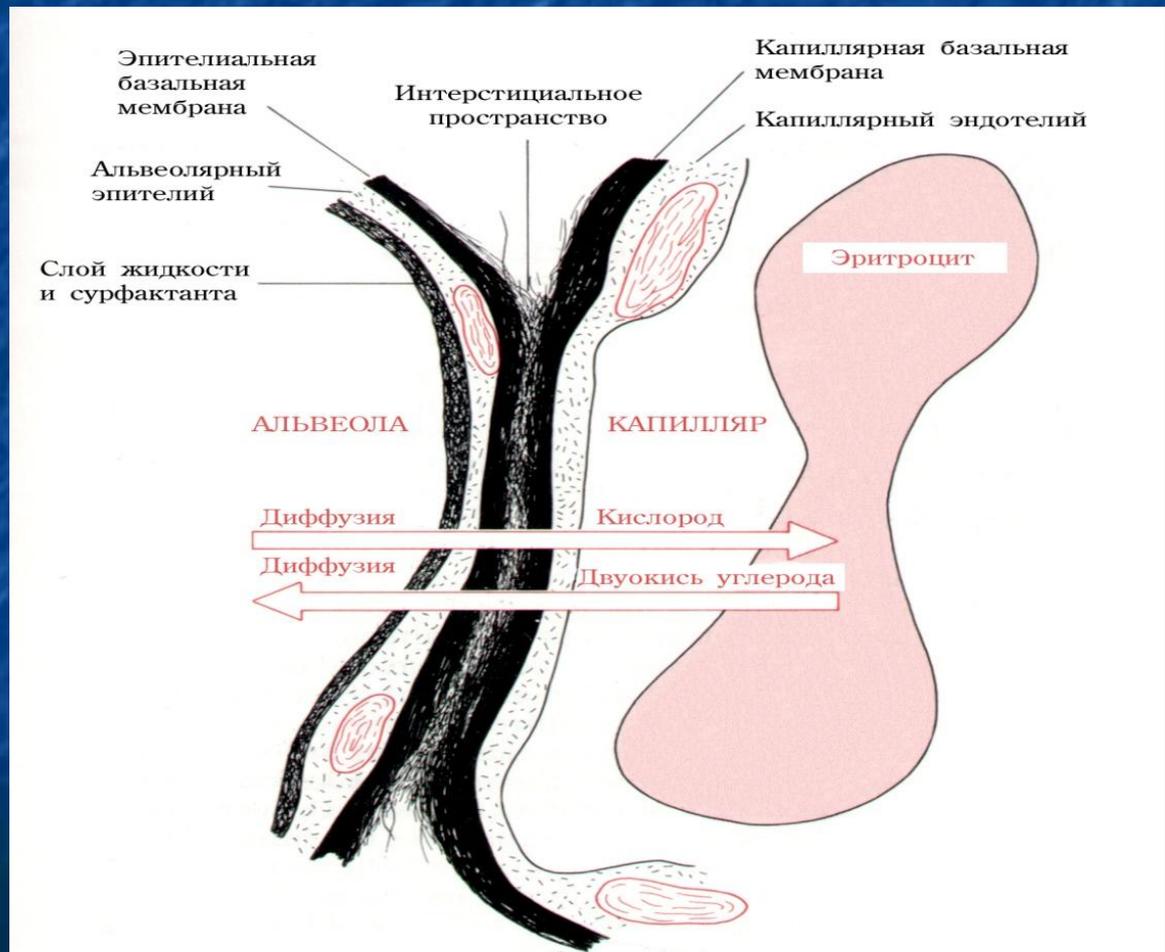


# Альвеолярно-капиллярная мембрана

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

