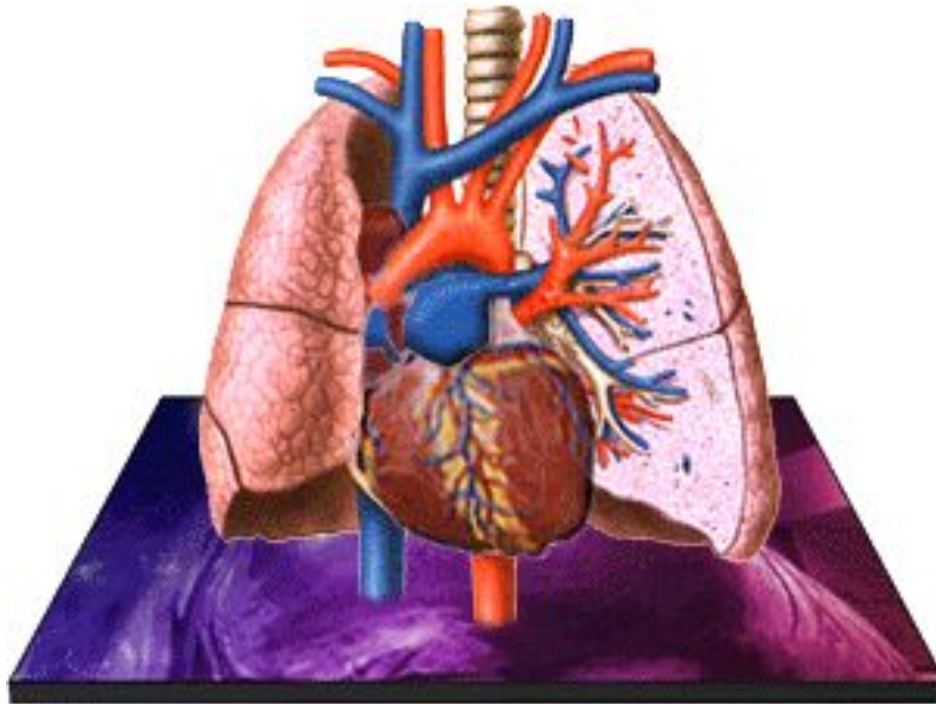
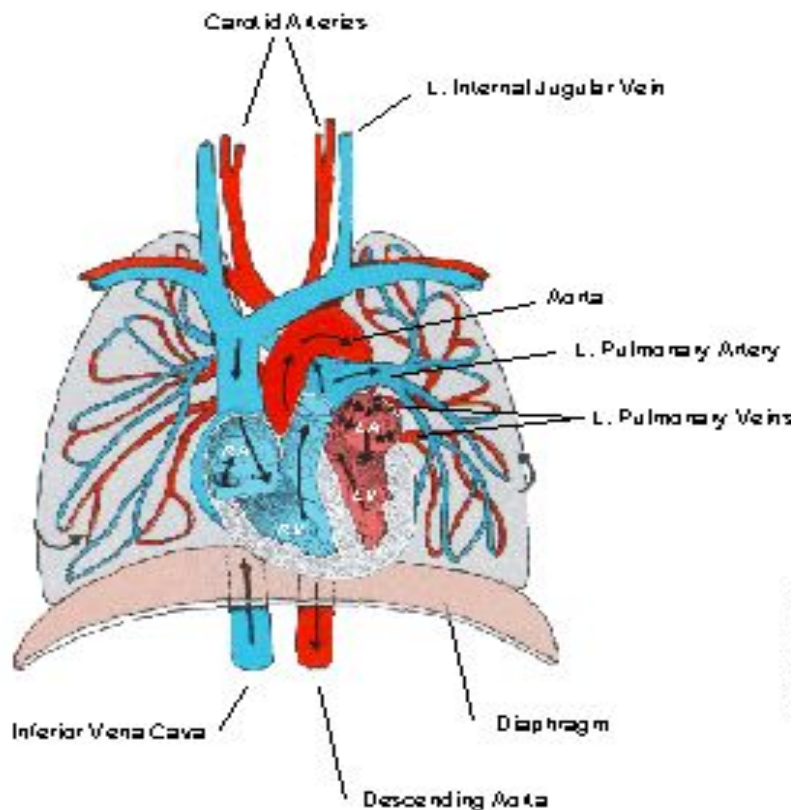


