

Альвеолы-многогранники: соответствие вентиляции и перфузии

Кислухина Е.В.¹, Кислухин В.В.

¹ГБУЗ НИИ СП им. Н.В. Склифосовского

E-mail:

KislukhinaEV@sklif.mos.ru

В покое перфузируется порядка 10% легочных капилляров.

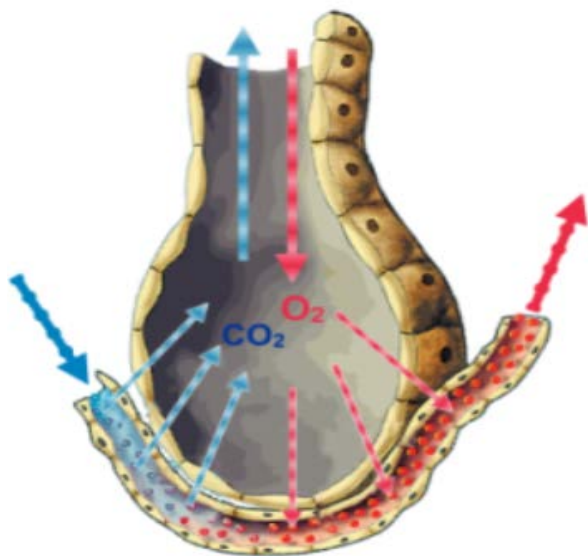
В норме перфузируются те же альвеолы, что и вентилируются.

При $СВ \approx V \approx 5$ [л/мин] $\frac{\text{вентиляция}}{\text{перфузия}} \approx 1.0$

ЦЕЛЬ:

Показать, что структура легочной ткани объясняет вентиляционно-перфузионное соотношение

Альвеолы



вид в разрезе
(стрелками показан газообмен)

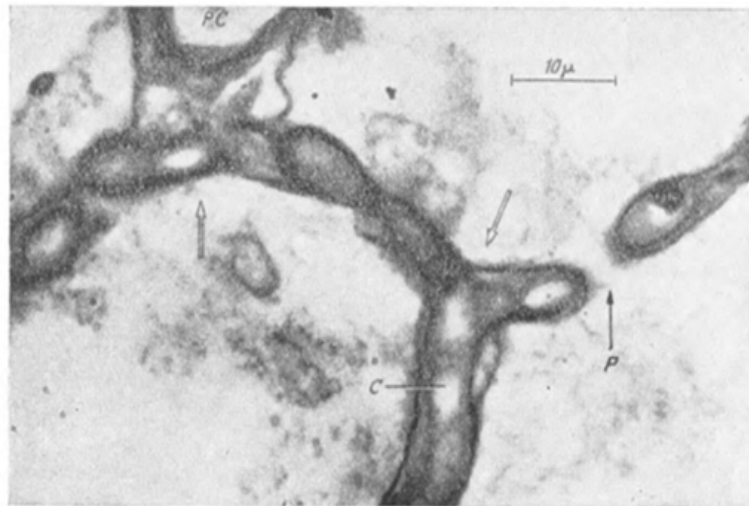


Рис. 42. Два соединения трех интеральвеолярных перегородок (стрелки). Перегородки, покрытые эпителием, содержат альвеолярные капилляры (C) и прекапилляры (PC) и в некоторых местах они пронизаны интеральвеолярными порами (P), через которые, не прерываясь, проходит эпителий смежных альвеол.

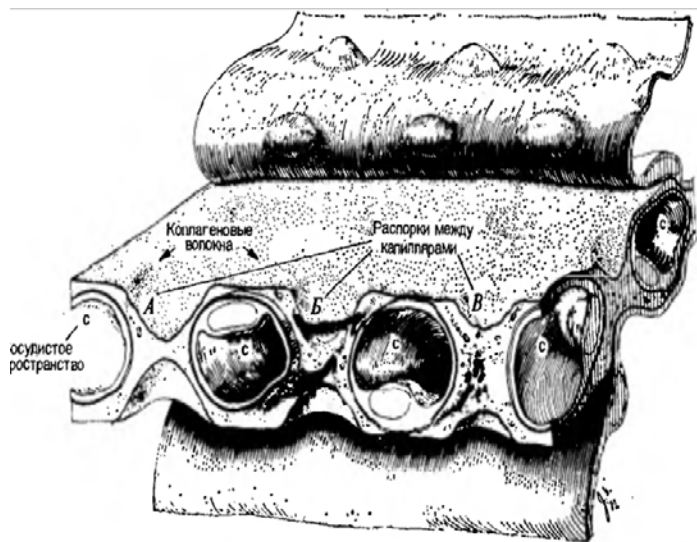
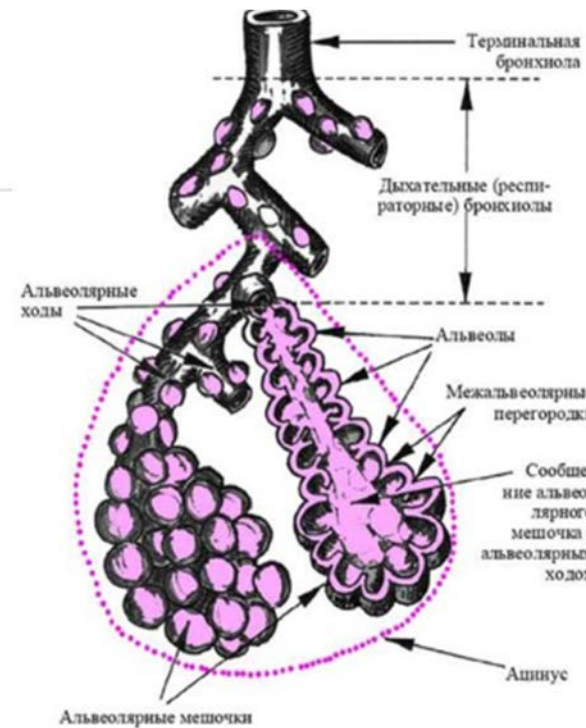
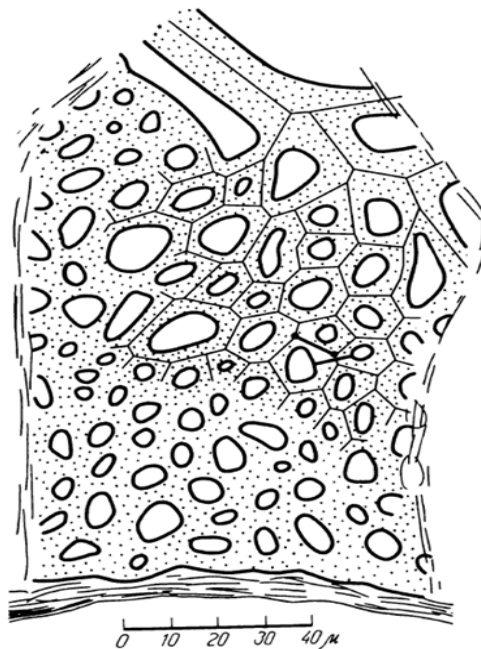


