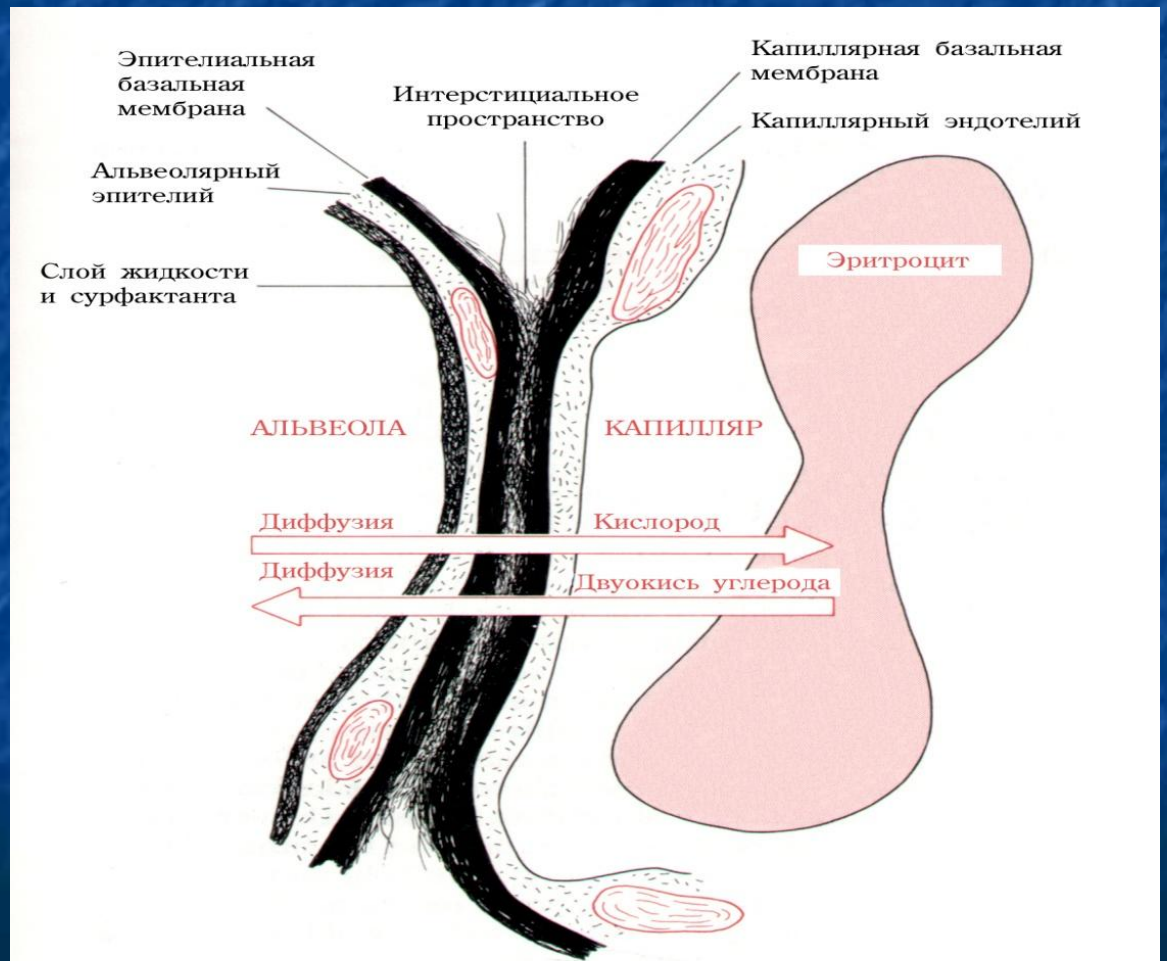


Альвеолярно-капиллярная мембрана

Площадь АКМ $50-100 \text{ м}^2$.

Толщина $0,5-1,0 \text{ мкм}$.



Инфраструктура респираторной мембраны в поперечном разрезе.