# легочное кровообращение

---

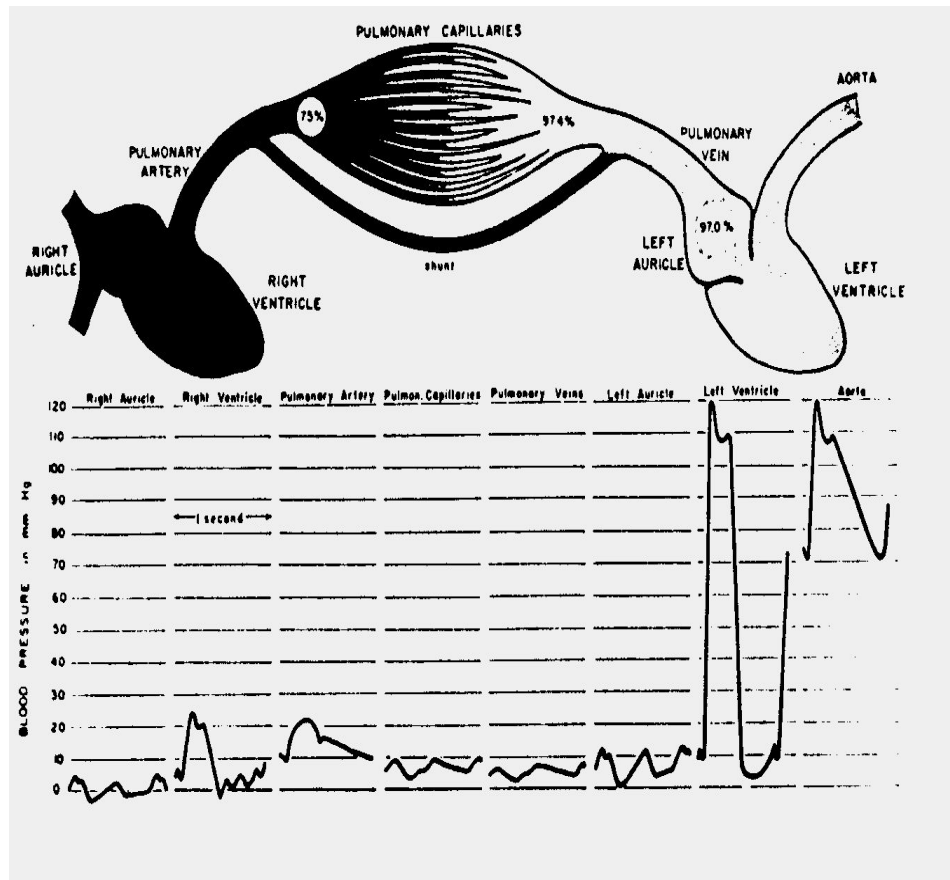


# Анатомия малого круга



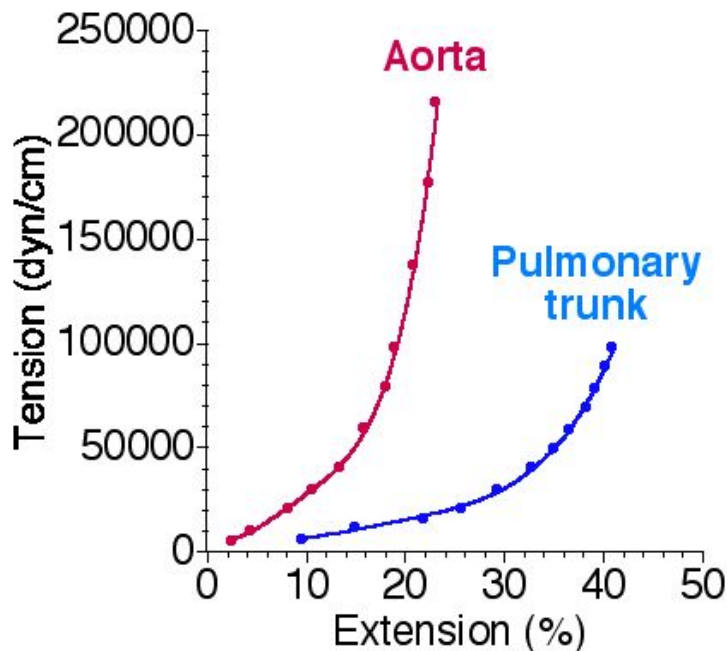
- Малый круг включен в систему кровообращения последовательно с большим кругом
- Сосуды малого круга:
  - Легочный ствол (выходит из правого желудочка) □ легочные артерии (правая и левая) □ долевые ветви □ сегментарные ветви
  - Легочные вены – правые и левые (впадают в левое предсердие)
- Артериовенозные анастомозы
- 2-й источник кровоснабжения легких – бронхиальная система

