Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования
Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования
Министерства здравоохранения Российской Федерации

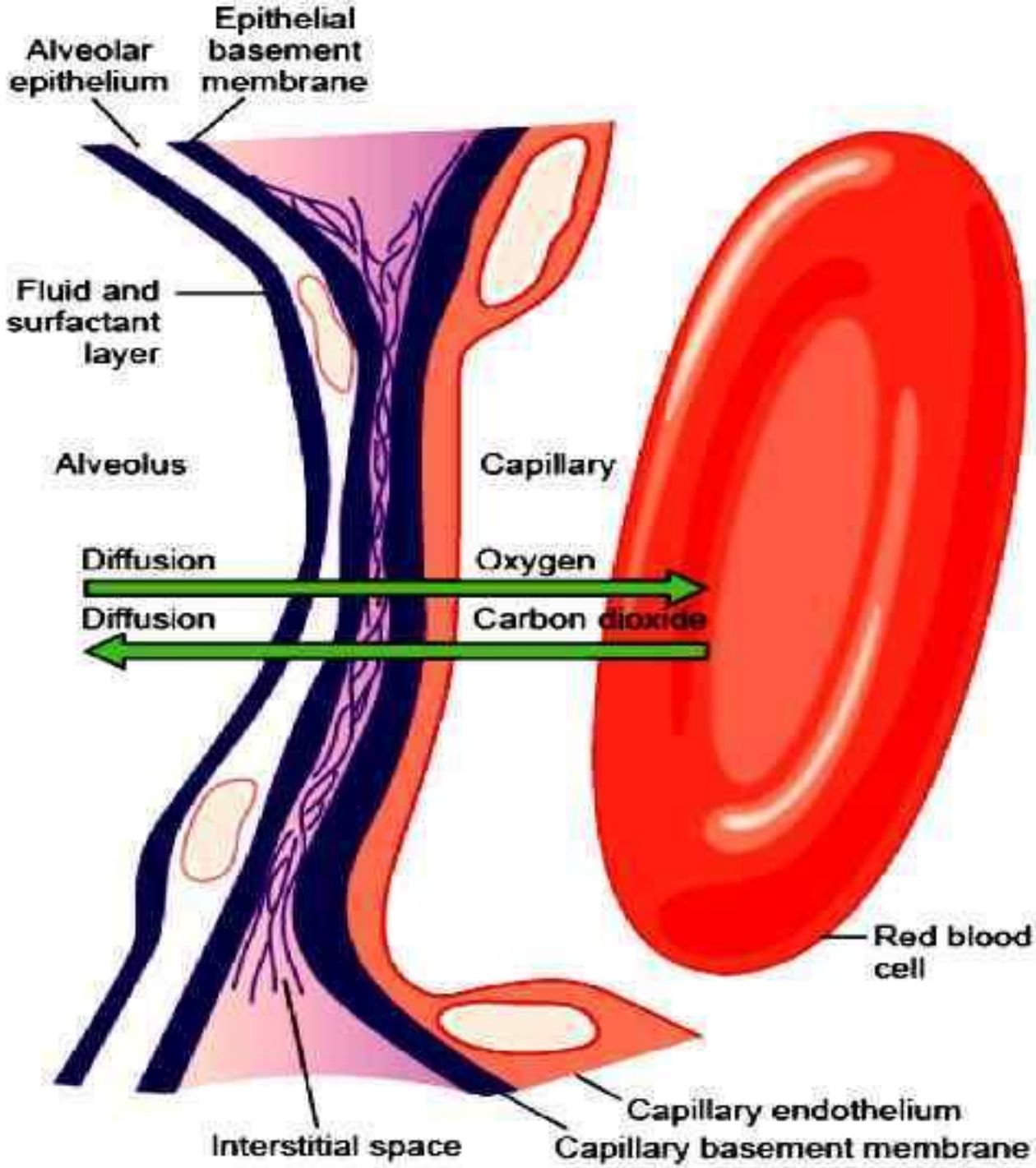
Кафедра анестезиологии и реаниматологии

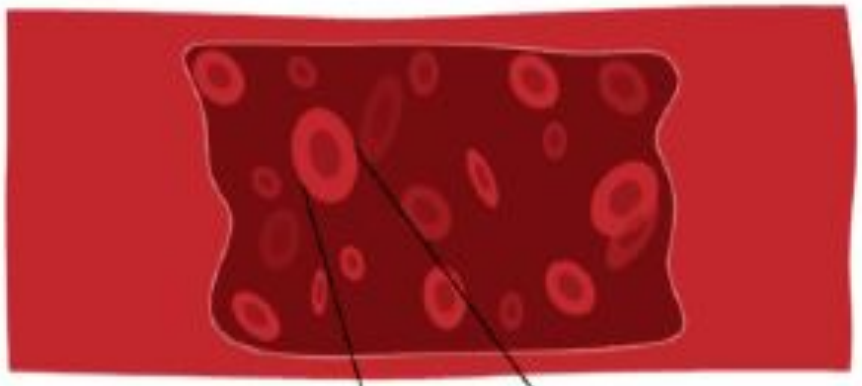
Физиология транспорта кислорода.

Зав. кафедрой: д.м.н., профессор Молчанов Игорь Владимирович
Куратор: д.м.н., профессор Гридчик Ирина Евгеньевна
Выполнила: ординатор 2 года Щербакова Мария Сергеевна

Москва, 2019 г.

Ультраструктура альвеолярно-капиллярной дыхательной мембраны. Толщина 0.2 - 0.6 мкм.