Рис. 15.4. Трехмерная схема строения межальвеолярной перегородки в легких

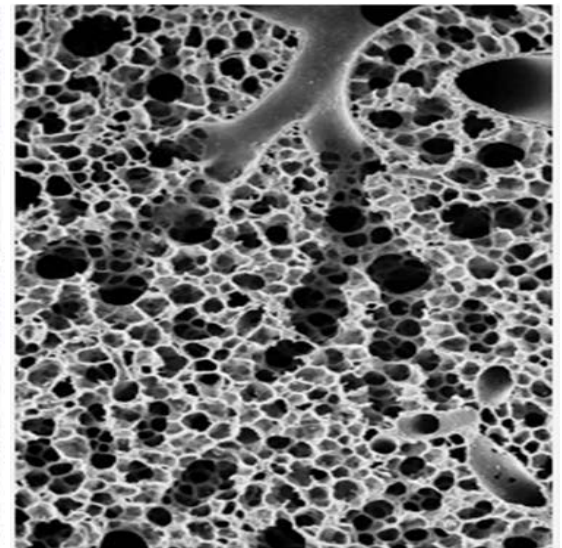
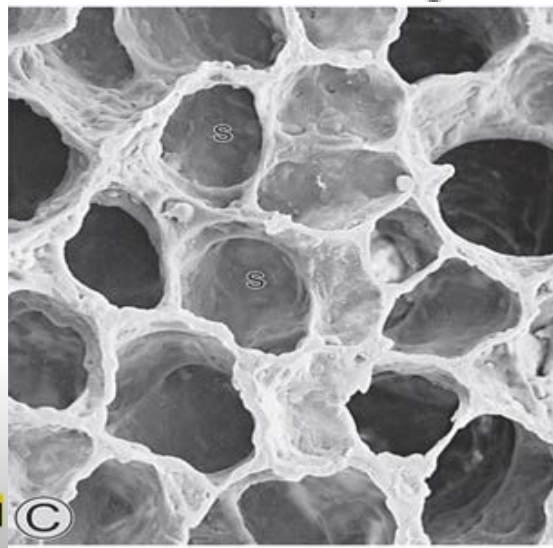
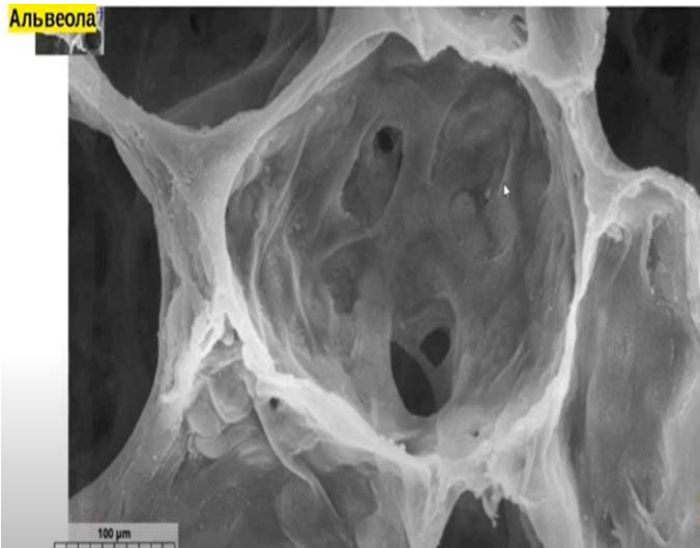
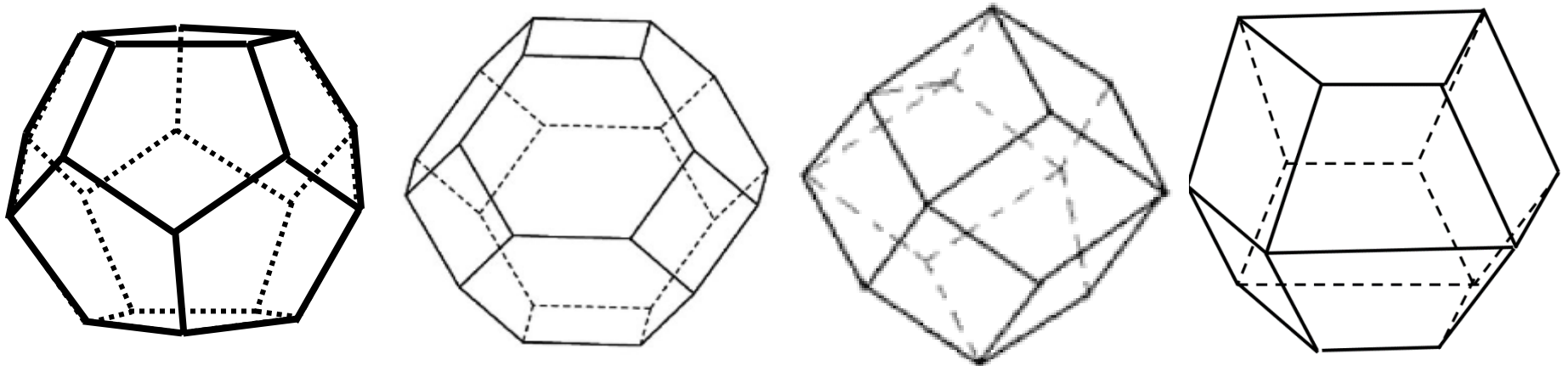