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

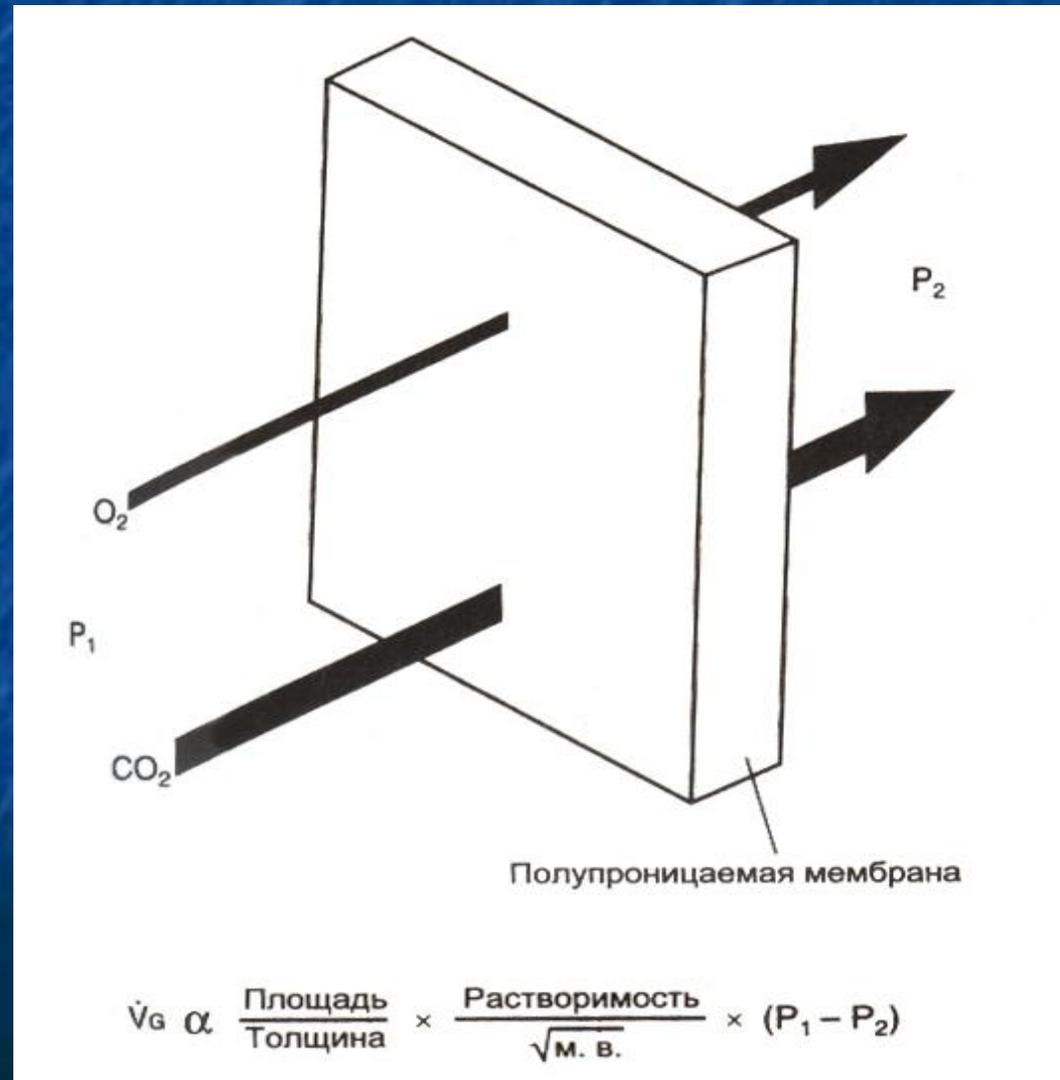
# Парциальное давление газа ( $P_m$ )