Фракционная концентрация газа (Fm)

$F_m = \frac{\text{к-во молекул или единиц газа}}{\text{общее к-во молекул или единиц в смеси}}$

Азот

Кислород

Аргон

Двуокись

углерода

Водяной пар

Альвеолярный воздух

$$F_{iO_2} = 0,21 \quad F_{iN_2} = 0,79$$

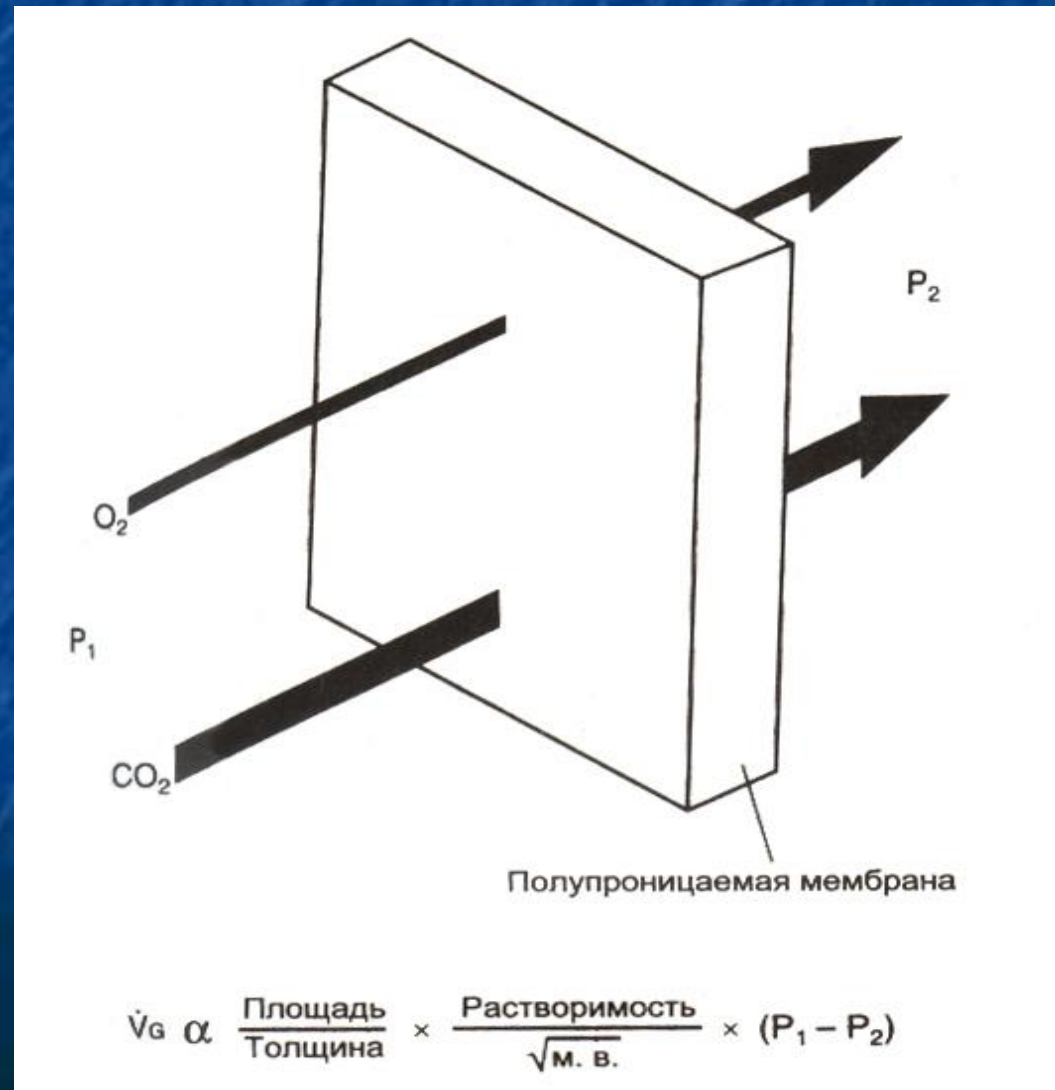
Парциальное давление газа (P_m)

$$P_m = F_m \times (P_v - P_{H_2O})$$

Расчет фракционной концентрации	Расчет парциальных давлений
$F_{MA} = \frac{10}{10 + 15 + 5} = 0.33$	$\begin{aligned} P_{mA} &= F_{MA} \times (P_v - 47 \text{ мм рт. ст.}) \\ &= 0.33 \times (760 - 47) \\ &= 235.3 \text{ мм рт. ст.} \end{aligned}$
$F_{MB} = \frac{15}{10 + 15 + 5} = 0.5$	$\begin{aligned} P_{mB} &= F_{mB} \times (P_v - 47 \text{ мм рт. ст.}) \\ &= 0.5 \times (760 - 47) \\ &= 356.5 \text{ мм рт. ст.} \end{aligned}$
$F_{mB} = \frac{5}{10 + 15 + 5} = 0.17$	$\begin{aligned} P_{mB} &= F_{mB} \times (P_v - 47 \text{ мм рт. ст.}) \\ &= 0.17 \times (760 - 47) \\ &= 121.2 \text{ мм рт. ст.} \end{aligned}$