Форма: альвеолы - многогранники

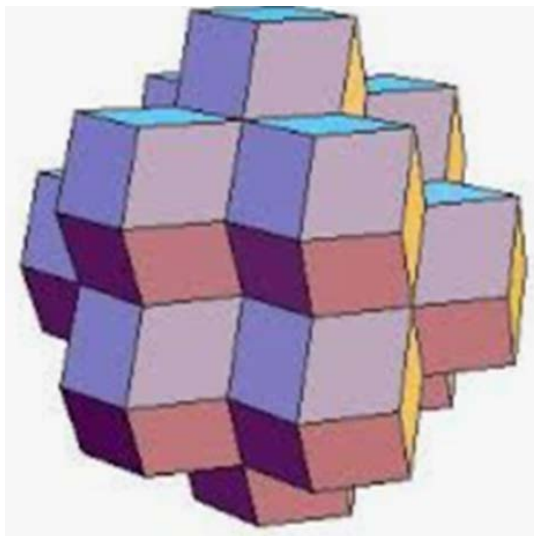
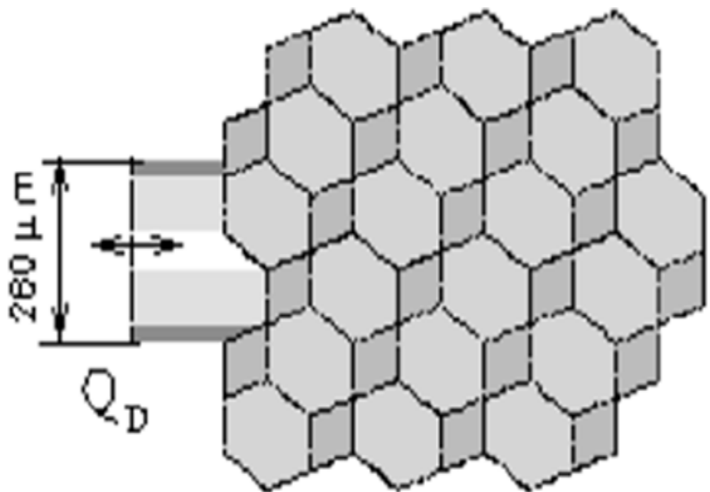
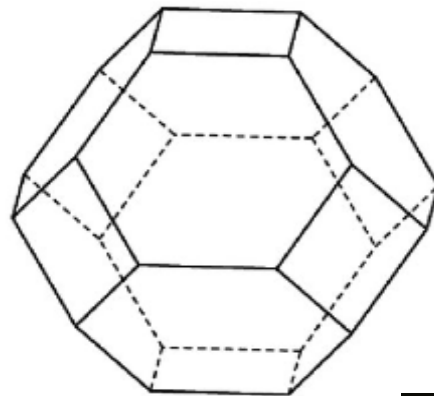
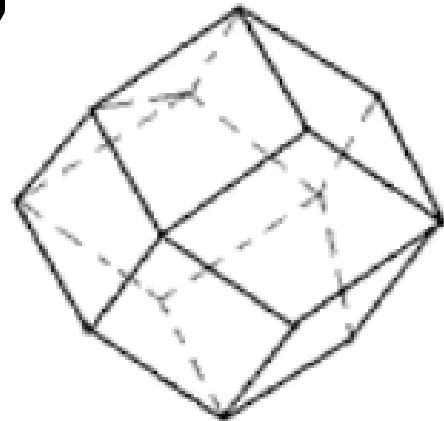
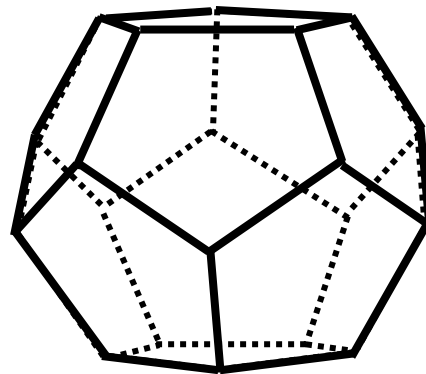
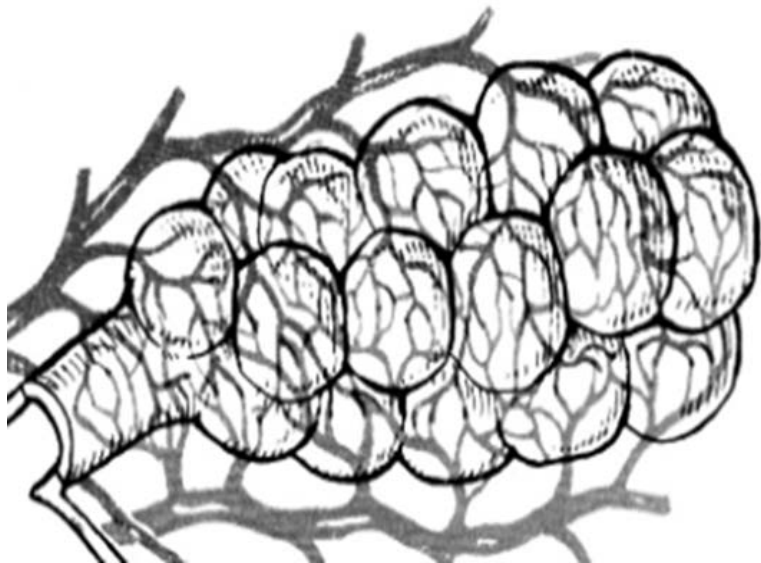
Из книги К. Левитина «Геометрическая Рапсодия, 2011»:

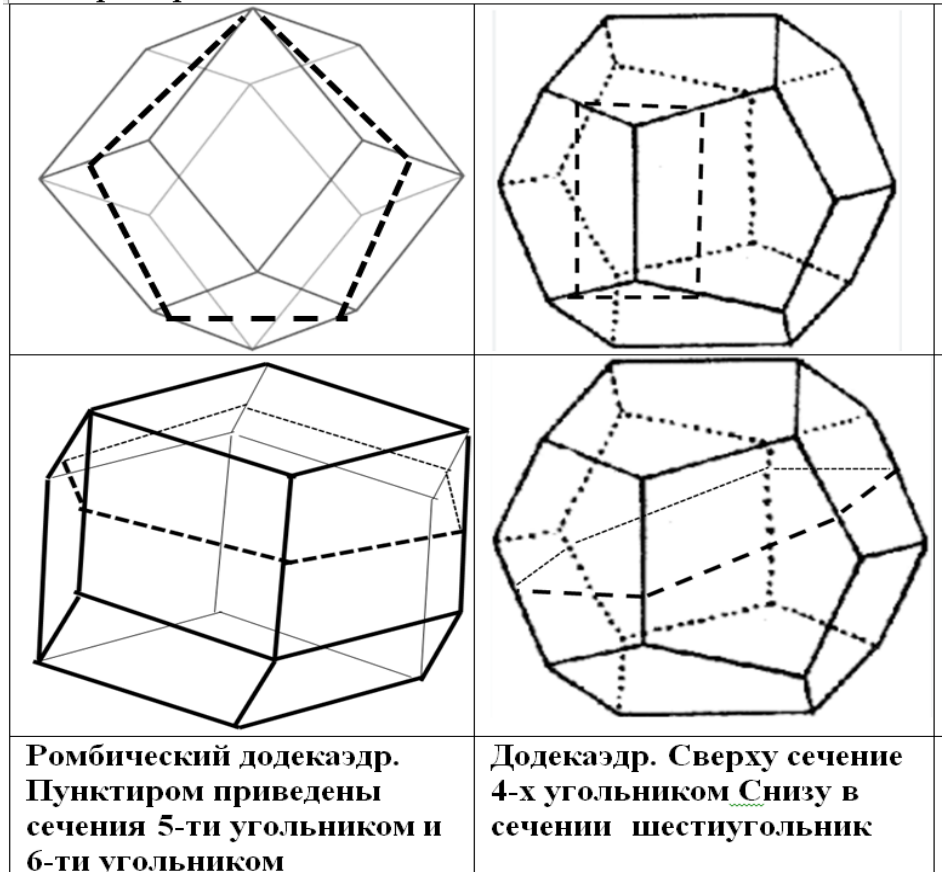
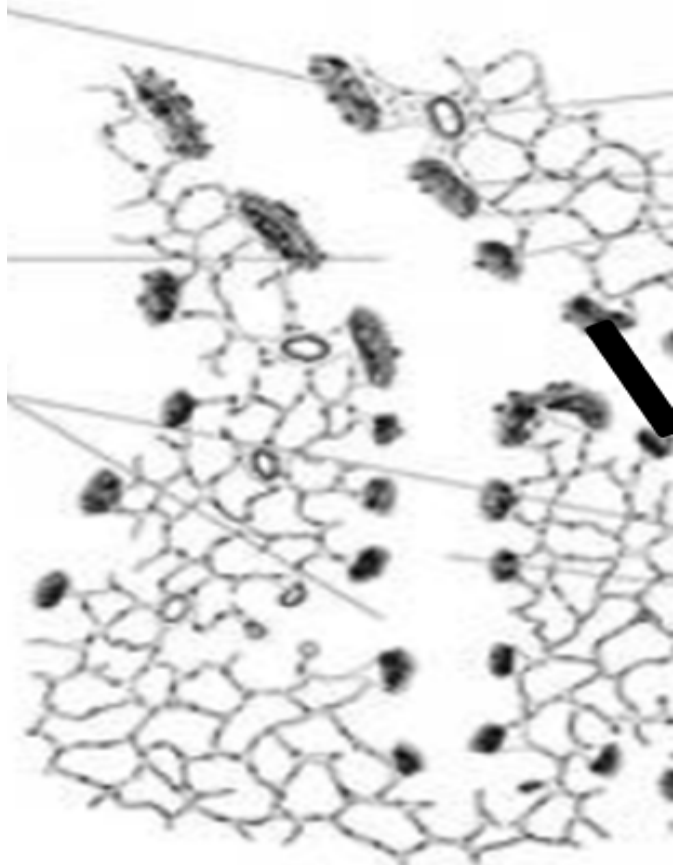
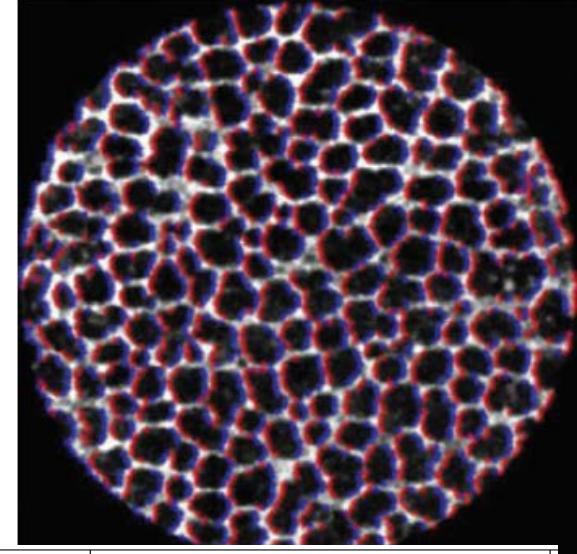
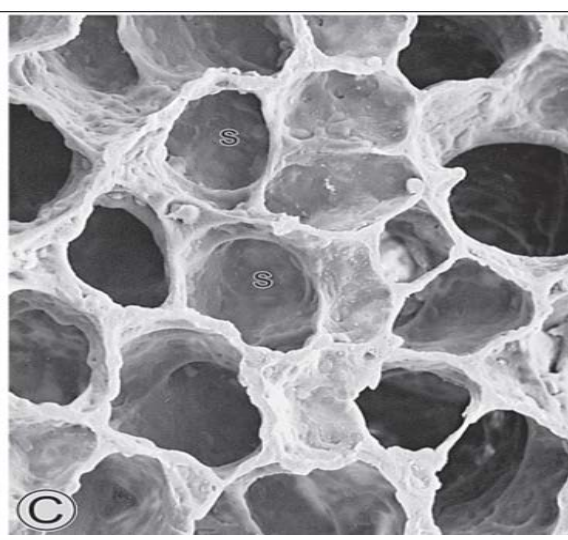
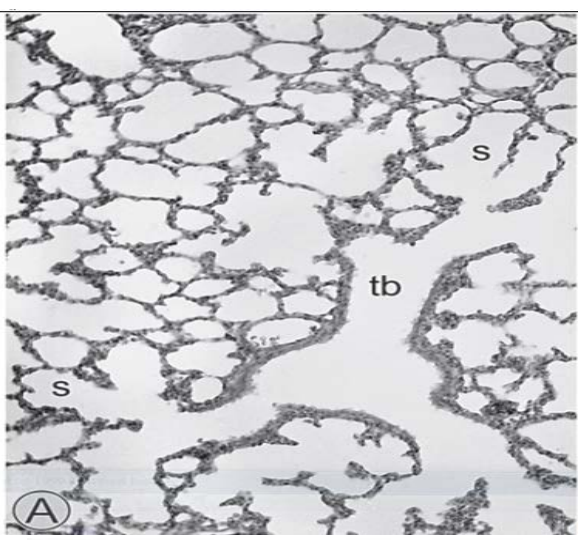
Стефан Хейлс, 1727, «Я сдавливал свежий горох в котле расплющивая под действием большого веса, превращая его в маленькие додекаэдры».

Дж. Бернал, 1959 «У получившихся фигур в среднем было 13,0 граней, в большинстве своем пятиугольных».



Укладка: альвеолы - многогранники

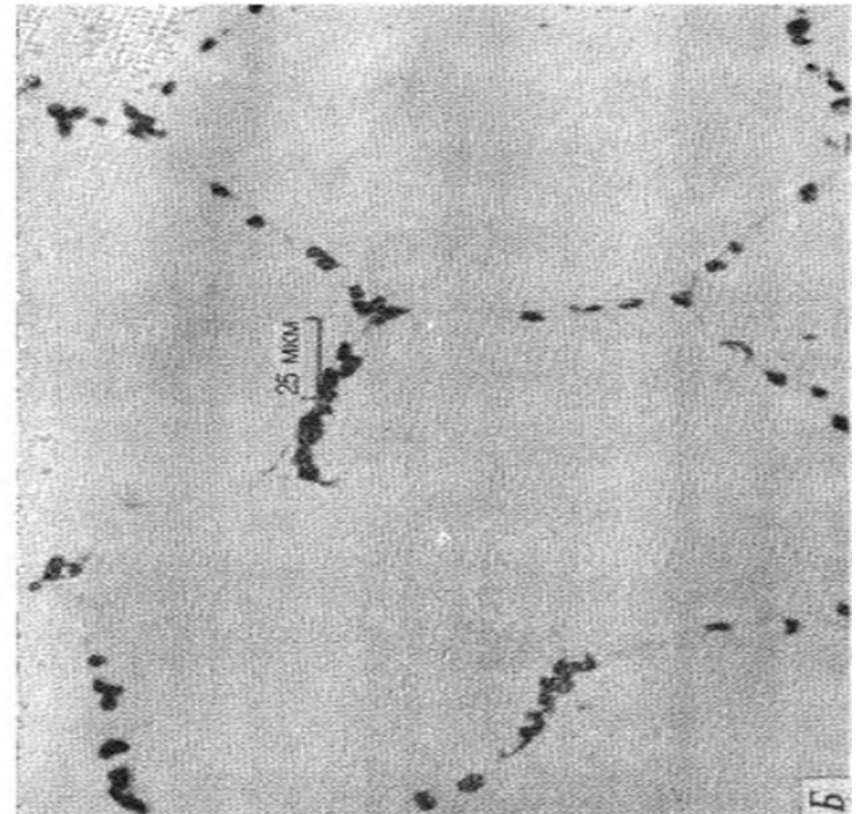
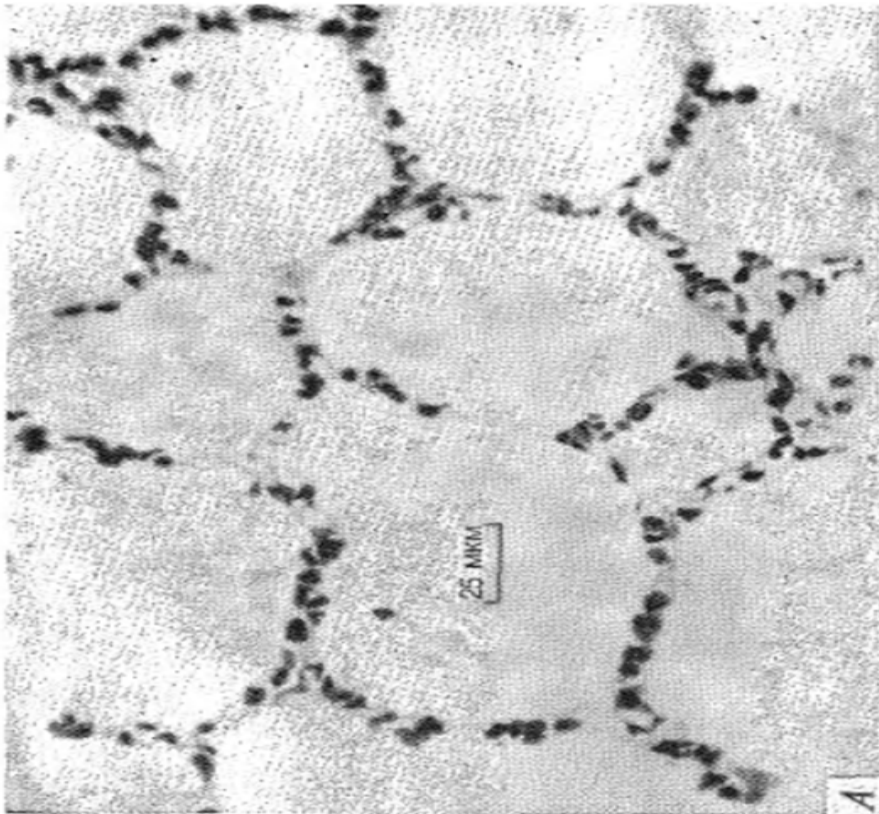




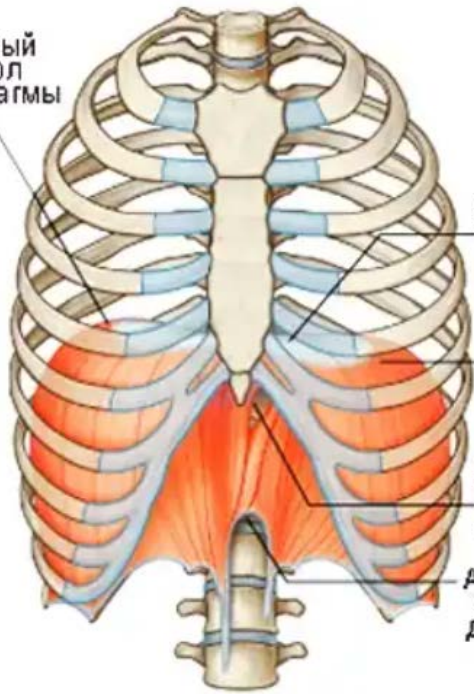
Напомним, что в лёгких, в покое, перфузируется 5-10% альвеол. Изменение вентиляции сопровождается изменением числа перфузируемых капилляров:

Maseri, A., et al. Determinants of pulmonary vascular volume. Recruitment vs dispensability. *Circ. Res.* 31:218–228, 1972

Объем альвеолы зависит от размеров её перегородок



Правый купол диафрагмы



Сухожильный центр диафрагмы

Левый купол диафрагмы

Пищеводное отверстие диафрагмы

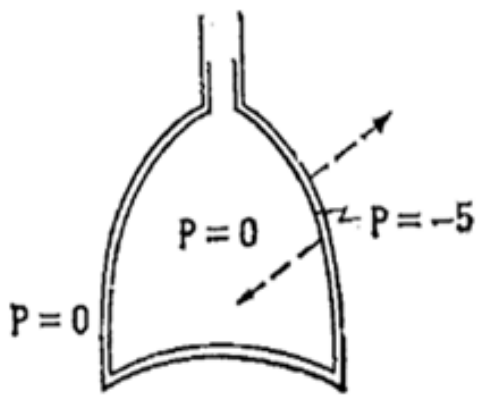
Аортальное отверстие диафрагмы



1

2

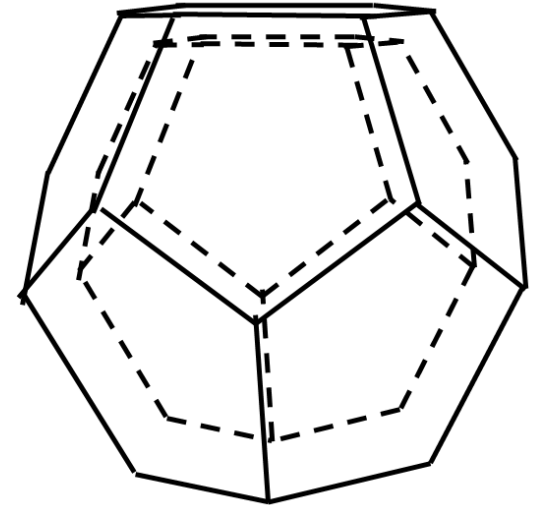
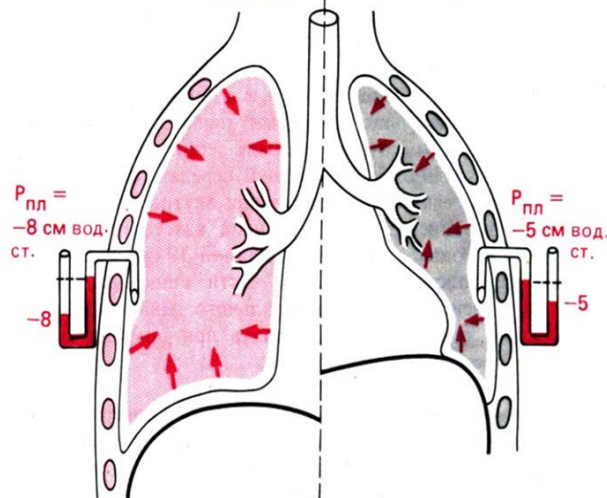
3



Норма

Вдох

Выдох



Альвеола $P = - 8 \text{ cm H}_2\text{O}$

H

Интерстиций

D

капилляр $\Delta P = - \mu 8 \text{ cm H}_2\text{O}$

H

Интерстиций

Альвеола $P = - 8 \text{ cm H}_2\text{O}$

$H + \Delta H$

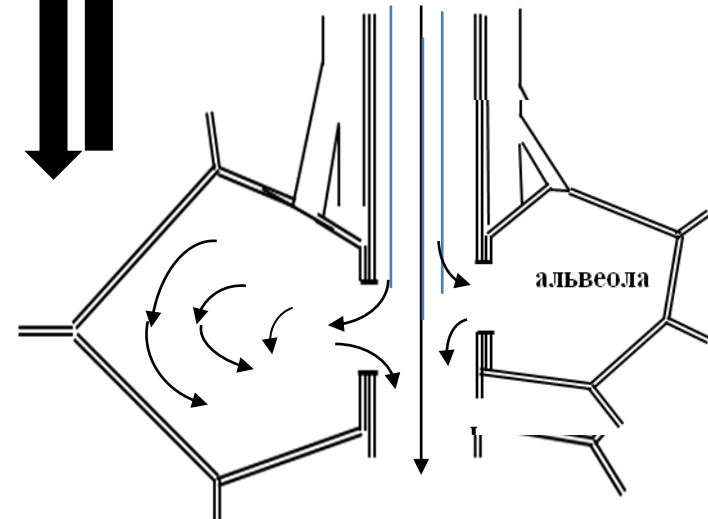
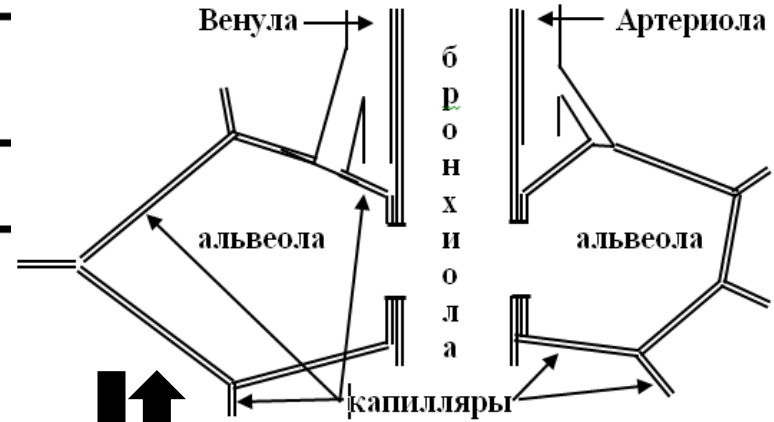
Интерстиций

$D + \Delta D$

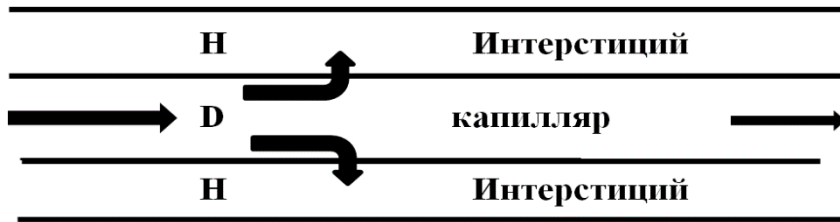
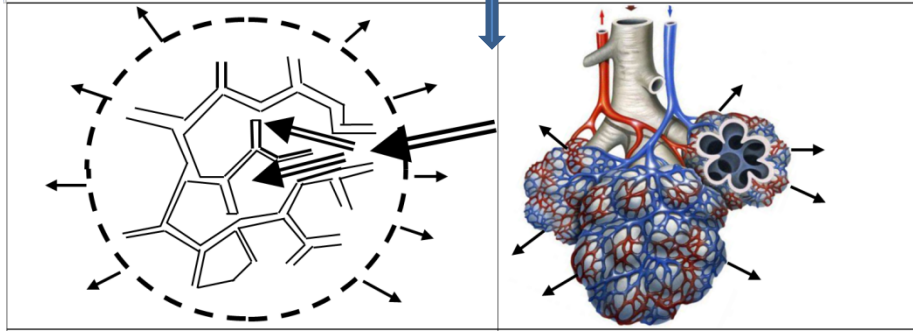
Капилляр

$H + \Delta H$

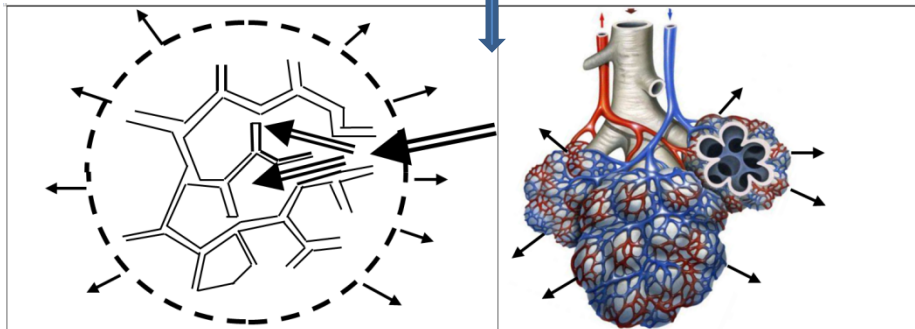
Интерстиций



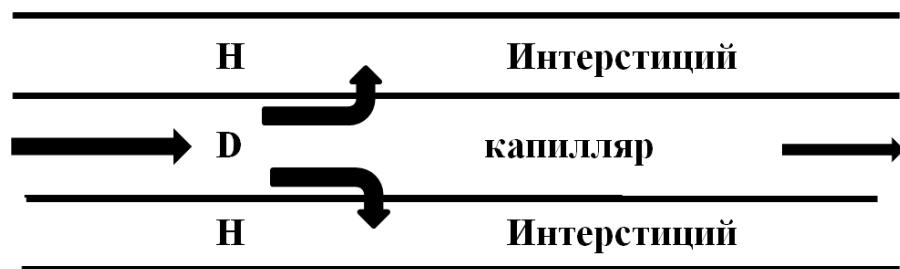
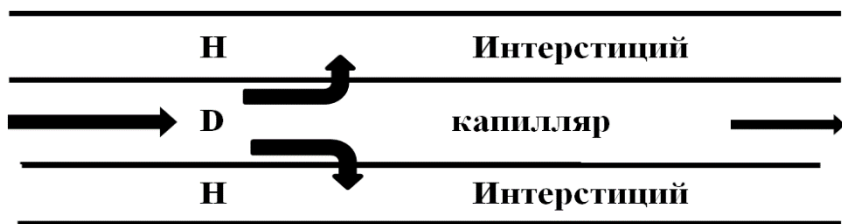
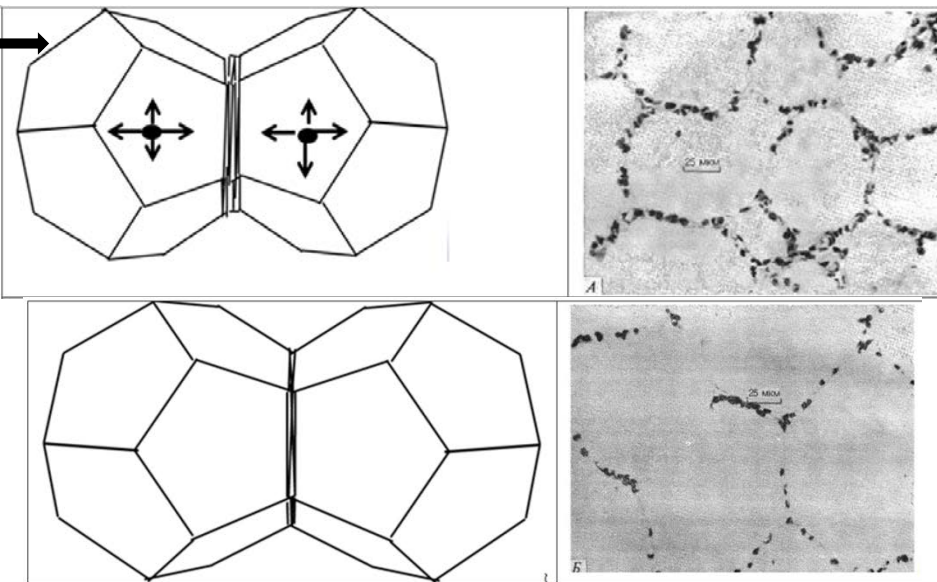
Естественное дыхание

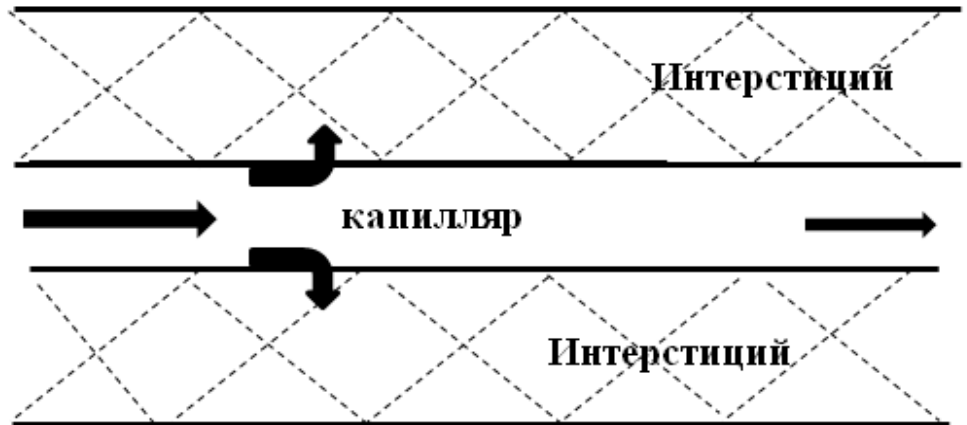
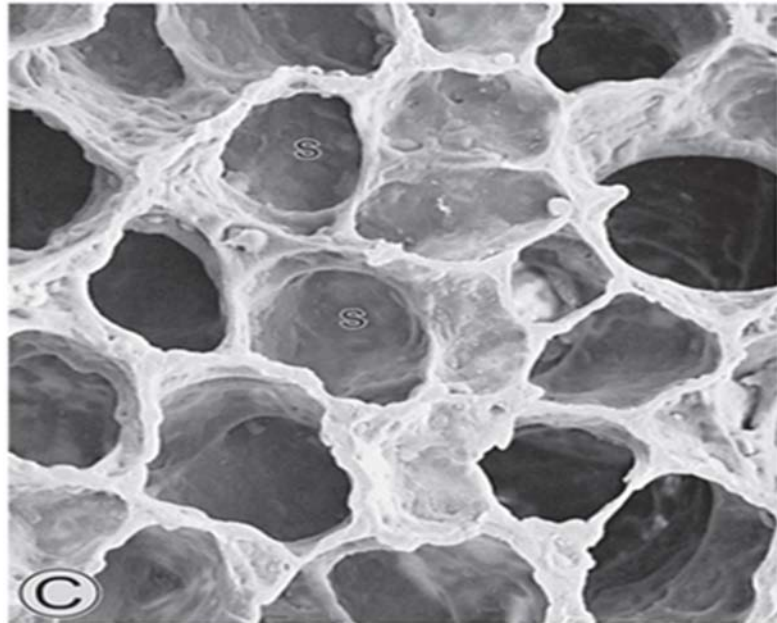
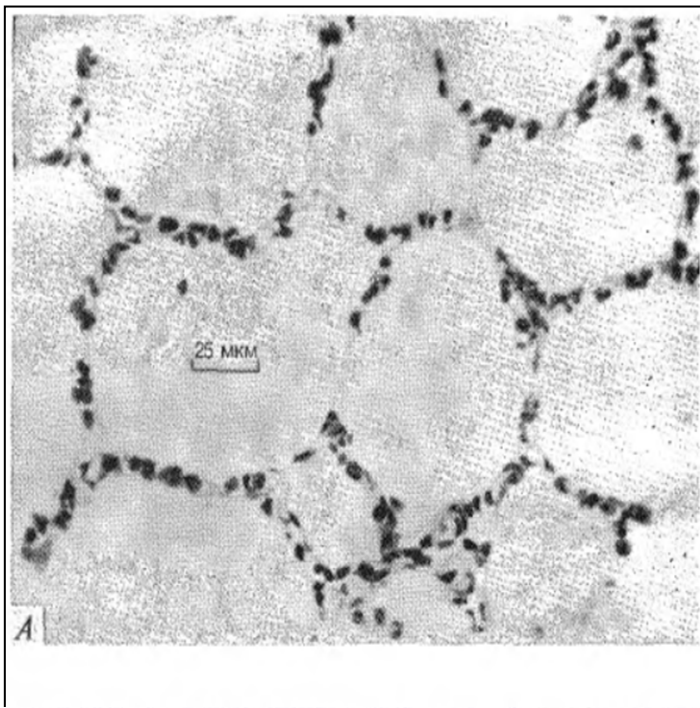


Естественное дыхание

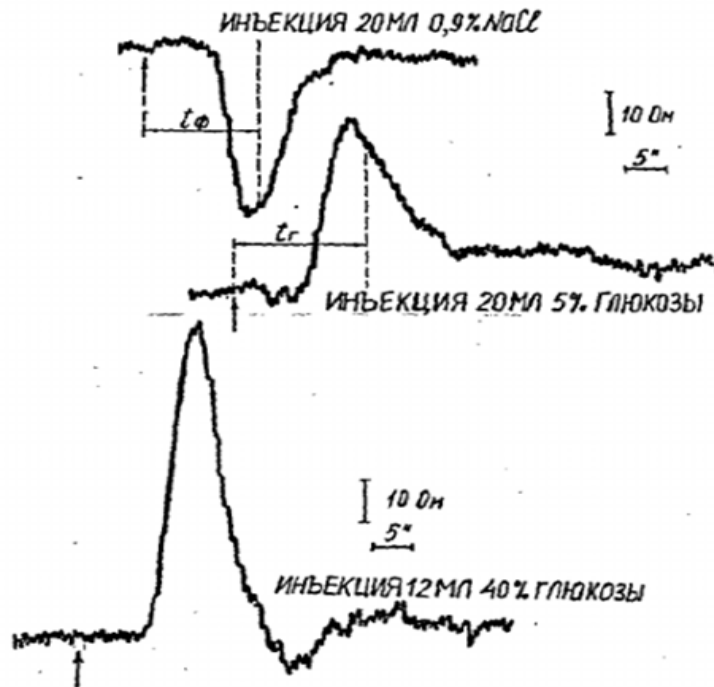
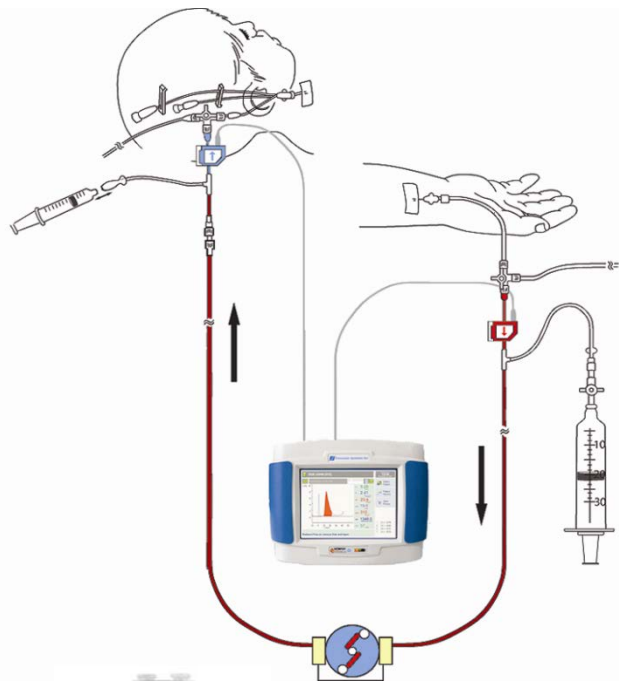


ИВЛ





Оборудование для нахождения СВ и легочной воды



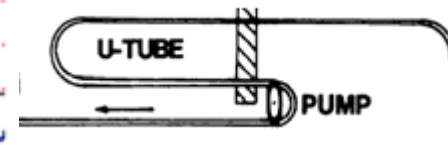
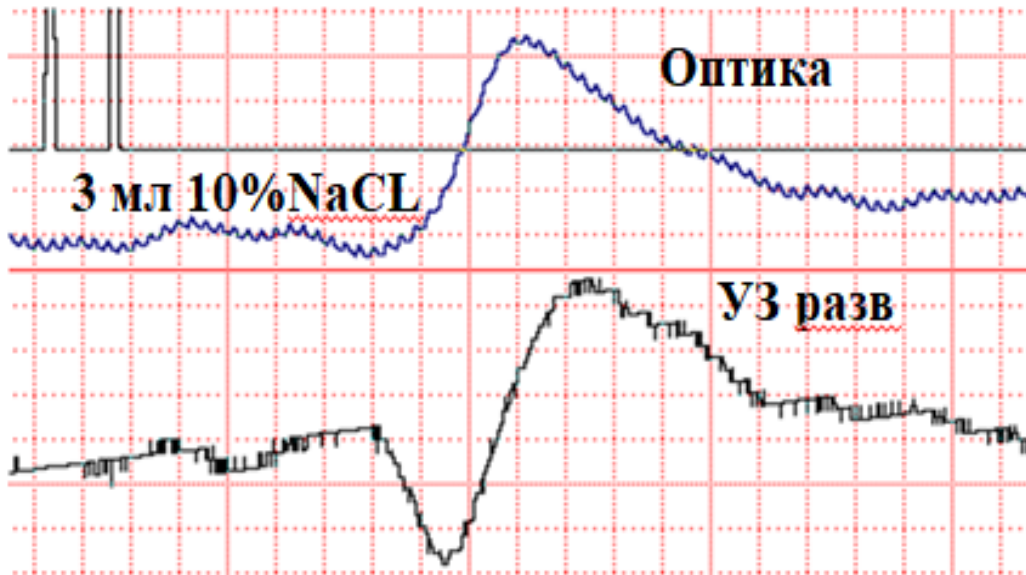
РПГ-202



Ультразвуковой флуометр



**Растворы
NaCl,
Na₂HCO₃
Глюкоза
Маннитол**



Маятник

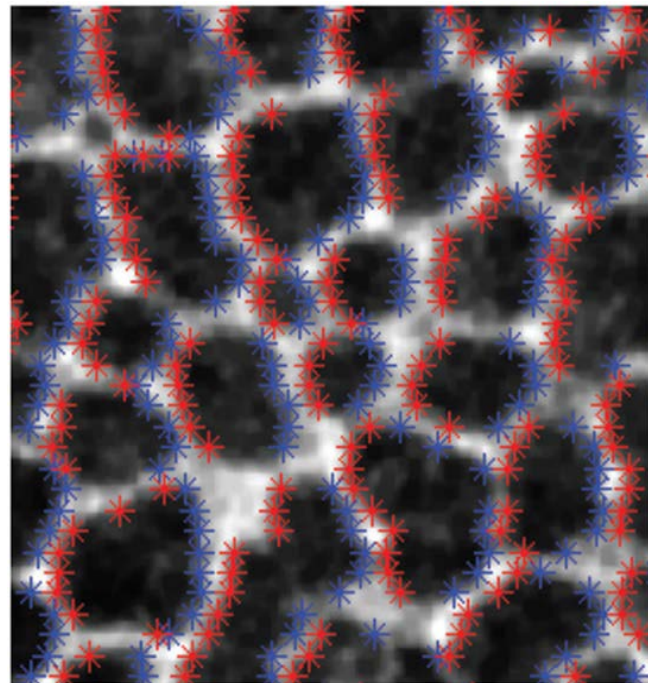


Оксиметр

Конфокальная лазерная эндомикроскопия

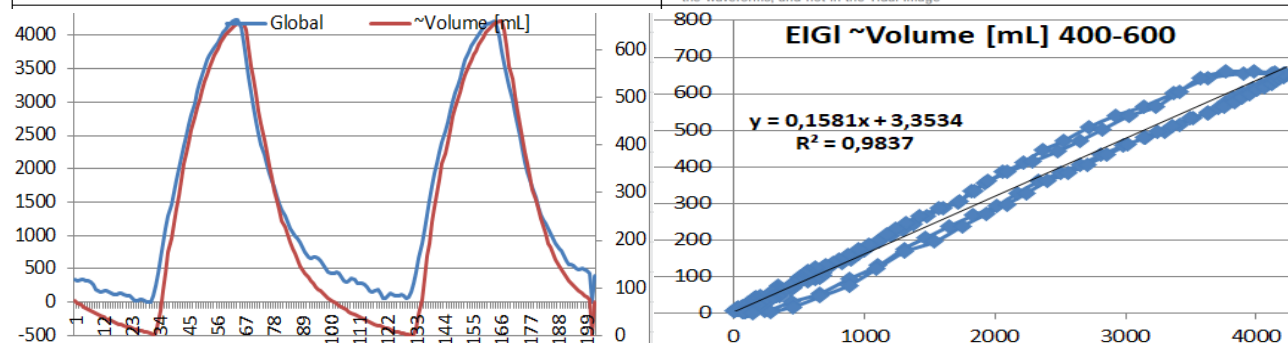
- Площадь собственно ткани;
- Площадь темной области (альвеол)
- Число точек соединения 3-х линий;
- Число альвеол

E. Namati, J. Thiesse, J. de Ryk, G. McLennan «In vivo assessment of alveolar morphology using a flexible catheter-based confocal microscope»; IET Comput. Vis., 2008, Vol. 2, No. 4,



Метод Электро- импедансной Томографии

Electrical Impedance
Tomography: The
realization of regional
ventilation monitoring
Teschner, Imhoff,
Leonhardt
Drägerwerk
www.draeger.com



Выводы.

- **Структура легочной паренхимы – многогранники, меняющие одновременно объем и размер граней – позволяет объяснить соответствие между перфузией и вентиляцией.**
- **Даны варианты многогранников, позволяющие формировать ацинусы**