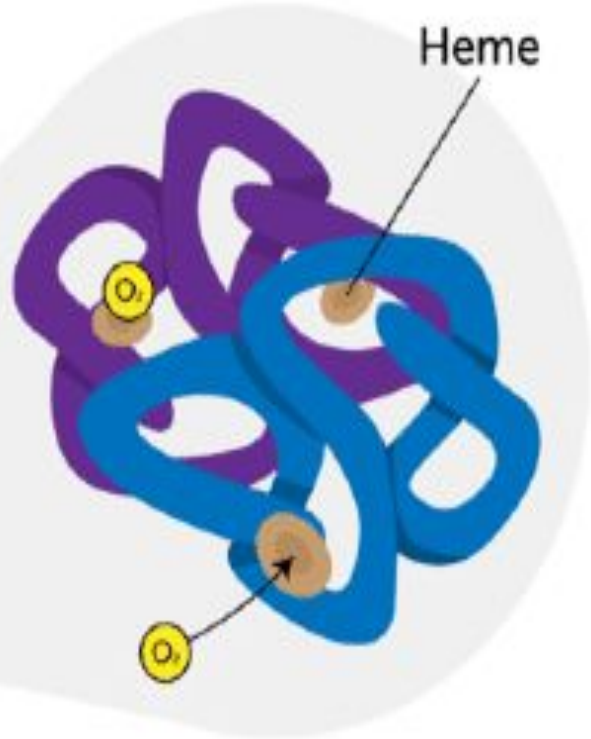


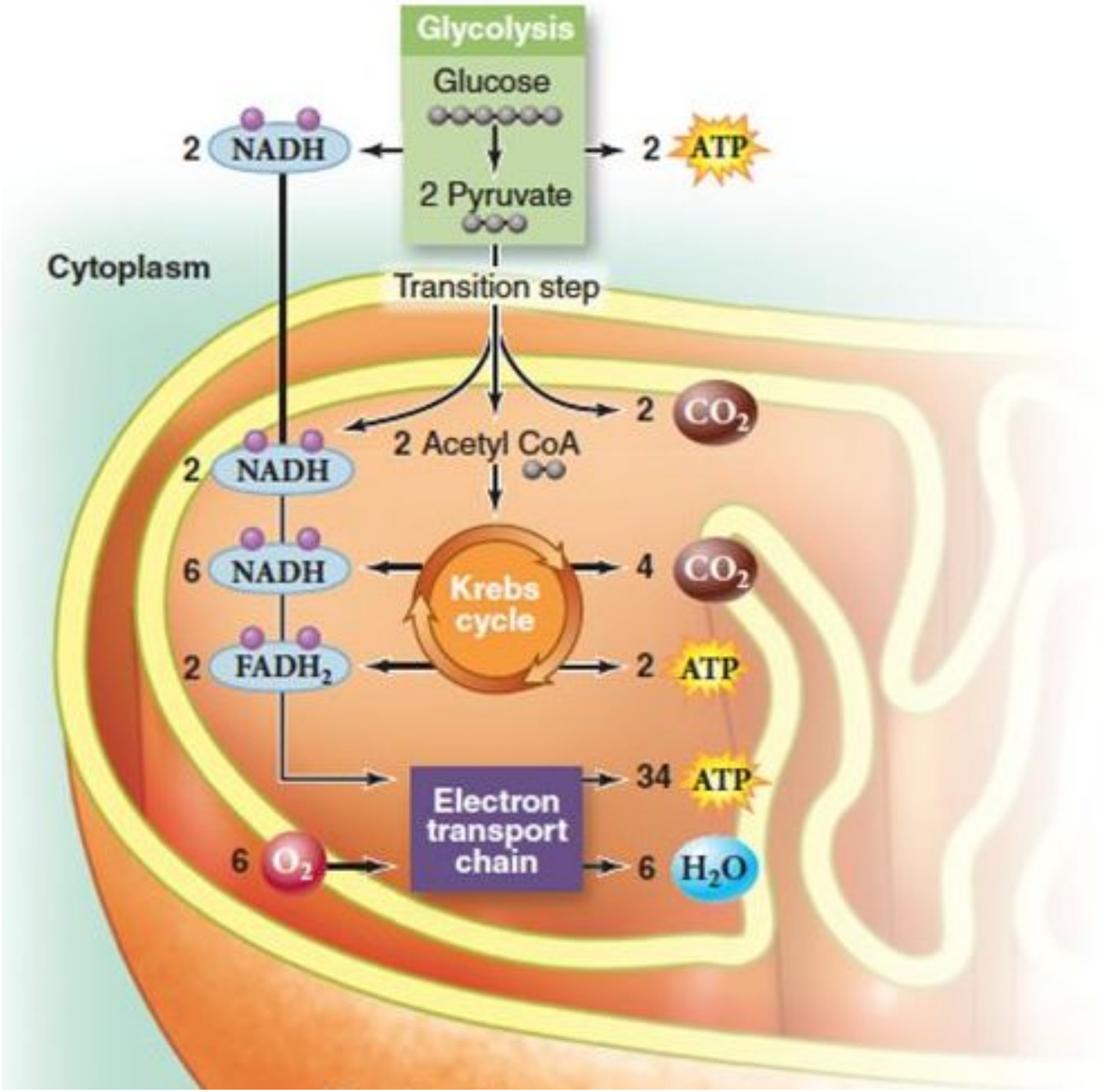


Red blood cell

Red blood cells contain several hundred hemoglobin molecules that transport oxygen

Hemoglobin molecule




Glycolysis
Glucose
2 Pyruvate
2 NADH
2 ATP
Cytoplasm
Transition step
2 Acetyl CoA
2 CO_2
2 NADH
6 NADH
2 $FADH_2$
Krebs cycle
4 CO_2
2 ATP
Electron transport chain
34 ATP
6 O_2
6 H_2O

Атмосф. давление воздуха в окружающей среде = 760 мм Hg

Воздух: O_2 — 21%

N_2 — 78% $\Rightarrow pO_2 = \frac{21}{100} \times 760 = 159$ мм Hg

CO_2, Ar, He — 1%

[в воздухе]

↓

150 мм Hg — с учётом паров H_2O в трахее

↓

100 мм Hg — в альвеолах

Кровь от тканей: pO_2 = 40 мм Hg

„Идеальное лёгкое":