# Давление в системе легочного кровообращения



- Правое предсердие=0 mmHg
- Правый желудочек: систолич.=25 mmHg, диастолич.=0 mmHg
- Легочная артерия: среднее=15 mmHg, систолич.=25 mmHg, диастолич.=8 mmHg
- Капиллярное гидростатическое давление ~8-10 mmHg
- Левое предсердие ~5 mmHg
- □ *давление в малом круге намного ниже, чем в большом*

# Причины низкого давления



- Легочные сосуды короче и имеют более тонкую стенку с меньшим мышечным слоем
- Большая растяжимость легочных артерий (см. рис.)
- Малая величина сосудистого сопротивления (30% сопротивления – артерии, 50% - артериолы и венулы, 20% - вены)



# Следствия низкого давления

---

- Абсолютные величины давлений в легочной артерии намного ниже, чем в аорте  $\square$  при малой работе правого желудочка обеспечивается продвижение всей крови по малому кругу
- Пульсовое давление ( $P_{\text{сист.}} - P_{\text{диаст.}}$ ) относительно больше, чем в аорте  $\square$  в период систолы из-за малого сопротивления большая часть систолич. объема крови переходит в легочные вены



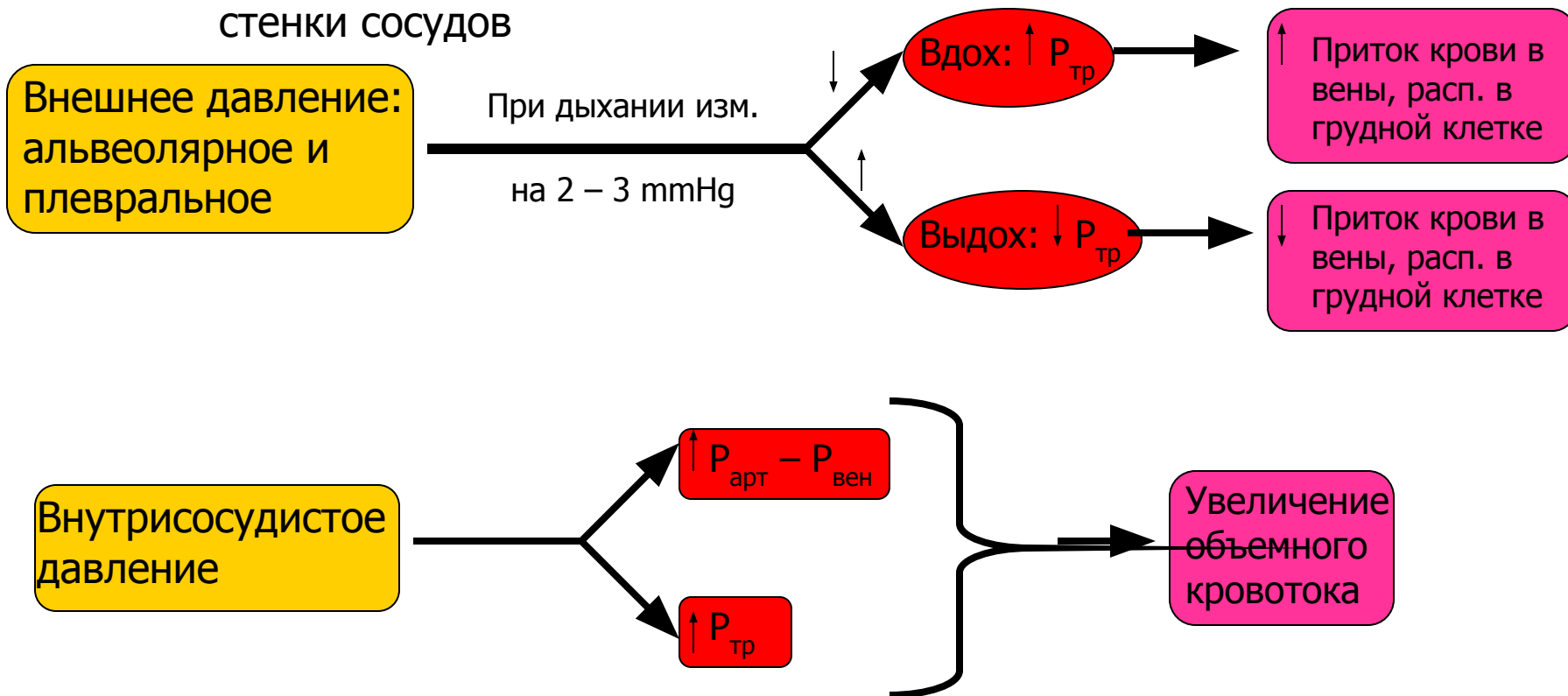
# Легочный кровоток

---

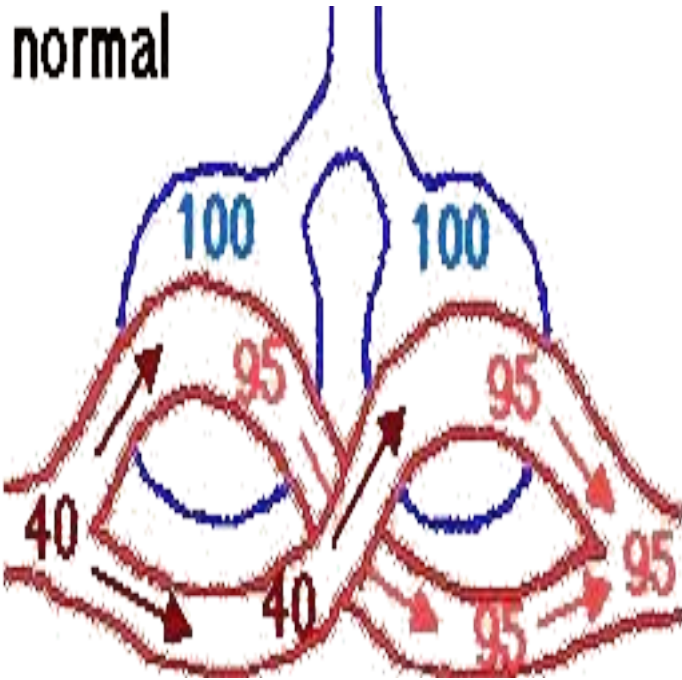
- Состав:
  - Вся кровь, выбрасываемая правым желудочком
  - Венозная кровь из бронхиальных сосудов, поступающая в легочные вены (2% общего выброса левого желудочка)
- Эластичность артерий □ сглаживание пульсирующего кровотока.
- Затухающий пульсирующий кровоток в капиллярах, венах, до левого предсердия
- Скорость: лег. артерия=18 см/с, капилляры=0,3 мм/с, вены - повышается

# Трансмуральное давление

- это разность между внутренним и внешним давлением на стенке сосудов



# Диффузия газов



- Кровь легочных капилляров насыщается  $O_2$  и выводит в альвеолы избыток  $CO_2$  □ ЛК – неотъемлемое звено легочного дыхания
- Суммарная площадь альвеоло-капиллярного барьера=50 – 60  $m^2$ , толщина слоя=0,5 мкм, объем крови=150 мл □ благоприятные условия для диффузии
- Время оксигенации=0,25 – 0,75 с
- объема ускоряет диффузию, переполнение – отек легкого

