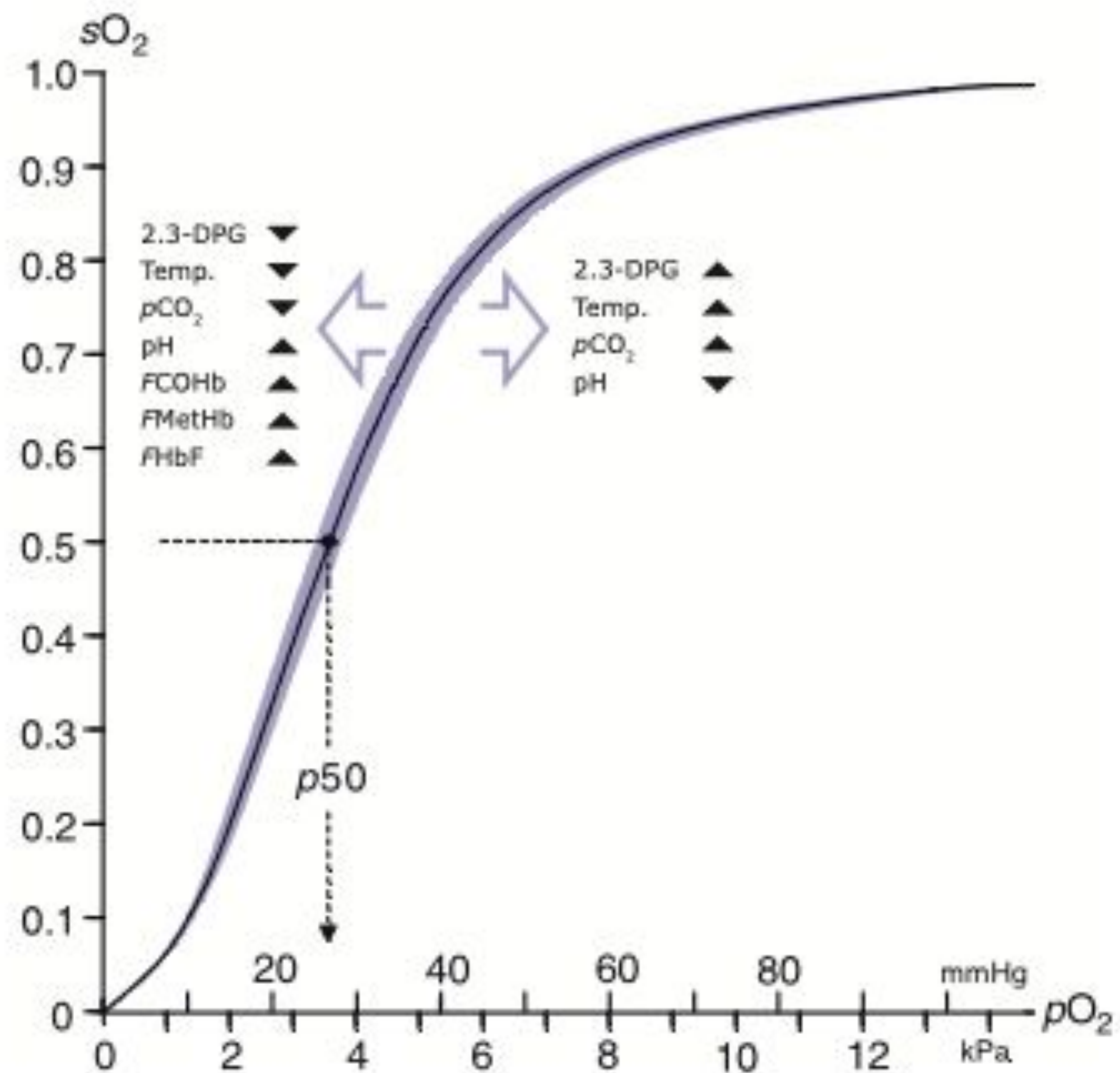
Парциальное давление кислорода (P_{aO_2}) в артериальной крови - результат поглощения кислорода путем диффузии через альвеолярно-капиллярную мембрану из легких в кровь. Отражает лишь очень небольшую часть общего содержания кислорода в артериальной крови (S_tO_2).

НО! именно этот параметр определяет количество кислорода, связанного с гемоглобином (S_{O_2}), и тем самым общее количество кислорода, транспортируемого артериальной кровью и потенциально доступного клеткам.

P_{aO_2}

FShunt

AKM



Если P_{aO_2} падает, то происходит существенное снижение S_{O_2} и, следовательно, способность крови к переносу кислорода резко снижается.

ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ КИСЛОРОДА В АРТЕРИАЛЬНОЙ КРОВИ

Диффузия из альвеолярного пространства в капилляры МК количественно определяется с помощью альвеолярно-капиллярного градиента = $P_{AO_2} - P_{aO_2}$

Увеличение этого градиента приводит к снижению P_{aO_2}

P_{AO_2} -высота над уровнем моря, фракция кислорода во вдыхаемом воздухе

Диффузионная способность легочной ткани

V / Q : Степень внутри- и внелегочного шунтирования-> прямая зависимость

Гипоксемия - это состояние, при котором парциальное давление кислорода в артериальной крови ниже 80 мм рт. ст. при дыхании воздухом ($F_iO_2 = 0,21$).

Степень выраженности гипоксемии – основа оценки тяжести ОДН.

Гипоксемия ≠ Гипоксия

Но!

В перспективе развитие гипоксии из-за недостаточного общего содержания кислорода в крови-> нарушение механизма оксигенации тканей -> невозможность поддержания нормального аэробного метаболизма->повышение уровня лактата в крови (метаболический ацидоз)

Симптомы гипоксемии:

Снижение SpO₂
(измеренного пульсоксиметром)

+ клинически:

- тахикардия
- артериальная гипертензия
- цианоз



Пульсоксиметр является системой раннего оповещения. Он непрерывно измеряет уровень насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом->может указать на гипоксемию гораздо раньше, чем анестезиолог заметит ее клинические признаки, например цианоз.

ПРИЧИНЫ:

I) Неисправное оборудование

- нарушения в работе оксиметра
- ошибки, связанные с нарушением работы мониторов

II) Ошибки при интубации:

- Интубация пищевода
- Эндобронхиальная интубация

III) Нарушение вентиляции

1) Причины, связанные с оборудованием

- Отсоединения дыхательного контура или трахеальной трубки
- Смещение эндотрахеальной трубки (плохая фиксация трубки, её смещение при движении головы во время операции)
- Обструкция эндотрахеальной трубки (сдавление зубами, перегиб, попадание сгустков крови, мокроты)

2) Отравление препаратами, вызывающих угнетение ДЦ(опиаты, барбитураты)

ПРИЧИНЫ:

3) Повышение сопротивления дыхательных путей

- Ларингоспазм
- Бронхоспазм
- Обструкция ДП (бронхиальным секретом, кровью)

4) Пневмоторакс (ятрогенный - при катетеризации подключичной вены)

5) Аспирация

IV) Недостаточная доставка O_2 (все причины, приводящие к уменьшению СВ)

- Гиповолемия
- Эмболия
- Нарушение работы сердца - аритмия, сердечная недостаточность
- Нарушение венозного возврата из-за сдавления НПВ (беременные)

V) Осложнения со стороны пациента

- Неожиданное развитие анафилактической реакции (бронхиолоспазм)
- Патология легких, которая не была диагностирована
- Избыточная масса тела

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЙ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ СОСТОЯНИЯ:

- 1) Оксигенация-100% кислород
- 2) Показания пульсоксиметра считать правильным, пока не будет доказано обратное
- 3) Проинформировать хирурга и остановить какие-либо воздействия до установки причины
- 4) Проверка работы оборудования- если оборудование неисправно, используем мешок Амбу
- 5) Поиск других причин по алгоритму:
 - A – дыхательные пути проходимы?
 - B - дыхание присутствует?
 - C - кровообращение в норме?
 - D - препараты не являются причиной проблемы?

6) При подтверждении других причин- терапия

- При любых сомнениях в правильности положения интубационной трубки - экстубация и использование лицевой маски
- Аспирация- санация дыхательных путей
- Ларингоспазм- углубление анестезии . Применение интубирующей ларингеальной маски. Введение дополнительной дозы миорелаксантов.
- Бронхоспазм-в/в введение аминофиллина
- Угнетение работы ДЦ- введение антидота(налоксон, флумазенил)
- Подозрение на клапанный пневмоторакс-экстренная декомпрессия грудной клетки не дожидаясь результатов рентгенографии
- Анафилаксия- прекратить введение препарата, адреналин
- Нарушение геодинамики-проверить наличие гиповолемии.
При необходимости- инфузионная терапия+ мезатон
- Рассмотреть возможность изменения положения пациента (беременные) с целью уменьшения давления матки на НПВ (голова на более низком уровне, ноги на более высоком уровне)

ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА

Количество CO_2 в крови контролируется частотой и глубиной дыхания.

P_{aCO_2} - это параметр, характеризующий дыхательный компонент кислотно-основного состояния и отражающий адекватность легочной вентиляции. Он зависит от содержания в крови небольшой порции двуокиси углерода (~5 % от общего CO_2), которая растворена в плазме крови.