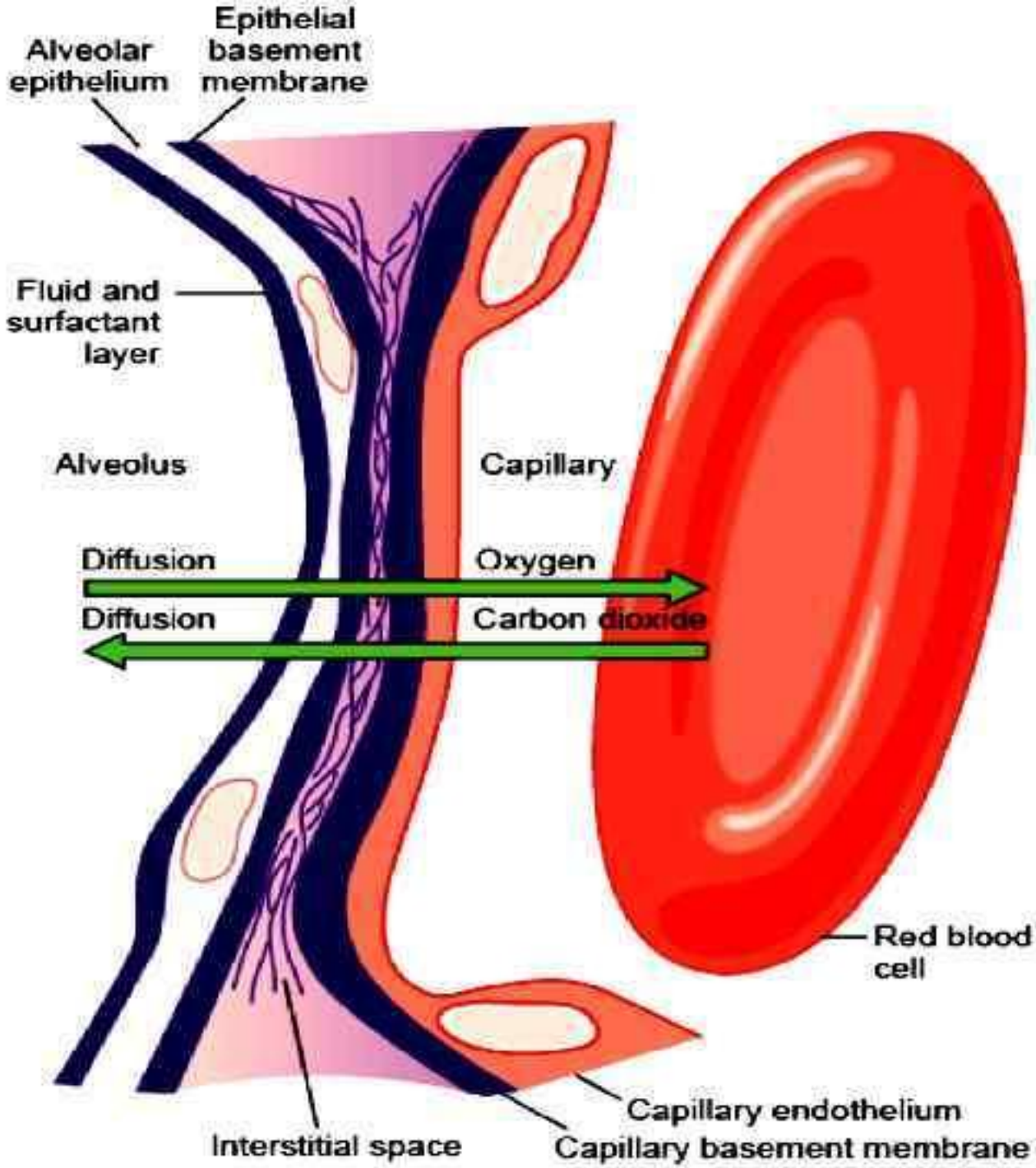
$$P_aO_2 = P_AO_2$$

Живое лёгкое:

$$P_aO_2 < P_AO_2$$

1) нарушение V/Q отношений
2) шунт
3) медленная диффузия

Ультраструктура альвеолярно-капиллярной дыхательной мембраны. Толщина 0.2 - 0.6 мкм.



Шунт:

- ателектаз; уплотнения;
  отёк лёгких; обструкция мал. калибра

→ невентилируемые альвеолы

$V < Q$

Мёртвое пространство:

- альвеолярный фиброз

→ диффузия O_2 из альвеол в капилляры ↓

$V > Q$

Гипоксическая лёгочная вазоконстрикция:

= мех-м Эйлера-Лильестранда

= ответ на шунт

4 основных показателя транспорта O_2:

1) CaO_2, CvO_2 $\quad 1{,}34 \times Hb \times SaO_2$, SvO_2

2) $DO_2 = Q \times CaO_2$

3) VO_2 (v) $= Q \times (CaO_2 - CvO_2)$

4) доля, поглощённая тканями / коэф-т экстракции O_2 $= O_2ER = VO_2 : DO_2$

Растворённый O_2:

коэф-т раствор-ти: 0,03 мл/л
0,003 мл/дл

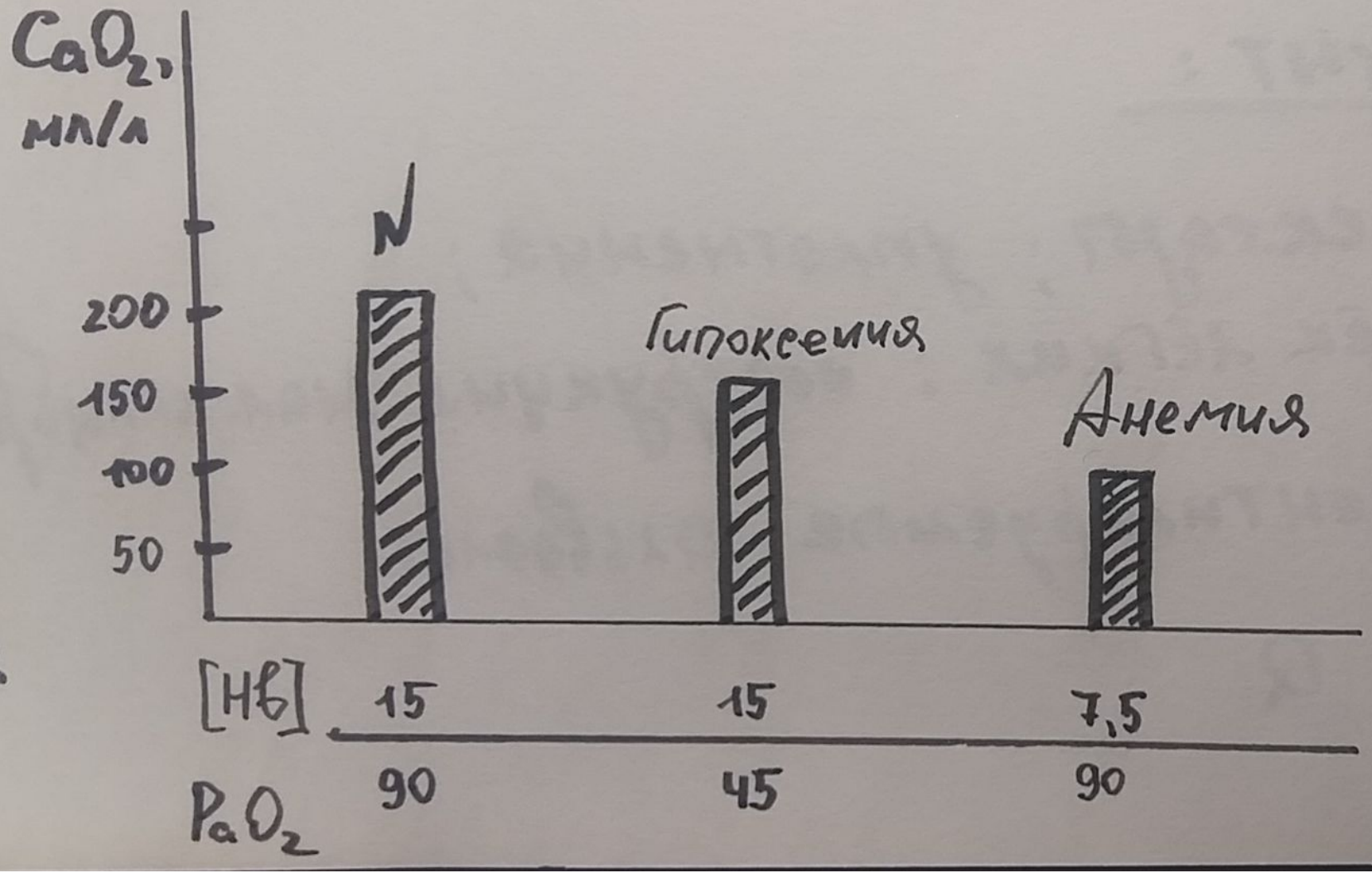
$O_2 = 0{,}003 \times pO_2$

~3 мл O_2 в 1л плазмы.

$\Rightarrow CaO_2 = (1{,}34 \times Hb \times SaO_2) + (0{,}003 \times paO_2)$

В каждом литре крови...
~200 мл + 3 мл O_2

„Анемия или гипоксемия?"



$$DO_2 = \overset{л/мин}{Q} \times \underbrace{1{,}34 \times Hb \times S_aO_2}_{CaO_2} \times 10$$

$$VO_2 = Q \times (CaO_2 - C_vO_2) \times 10$$

„Обратный метод Фика"

$\boxed{O_2ER}$ – к-т экстракции O_2

$= VO_2 : DO_2$

$\approx S_aO_2 - S_vO_2$

~25% O_2 поглощается тканями

N:

$DO_2 = 900 - 1100$ ml/min

DIO_2 500 – 600 ml/m²/min

$VO_2 = 200 - 300$ ml/min const!

VIO_2 110 – 160 ml/m²/min

Причины гипоксии в операционной – 'ABCDE'

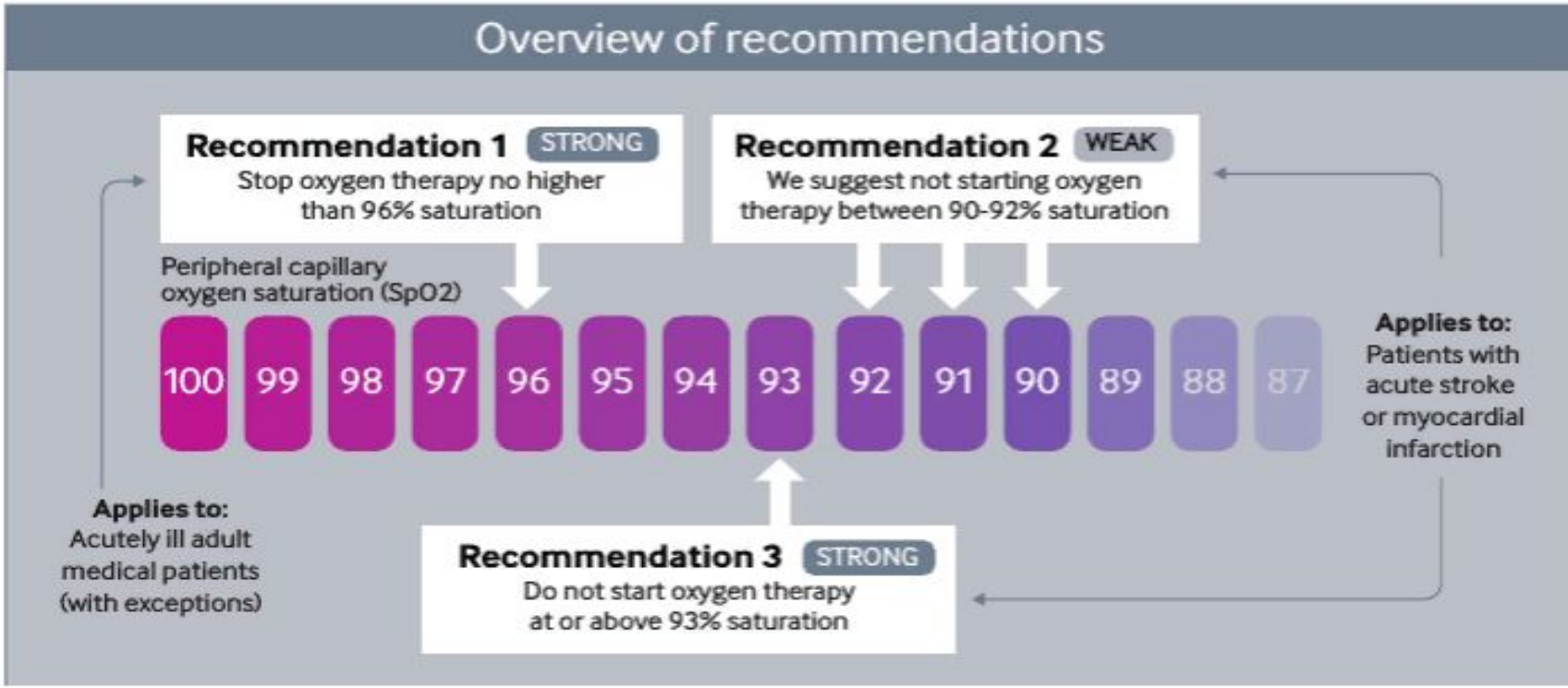
Источник	Распространённые проблемы
A. Дыхательные пути	• Нарушение проходимости дыхательных путей препятствует поступлению кислорода в лёгкие • Неверное положение интубационной трубки, например в пищеводе • Аспирация рвотных масс создаёт препятствие в дыхательных путях
B. Дыхание	• Неадекватное дыхание не позволяет достичь альвеол достаточному количеству кислорода. • Тяжелый бронхоспазм может не давать кислороду попасть в лёгкие, а углекислому газу выйти наружу. • Пневмоторакс может вызвать ателектаз пораженного лёгкого • Высокий спинальный блок может вызвать нарушения дыхания
C. Кровообращение	• Недостаточность кровообращения препятствует транспорту кислорода к тканям. • Наиболее частые причины включают гиповолемию, аритмии и сердечную недостаточность
D. **Препараты**	• Глубокая анестезия может угнетать дыхание и кровообращение • Многие анестетики вызывают падение артериального давления • Миорелаксанты парализуют дыхательную мускулатуру • Анафилаксия может вызвать бронхоспазм и снижение сердечного выброса
E. Оборудование	• Проблемы с анестезиологическим оборудованием включают разгерметизацию и окклюзию дыхательного контура • Проблемы с подачей кислорода могут быть обусловлены тем, что закончился кислород (пустой кислородный баллон), и плохо работающим концентратором кислорода • Проблемы с оборудованием для мониторинга включают разряженные батареи и неисправные датчики

Если SpO2 <94%,
дайте 100% кислород,

вентилируйте вручную,

действуйте по ABCDE

Примеры условий, при которых полезен высокий или низкий пороговый уровень сатурации:

<u>Низкий целевой уровень (such as SpO2 **88-92%**)</u>
• п-ты с высоким риском гиперкапнической дых. недостаточности:
– ХОБЛ
– гиповентиляция при ожирении
– нервно-мышечные заболевания
– обструктивное апноэ сна
– сниженный центральный респираторный драйв (передоз. седативных, инсульт, энцефалит)

<u>Высокий уровень (such as SpO2 approaching **100%**</u>)
• отравление угарным газом
• кластерная головная боль
• Пневмоторакс