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

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

$\alpha$  - 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

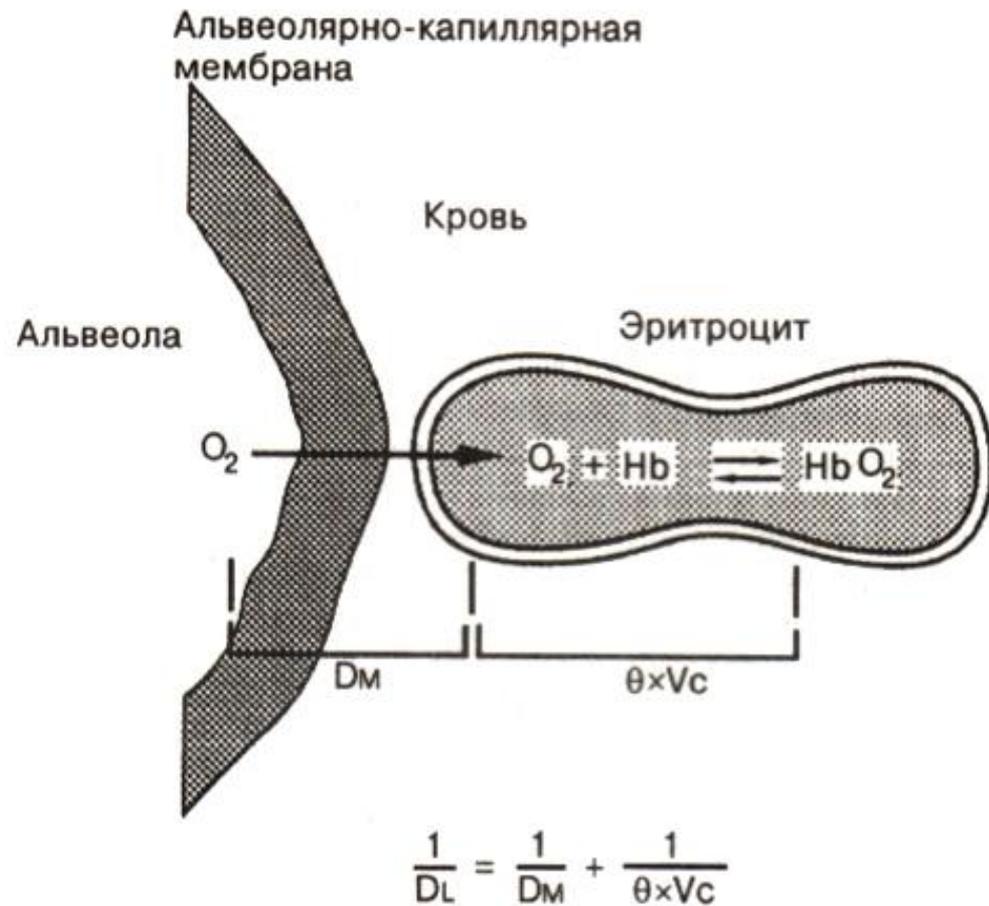
$S$  – контактная площадь мембраны

$A \cdot aDX$  – 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  
 $\theta$  - скорость реакции  $O_2$  (или  $CO$ ) с гемоглобином  
 $V_c$  - объем капиллярной крови



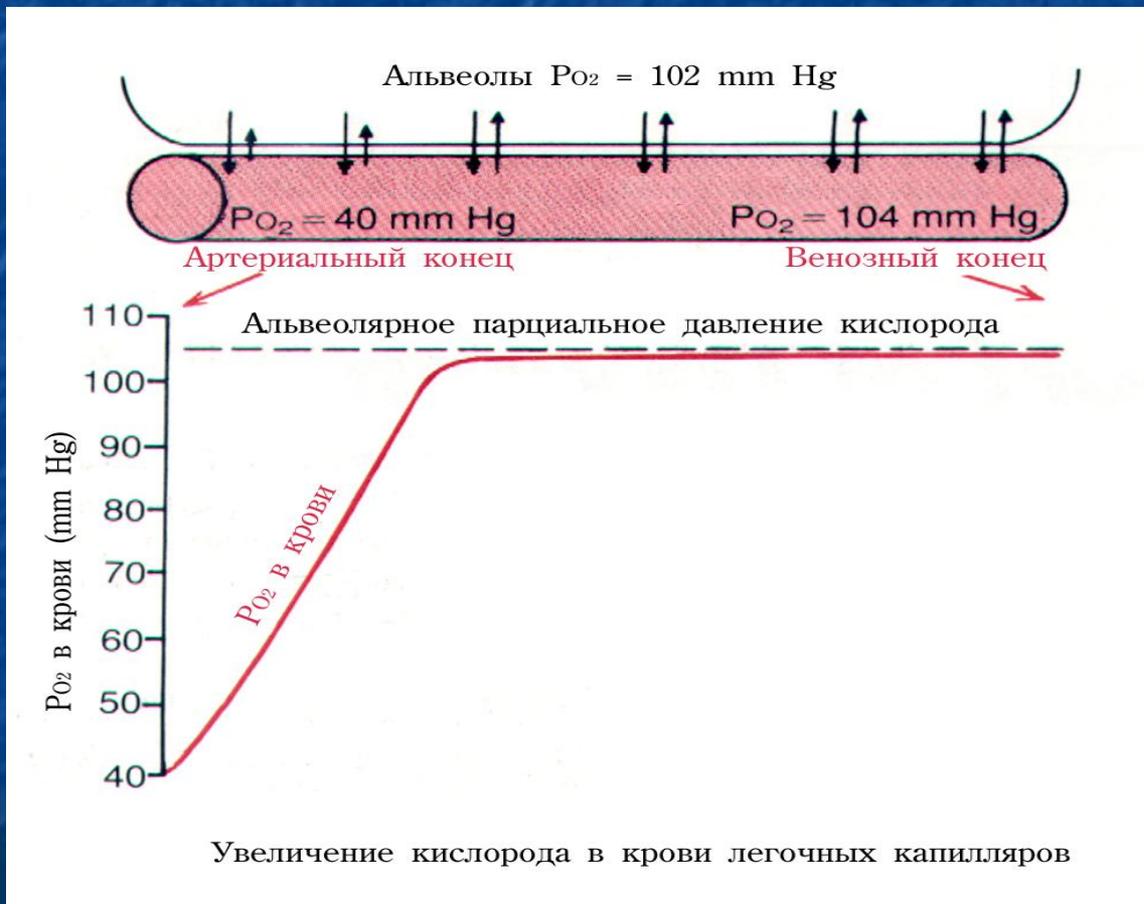
Общее сопротивление диффузии газа складывается из трех компонентов:

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

# Диффузионная способность легких ( $D_L$ )

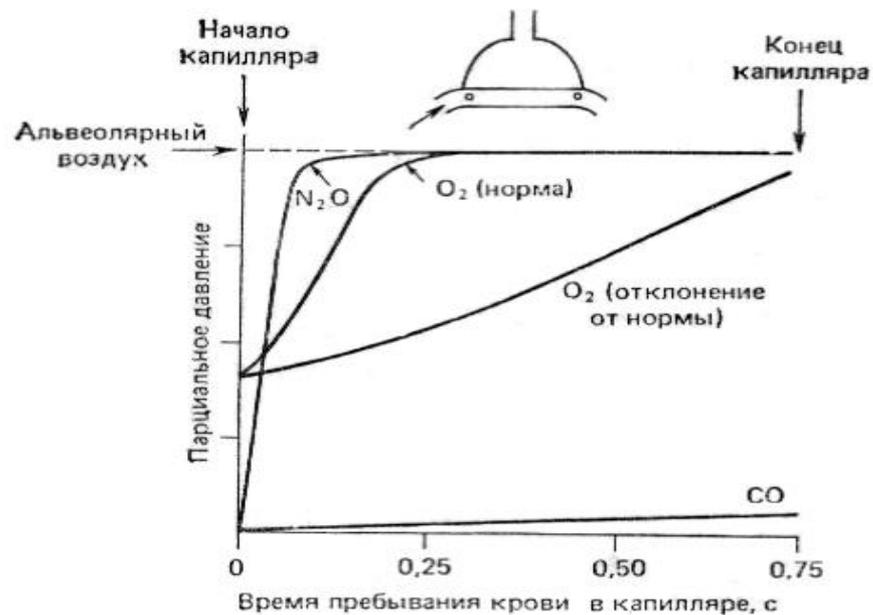
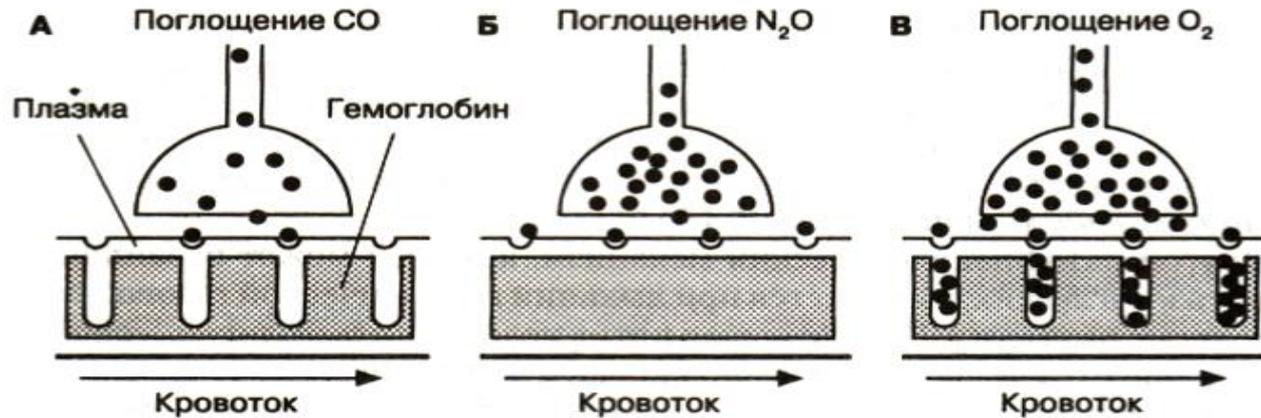
$$D_L = \tilde{V} \text{ газа} / (P_1 - P_2)$$

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



Градиент парциальных давлений – основа газообмена!