ДИФФУЗИЯ

- Перемещение O_2 из альвеолярного воздуха в кровь
- Перемещение CO_2 из крови в альвеолярный воздух



Закон диффузии Фика

$$\dot{V}_G = DM \times (P_1 - P_2)$$

$$DM = k \times \frac{A}{d} \times \frac{\alpha}{\sqrt{MB}}$$

$$\dot{V}_G = k \times \frac{A}{d} \times \frac{\alpha}{\sqrt{MB}} \times (P_1 - P_2)$$

\dot{V}_G - скорость переноса газа через тканевую поверхность

DM - константа мембраны (диффузионная способность)

P_1 - парциальное давление газа по одну сторону тканевой поверхности

P_2 - парциальное давление газа по другую сторону тканевой поверхности

k - константа

A - площадь тканевой поверхности

d - толщина тканевой поверхности

α - растворимость газа в ткани

MB - молекулярный вес газа

Пассивная диффузия

$$V_x = D_x \times S \times A \cdot aDX/d,$$

V_x – объемная скорость диффузии вещества X через АКМ

D_x – коэффициент диффузии, характеризующий проницаемость мембран для X

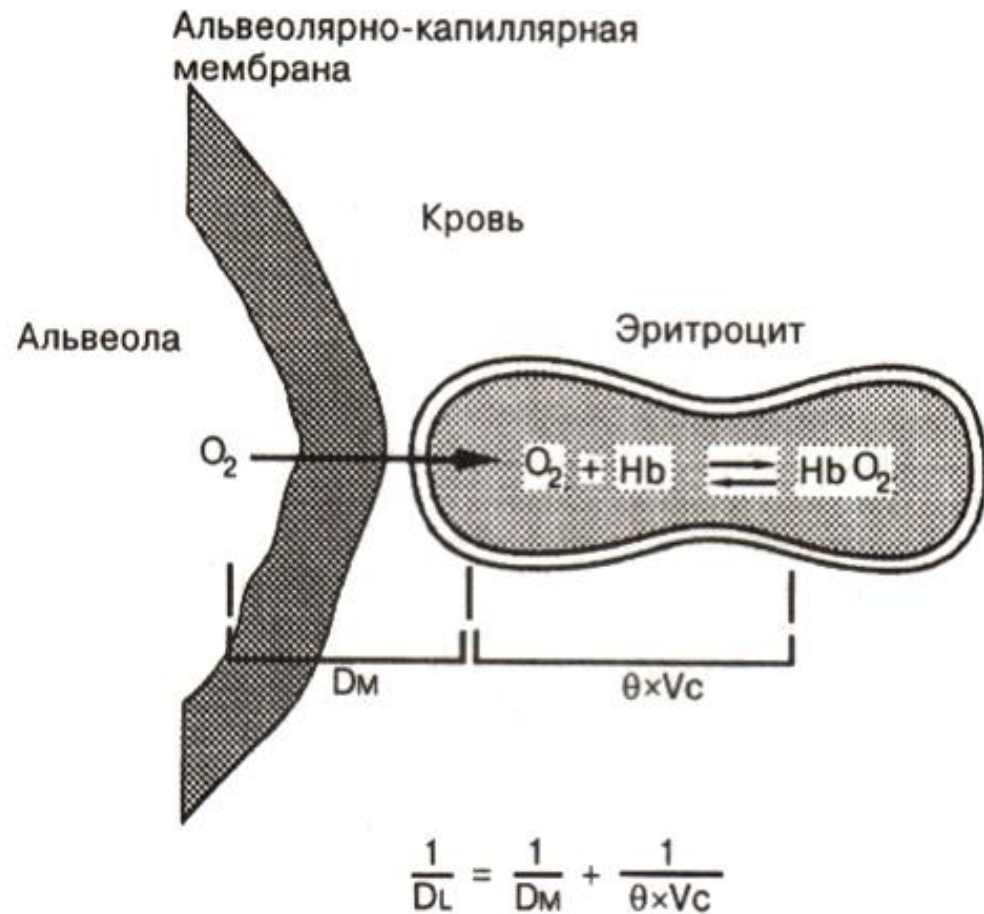
S – контактная площадь мембраны

$A \cdot aDX$ – альвеоло-капиллярный градиент парциальных давлений X

d – толщина мембраны (0,2 мкм)

Сопротивление диффузии

- D_L - диффузионная способность легких
 D_M - диффузионная способность мембраны, включая мембрану эритроцита
 θ - скорость реакции O_2 (или CO) с гемоглобином
 V_c - объем капиллярной крови



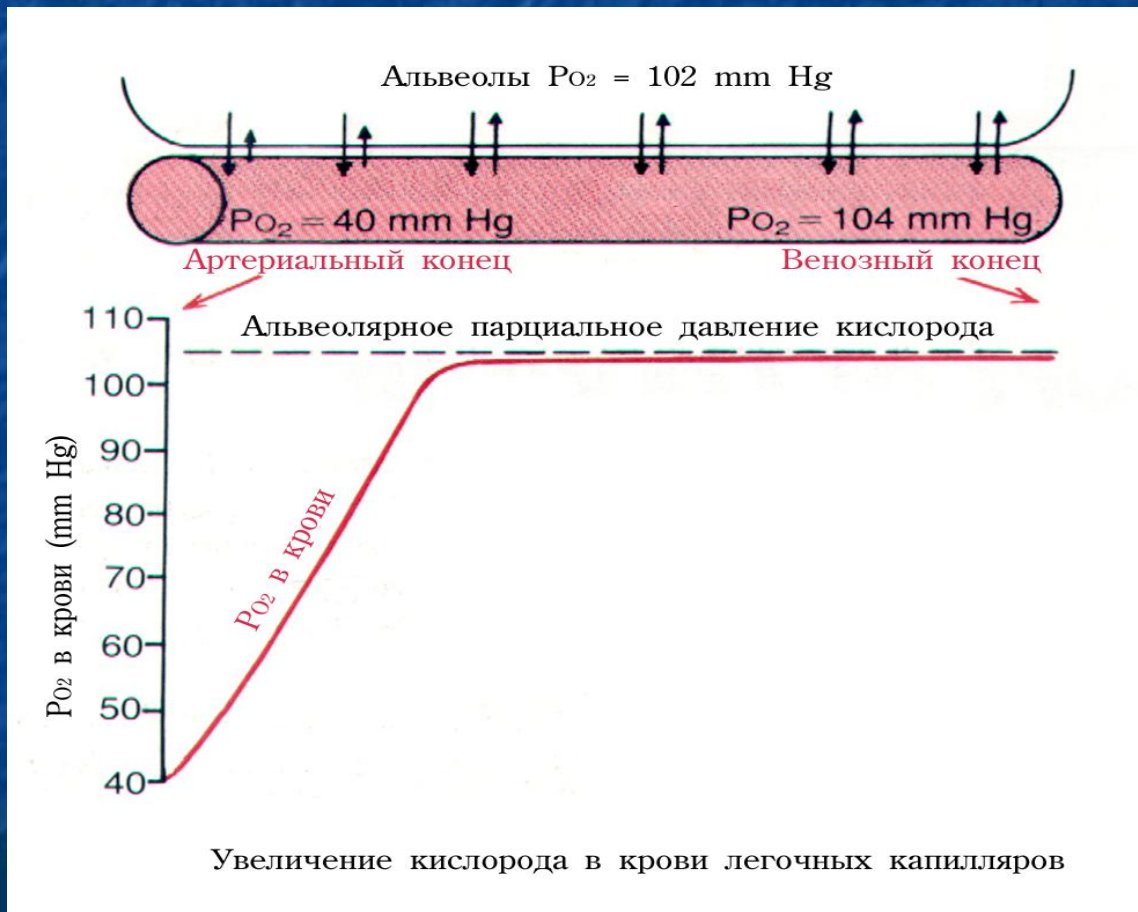
Общее сопротивление диффузии газа складывается из трех компонентов:

- Сопротивление мембран - сопротивление АКМ
- сопротивление мембраны эритроцита
- Сопротивление реакции Hb с O_2
- Объема крови в легочных капиллярах

Диффузионная способность легких (D_L)

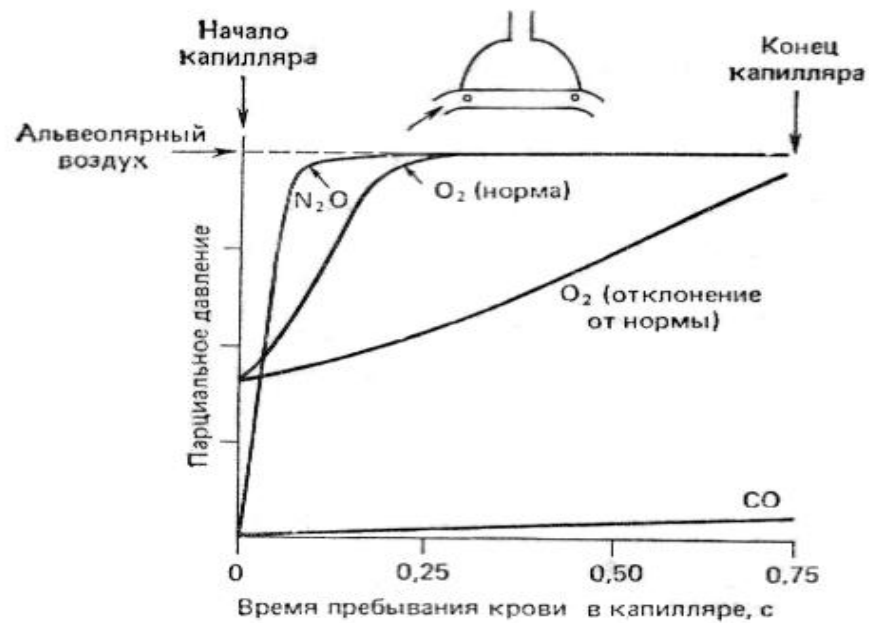
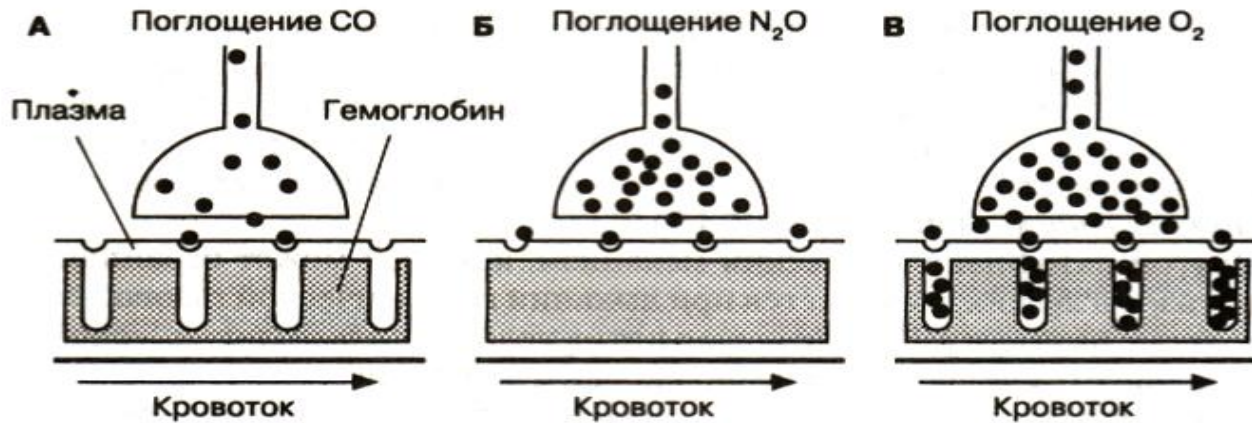
$$D_L = \tilde{V} \text{ газа} / (P_1 - P_2)$$

\tilde{V} газа (скорость потока газа через легкие)



Градиент парциальных давлений – основа газообмена!