В нормальных условиях поддерживается относительно постоянный уровень P_{aCO_2} между 35 и 45 мм рт.ст.

Понятия гипокапния и гиперкапния обозначают уменьшение и увеличение показателя P_{aCO_2} соответственно ниже и выше нормальной величины. Метод мониторинга—капнография.

Гиперкапния- повышение парциального напряжения CO₂ выше 45 мм рт. ст.

ПРИЧИНЫ:

1)Связанные с оборудованием:

- Израсходованные абсорбенты- отработанная натронная известь
- Неисправность обратного клапана выдоха
- Увеличение мертвого пространства- длинные трубки вентилятора

2)Гиповентиляция, которая является результатом неадекватных дыхательных объемов и / или частоты дыхания, способствующих низкой минутной вентиляции

3) Системная абсорбция во время лапароскопических операции с наложением карбоксиперитонеума

КОРРЕКЦИЯ СОСТОЯНИЯ:

1)Коррекция частоты и глубины дыхания пациента- выставление других параметров дыхания на аппарате ИВЛ

2)Проверка работы оборудования, замена натронной извести

Гипокапния - снижение парциального напряжения CO_2 ниже 34 мм рт. ст.

Основная причина- гипервентиляция

Избыточная минутная вентиляция, неверная ЧД и ДО, выставленные на аппарате ИВЛ-> $\downarrow P_{\text{CO}_2}$ во вдыхаемом воздухе-> развитие алкалоза.

КОРРЕКЦИЯ СОСТОЯНИЯ:

Коррекция частоты и глубины дыхания пациента- выставление других параметров дыхания на аппарате ИВЛ.

РАННИЙ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

Чтобы точно определить частоту и тяжесть послеоперационной гипоксемии, необходимо постоянно регистрировать сатурацию.

При необходимости для коррекции состояния пациенту показана кислородотерапия

ЦЕЛЬ: устранение послеоперационной гипоксемии

При некоторых особенностях пациента, операции или раннего послеоперационного периода развитие гипоксемии можно прогнозировать:

- возраст
 - вес
 - предоперационная анемия
 - ХОБЛ
 - хирургический разрез в верхней части живота или внутригрудной области
 - продолжительность операции более 2 часов
- БОЛЕЕ ПРИСТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ.**

ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ

1) Гиповентиляция ($\downarrow P_{aO_2}$, $\uparrow P_{CO_2}$)- развивается сразу, после выхода из наркоза

- Недостаточная декураризация
- Отравление препаратами, вызывающее угнетение ДЦ

2) Эмболия ($\downarrow P_{aO_2}$, рефлекторный бронхоспазм при гипоперфузии)

- ТЭЛА мелких ветвей ЛА
- Жировая эмболия при операции на трубчатых костях
- Эмболия околоплодными водами (акушерство)

3) Нарушение проходимости верхних ДП ($\downarrow P_{aO_2}$, возможны $\uparrow P_{CO_2}$ $\downarrow P_{CO_2}$)

- Отек и гематома гортани после травмы, полученной при интубации
- Двухсторонне повреждение возвратного нерва
- Инородные тела, оставленные после анестезии
- Ларингоспазм

4) Бронхоспазм ($\downarrow P_{aO_2}$, $\uparrow P_{CO_2}$)

5) Ателектаз ($\downarrow P_{aO_2}$, $\uparrow P_{CO_2}$)- развивается на 3-4 сутки

6) Развитие послеоперационной пневмонии ($\downarrow P_{aO_2}$, одышка)- развивается на 5-6 сутки

- Снижение защитных механизмов легких и присоединение инфекции
- Развивается на фоне сформировавшихся во время операции ателектазов
- Аспирационная пневмония

7) Развитие ОРДС ($\downarrow P_{aO_2}$)

- Аспирация
- Послеоперационный сепсис


ТЕРАПИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ:

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ:

- 1) Установление причины
- 2) Кислородотерапия
- 3) При неэффективности- замена функций внешнего дыхания

ОСОБЕННОСТИ ЛЕЧЕНИЯ:

- 1) Возможно использование антидотов при угнетении ДЦ
- 2) Декураризация
- 3) Ликвидация сопутствующей обструкции ВДП
- 4) Обеспечение дренажа мокроты
- 5) При ателектазе- применение ИВЛ в РЕЕР режиме
- 6) При бронхоспазме- внутривенное введение холинолитиков, ГКС
- 7) ОРДС
 - ИВЛ с высоким FiO_2
 - лечение причины
 - ГКС в высоких концентрациях
- 8) ТЭЛА
 - Антикоагулянты
 - Тромболитис
- 9) Применение АБП при пневмонии



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ**