

**УО «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**г. Минск**

**Особенности гемодинамики у  
детей во внутриутробный  
период, период новорожденности  
и в первые годы жизни**

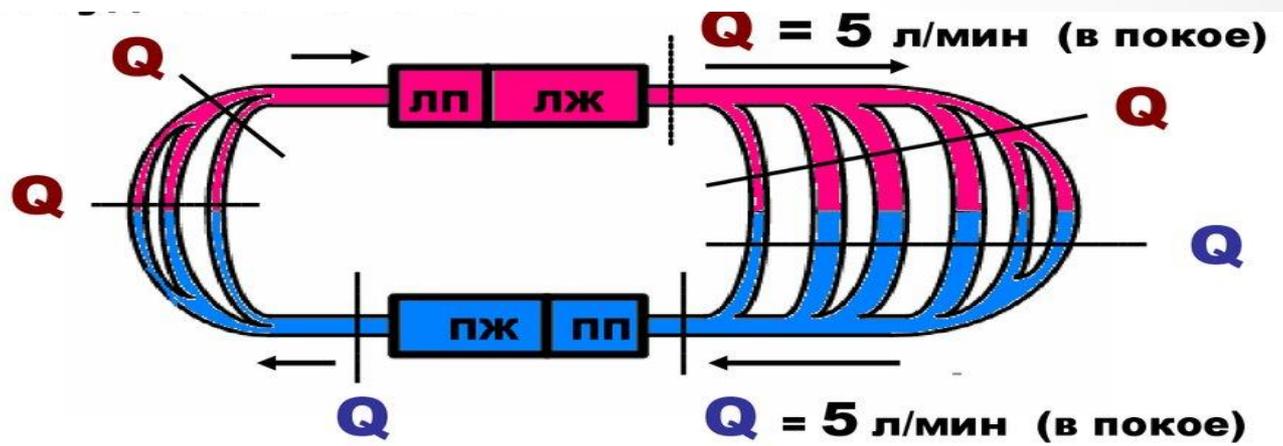
**Третьяков Дмитрий Сергеевич,  
5 курс, лечебный факультет;**

**Кравченко Андрей Юрьевич, 5 курс,  
лечебный факультет**

# Физические законы

## гемодинамики

### Закон постоянства потока



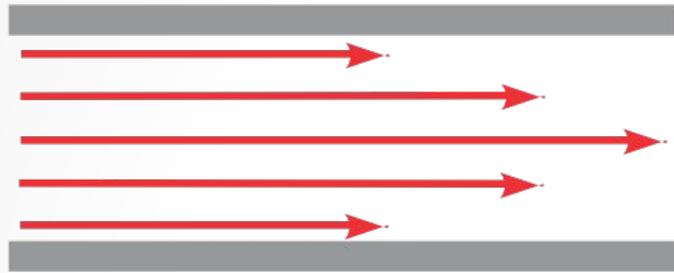
Основной закон гемодинамики

$$Q = \frac{\Delta P}{R}$$

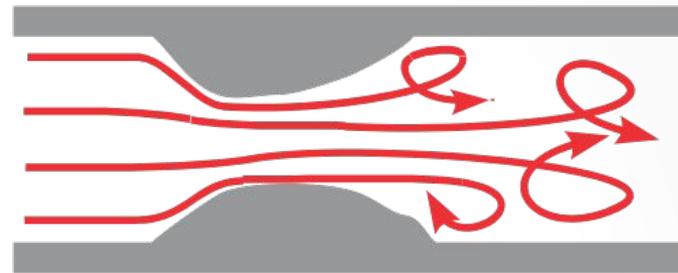
$$R = \frac{8l\eta}{\pi r^4}$$

Вязкость зависит от калибра, характера и скорости течения крови в сосудах. В сосудах меньше 1 мм вязкость резко снижается (феномен Фареуса-Линдквиста)

# Ламинарное и турбулентное течение крови



Laminar Flow



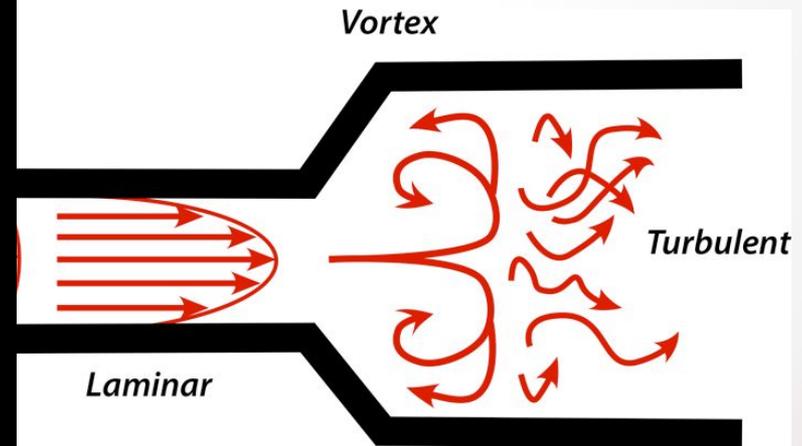
Turbulent Flow



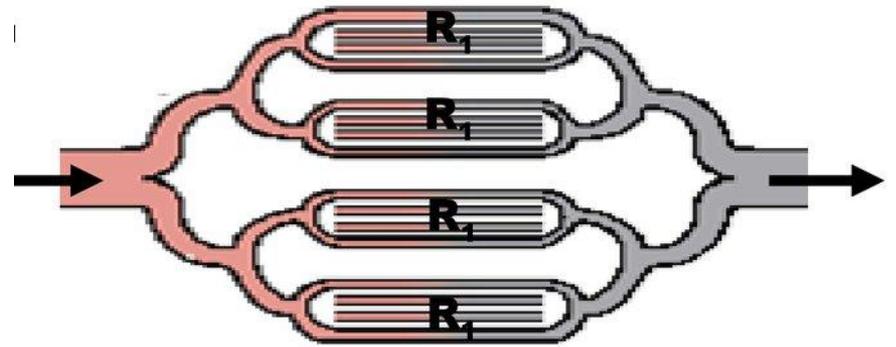
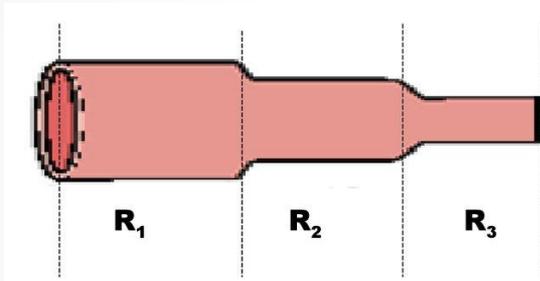
**HeMoLAB**

Hemodynamics Modelling Laboratory  
<http://hemolab.lncc.br/>

INCT-MACC  
LNCC/MCTI  
Petrópolis / Brazil



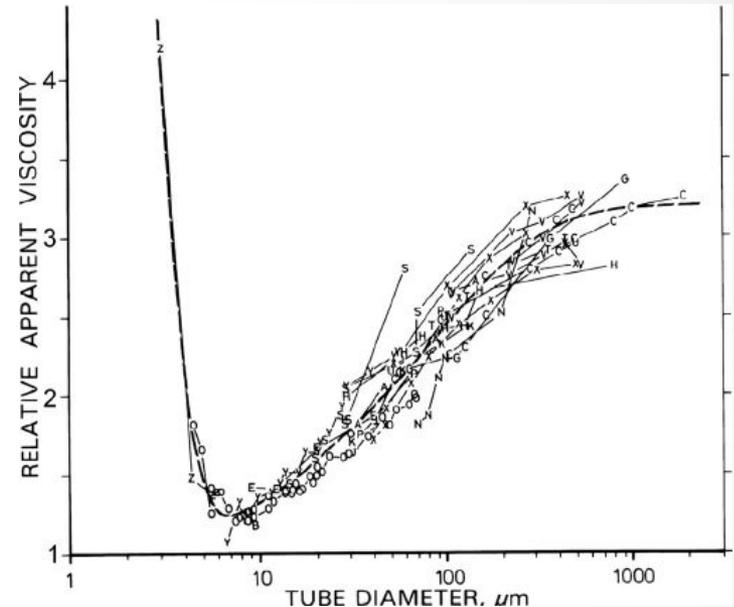
- 1 закон Кирхгофа. Сопротивление последовательно соединенных сосудов равно сумме сопротивлений каждого отдельного сосуда.



- 2-й закон Кирхгофа. Проводимость ( $C=1/R$ ) параллельно соединенных сосудов равна сумме проводимостей каждого отдельного сосуда:  $C=C_1+C_2+C_3+\dots$  Или  $1/R=1/R_1+1/R_2+1/R_3+\dots$

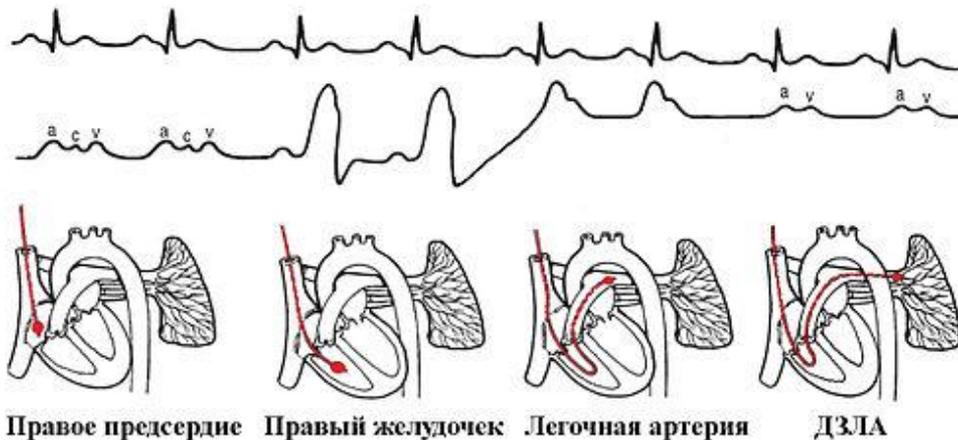
# Причины различной вязкости крови в реальных сосудах и расчетных

1. В случае протекания крови через сосуды диаметром более малым, чем 1 мм вязкость крови уменьшается (феномен Фареуса-Линдквиста - эритроцитарная цепочка передвигается в оболочке из плазмы)
2. Вязкость крови уменьшается с увеличением скорости ее протекания (связано с центральным размещением эритроцитов в потоке)



# Параметры и их расчет

- СВ (сердечный выброс, МОК, cardiac output) (л/мин) = УО \* ЧСС
- СИ (сердечный индекс) (л/мин/м<sup>2</sup>) = СВ / S (тела)
- СГД (среднее гемодинамическое, mean arterial pressure) = ДАД + 1/3 (САД - ДАД) = 2/3 ДАД + 1/3 САД
- SVR (systemic vascular resistance) ( $\text{dyn} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}^{-5}$ ) = (СГД - ЦВД) / сердечный выброс (**9-20 мм.рт.ст.\*мин/л**)
- PVR (pulmonary vascular resistance) = (среднее давление в ЛА – давление заклинивания ЛА) / сердечный выброс (**0,25-1,6 мм.рт.ст.\*мин/л**)

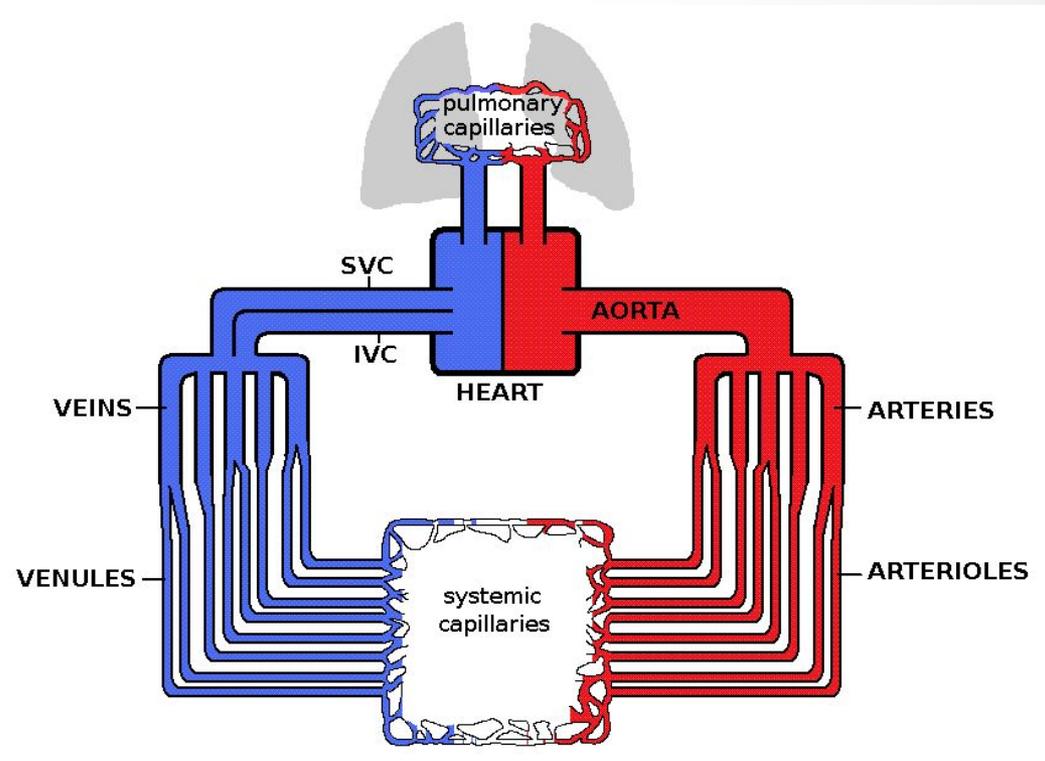


- КДО (EDV) (110-140 мл); КДО/S (61-74 мл/м<sup>2</sup>)
- КСО (ESV) (40-50 мл); КСО/S (24-31 мл/м<sup>2</sup>)
- УО (stroke volume) = КДО-КСО
- Фракция выброса (ejection fraction)= УО/КДО.  
Усредненное значение у взрослых 55-65. **У детей** в периоде новорожденности ФВ составляет не менее 60%, в основном 60-80%, постепенно достигая обычных показателей нормы по мере роста.

# В соответствии с функциональными особенностями

## сосуды делятся на:

- Компенсирующие (амортизирующие) – аорта, крупные артерии.
- Резистивные (сосуды сопротивления) – артериолы
- Прекапиллярные сфинктеры
- Обменные (капилляры)
- Емкостные (венулы, вены)
- Шунтирующие (артериально-венозные анастомозы)

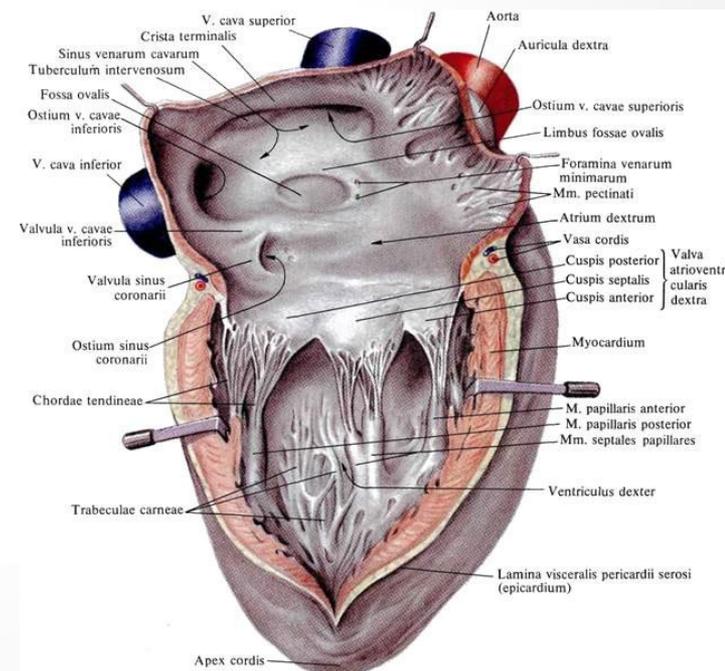
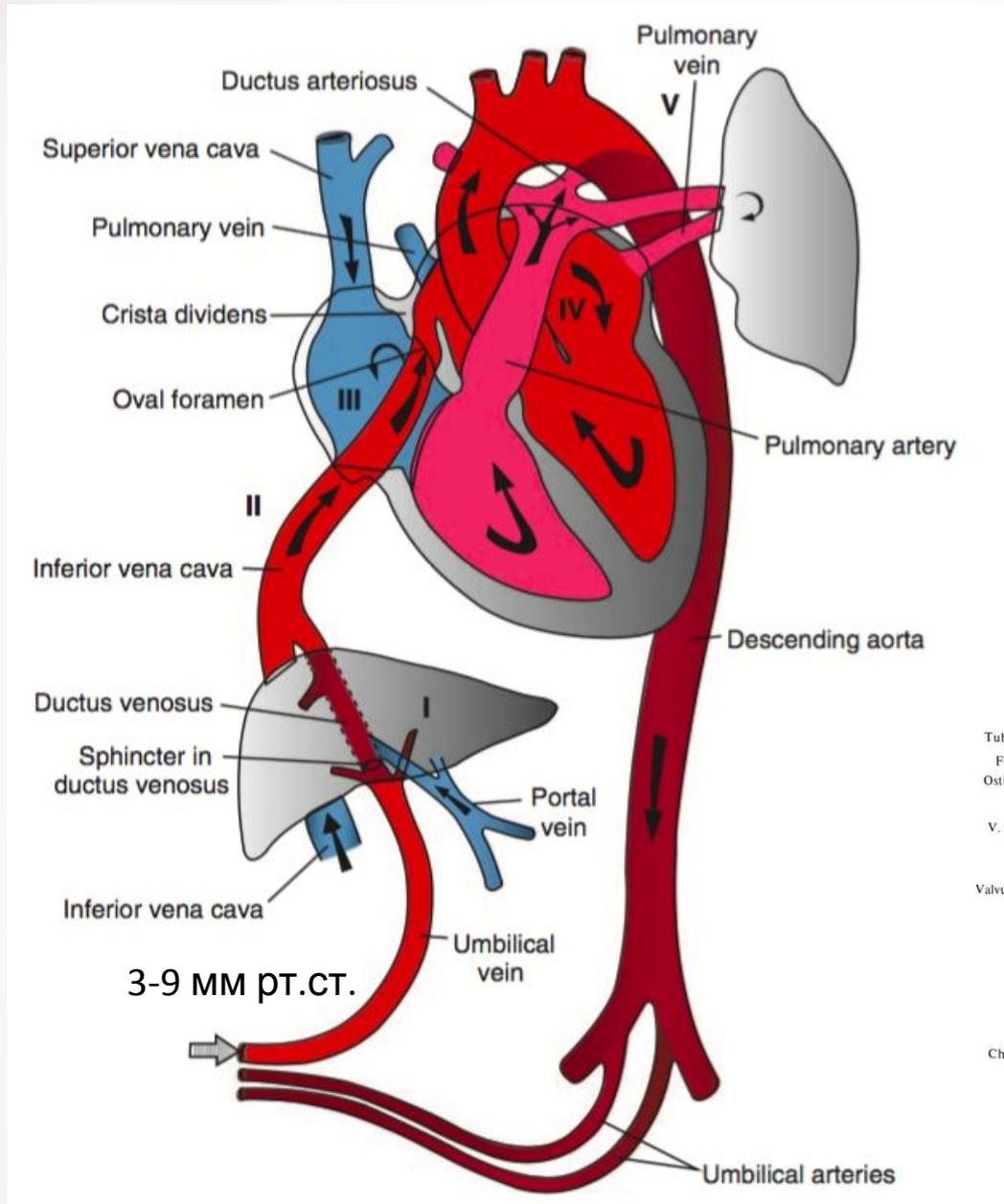


Параметр	Правый желудочек	Левый желудочек
EDV (ml)	144+-23	144+-21
EDV/S (ml/m <sup>2</sup> )	75+-11	78+-8,8
ESV (ml)	50+-14	47+-10
ESV/S (ml/m <sup>2</sup> )	27+-7	26+-5,1
Stroke volume (ml)	94+-15	95+-14
Stroke volume/S (ml/m <sup>2</sup> )	51+-7	52+-6,2
Ejection fraction, %	66+-6	67+-4,6

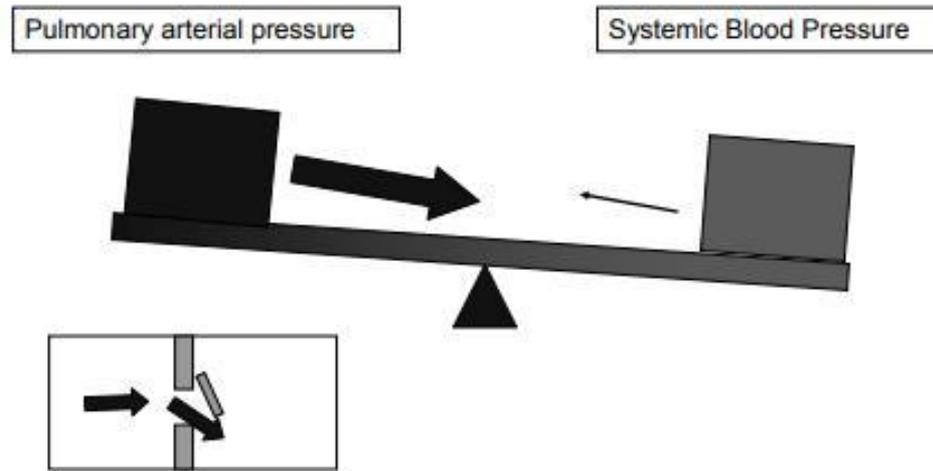
# Гемодинамика во внутриутробном периоде