Ограничения диффузии газов



Диффузионная способность легких (D_L) для O_2 и CO_2

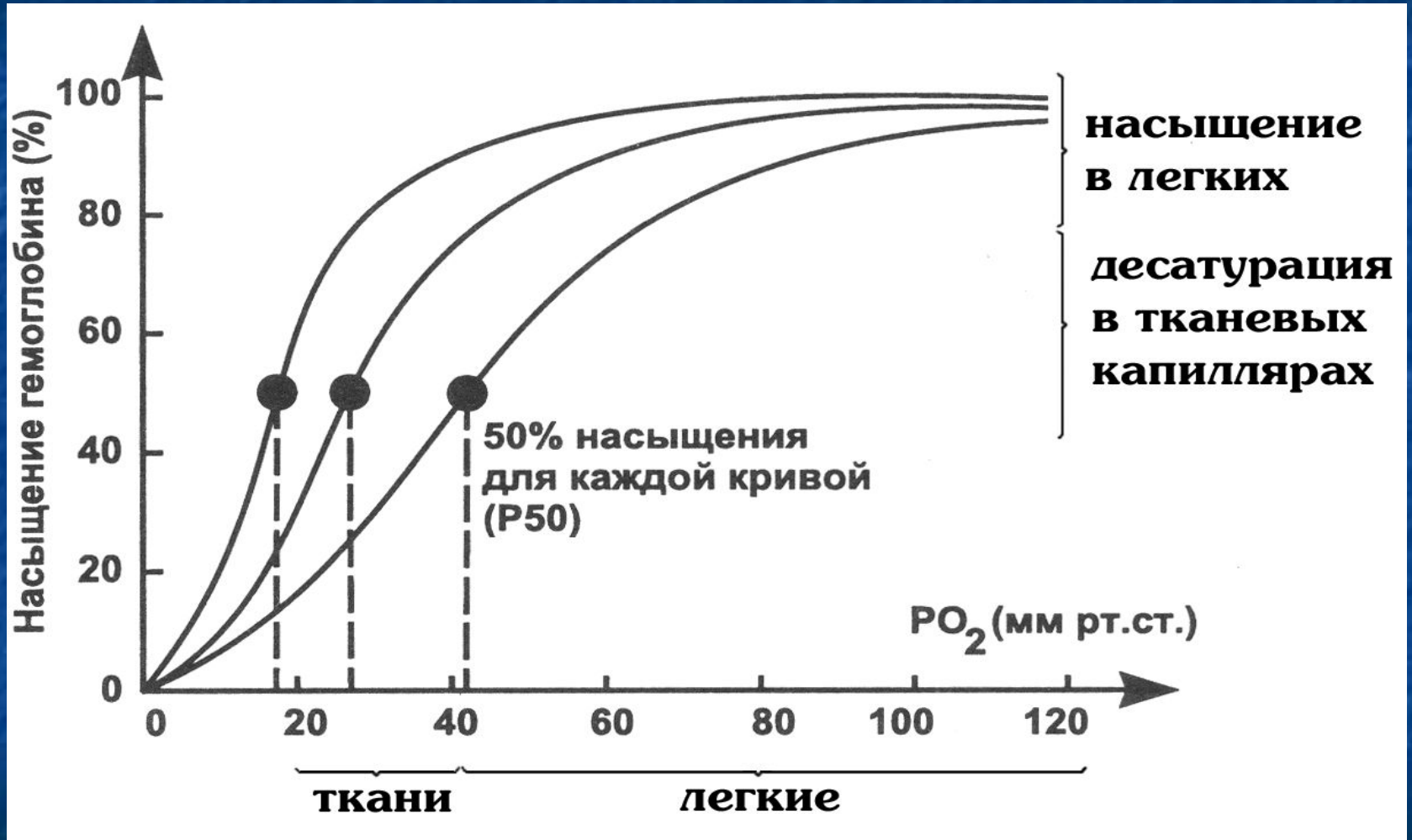
$DLO_2 = 25-30$ мл O_2 на 1 мм.рт.ст. в 1 мин

$DLCO_2 = 600$ мл CO_2 на 1 мм.рт.ст. в 1 мин

Легочный газообмен

- Толщина стенки альвеолы $\sim 0.1 \mu\text{m}$
- Площадь дыхательной поверхности $\sim 70 \text{ m}^2$
- В покое эритроциты находятся в легочных капиллярах $\sim 0.75 \text{ с}$ (**капиллярное время диффузии**)
 - При максимальной нагрузке $0.4-0.5 \text{ с}$
 - Достаточно для обмена CO_2
 - Погранично для обмена O_2

КРИВАЯ ДИССОЦИАЦИИ ОКСИГЕМОГЛОБИНА



Дыхательный коэффициент

ДК = объем выведенного CO_2 / объем поглощенного O_2

$$\text{ДК} = 4/5$$

$$\text{ДК} = 0,82$$

При преобладании в пище углеводов ДК = 1,0

При преобладании в пище жиров ДК = 0,7