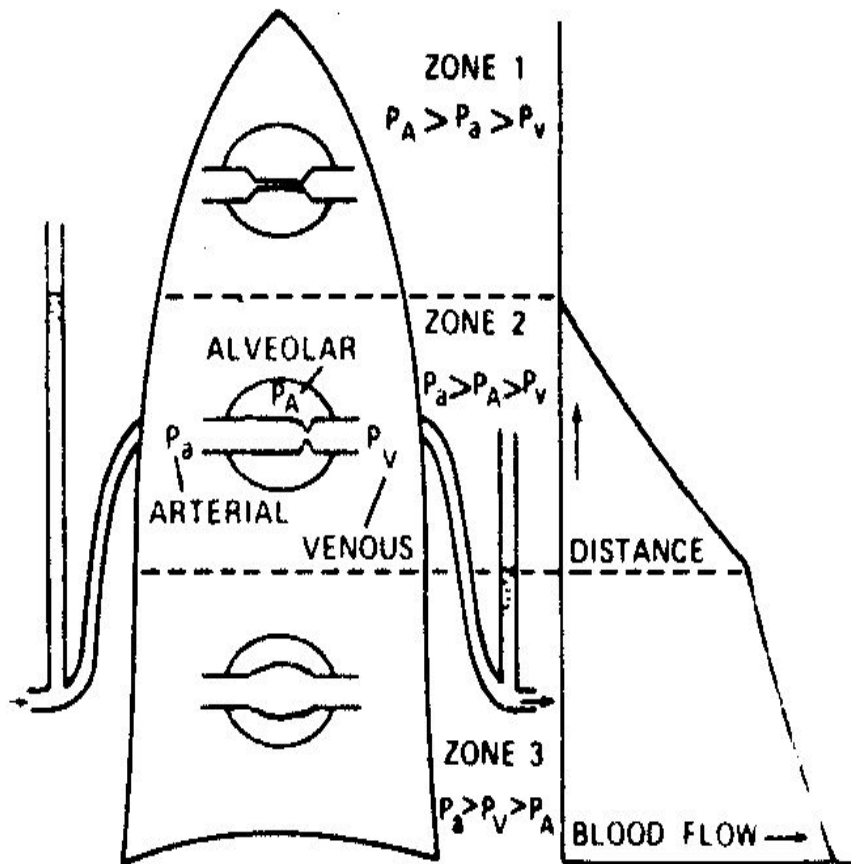


# Вентиляционно-перфузионное отношение (V/Q)

Альвеолярная вентиляция (=4-5 л/мин) / капиллярный кровоток (=5-6 л/мин) = V/Q = 0,7-1,0

- При V/Q=0,9 Q,1: P<sub>a</sub>O<sub>2</sub> = 100 mmHg, P<sub>a</sub>CO<sub>2</sub> = 40 mmHg
- Если V ↓, Q=const, то P<sub>a</sub>CO<sub>2</sub> ↑, P<sub>a</sub>O<sub>2</sub> ↓ □ газовый состав ~ венозный
- V/Q □ артериальная гипоксемия и гиперкапния

# Распределение кровотока по легким



Неравномерно, зависит от положения грудной клетки в гравитационном поле Земли :

- В вертикальном положении – в легких выделяются 3 зоны (по соотношению давлений)
- В горизонтальном положении легкие оксигенируются равномерно



## 3 зоны в легких

---

- Среднее давление в легочной артерии на уровне сердца ( $P_{cp}$ ) = 16 mmHg
- Зона 1:  $P_1 = P_{cp} - P_{гидр} = 16 - 13 = 3$  mmHg, V/Q увелич.,  $P_a > P_A > P_v$  □ капилляры спадаются
- Зона 2:  $P_2 = P_{cp} = 16$  mmHg, V/Q норм.,  $P_A > P_a > P_v$  □ норма
- Зона 3:  $P_3 = P_{cp} + P_{гидр} = 16 + 5 = 21$  mmHg, V/Q умер. пониж. (до 0,7-0,6),  $P_A > P_v > P_a$  □ капилляры расширены, кровоток увелич.



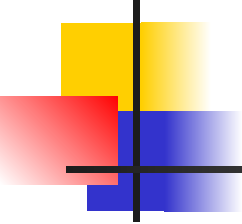
# Физическая работа

---

- Увелич. минутного объема (МО) в 2-2,5 р.
  - незначит. прирост давления, в 4 р.
  - $P_{\text{сист}} = 35 \text{ mmHg}$ ,  $P_{\text{диаст}} = 15 \text{ mmHg}$
- Причины:
  - Открытие ранее не проводящих сосудов (были закрыты под действием атм. давления)
  - Рефлекторная и пассивная вазодилатация под влиянием возросшего трансмурального давления

# Регуляция легочного кровообращения 1

- Нервная (симпатические волокна ( $\alpha$ -адренорецепторы – сосудосуживающий эффект,  $\beta$ -адренорецепторы - сосудорасширяющий) (?))
- Барорецепторы (повыш. АД в лег. артериях  сниж. АД в большом круге и наоборот)
- Хеморецепторы (реагируют на сниж.  $O_2$ , повыш.  $CO_2$ , сниж. pH  симпатич. сужение сосудов (+брадикардия)  спонтанное дыхание  воздействие на стретч-рецепторы  глубокий вдох  вазодилатация и тахикардия)



# Регуляция легочного кровообращения 2

---

- Местная регуляция
  - Связанная с вентиляцией (реакция на парциальное давление)
  - Адреналин, норадреналин, гистамин □ сужение лег. сосудов, хотя эффекты маскируются изменениями в трансмуральном давлении, вызванными косвенным путем