# Ограничения диффузии газов



# Диффузионная способность легких ( $D_L$ ) для $O_2$ и $CO_2$

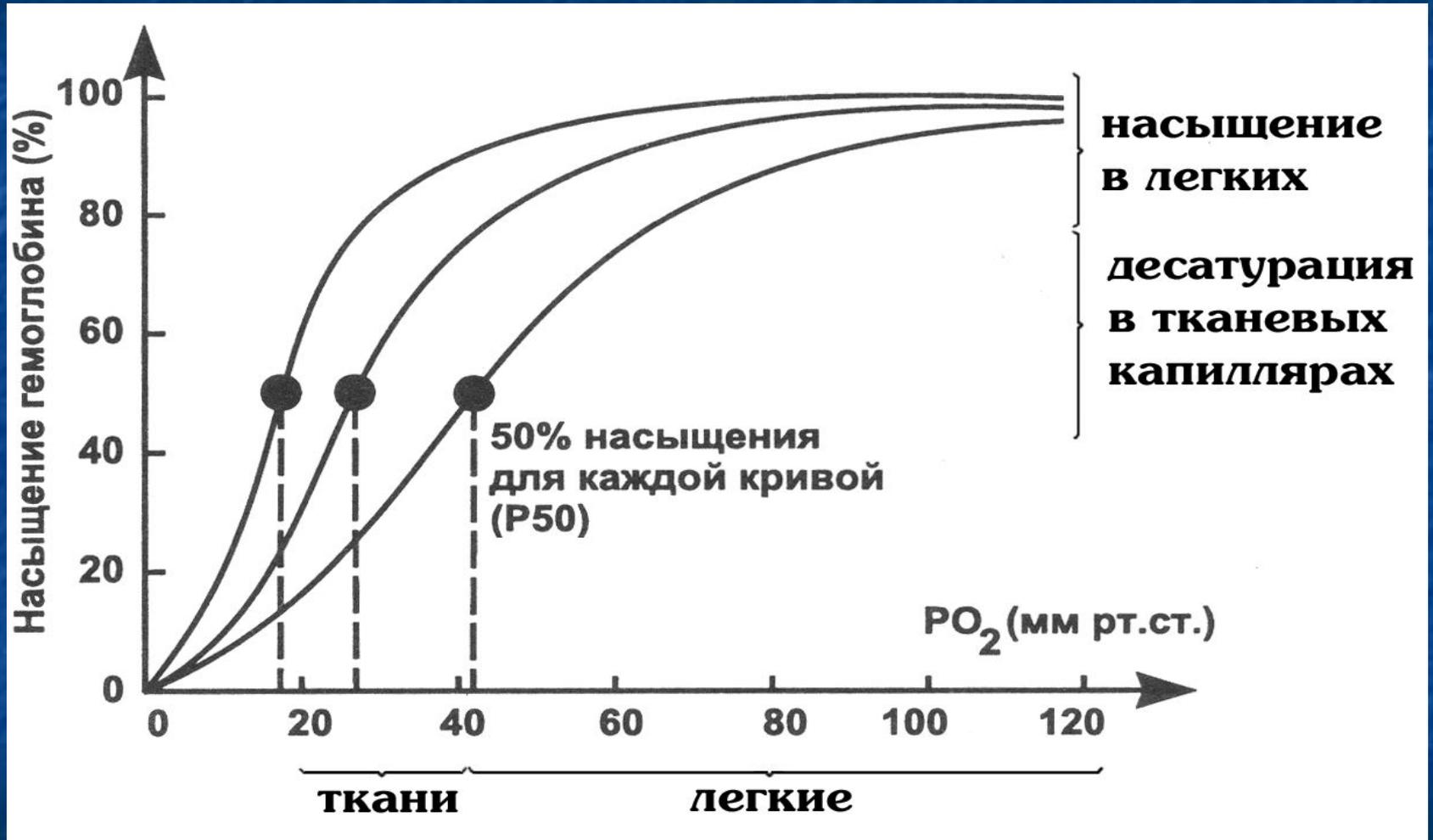
$DLO_2 = 25-30$  мл  $O_2$  на 1 мм.рт.ст. в 1 мин

$DLCO_2 = 600$  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 с
    - Достаточно для обмена  $\text{CO}_2$
    - Погранично для обмена  $\text{O}_2$

# КРИВАЯ ДИССОЦИАЦИИ ОКСИГЕМОГЛОБИНА



# Дыхательный коэффициент

ДК = объем выведенного  $\text{CO}_2$  / объем поглощенного  $\text{O}_2$

$$\text{ДК} = 4/5$$

$$\text{ДК} = 0,82$$

При преобладании в пище углеводов ДК = 1,0

При преобладании в пище жиров ДК = 0,7