## Особенности:

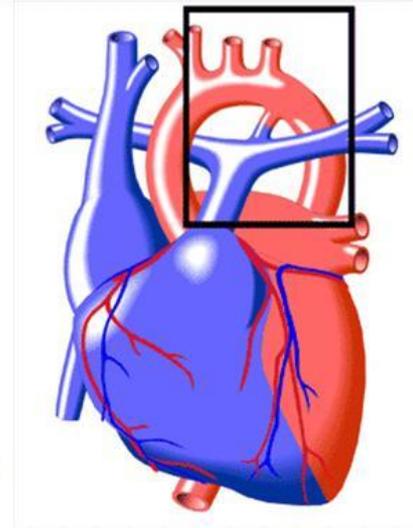
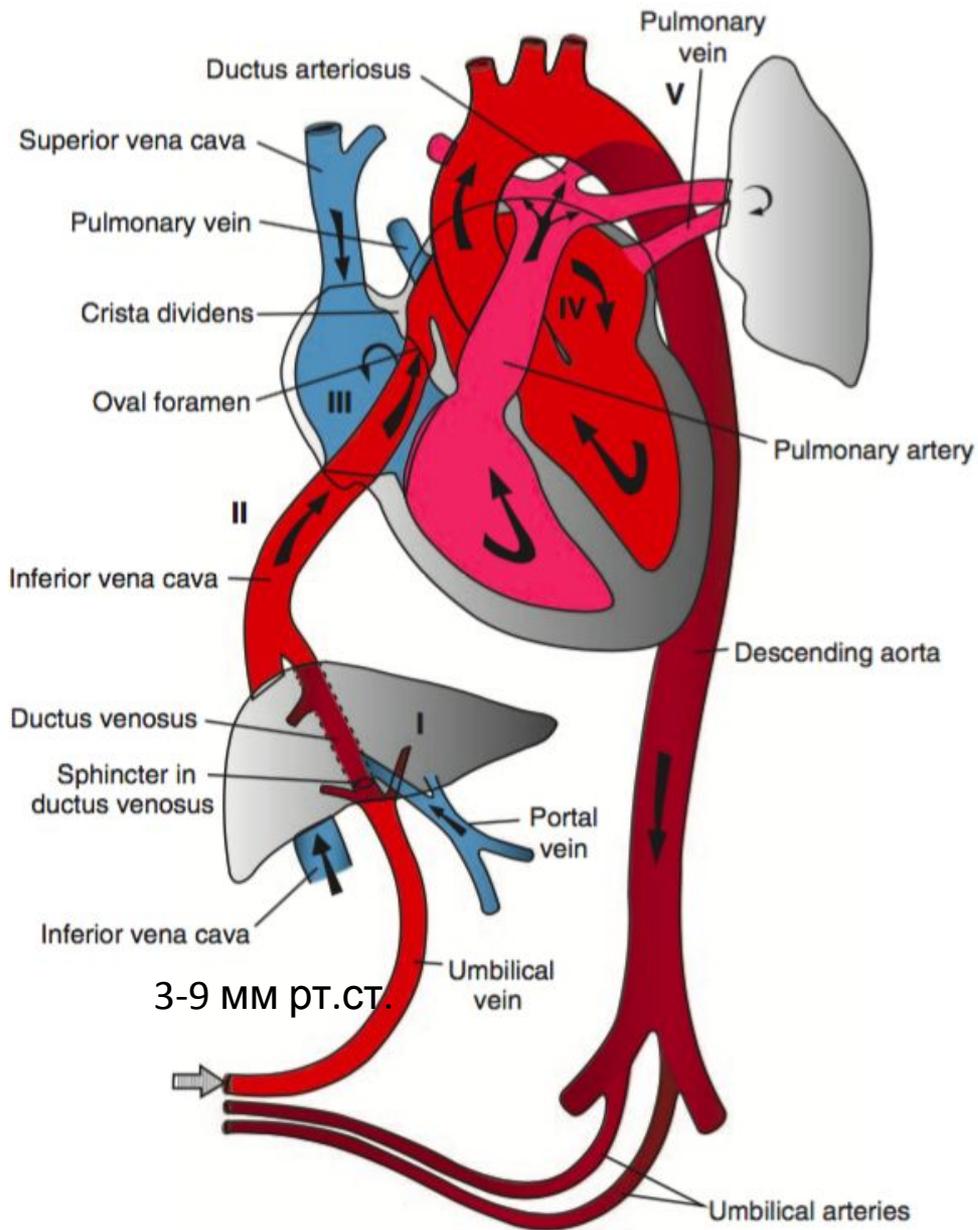
1. Газообмен за счет плаценты
2. Наличие пупочной вены (переносит кровь от плаценты к печени – 1 расхождение крови)
3. Ductus venosus (шунт из пупочной вены в нижнюю полую)
4. Овальное окно
5. Ductus arteriosus
6. Пупочные артерии



# Fetal Pulmonary Circulation



Поскольку плод окружен околоплодными водами, давление в его сосудах измеряется относительно давления в амниотической полости. Давление в полых венах и в правом предсердии составляет 3—5 мм рт. ст., а в левом предсердии — 2—4 мм рт. ст. (несколько меньше, кровь проходит через овальное окно). Нет изменений в связи со сроком беременности ( $p > 0,2$  и  $p > 0,6$ ). Систолическое давление в правом и левом желудочках примерно одинаково и на поздних сроках беременности равняется 65—70 мм рт. ст. В легочном стволе и аорте давление тоже одинаково, при этом систолическое составляет 65—70 мм рт. ст., а диастолическое — 30—35 мм рт. ст. На поздних сроках беременности систолическое давление в правом желудочке и легочном стволе на 5—8 мм рт. ст. превышает давление в левом желудочке и аорте, возможно, за счет некоторого



# Изменения в кровообращении сразу после рождения (транзиторный период)

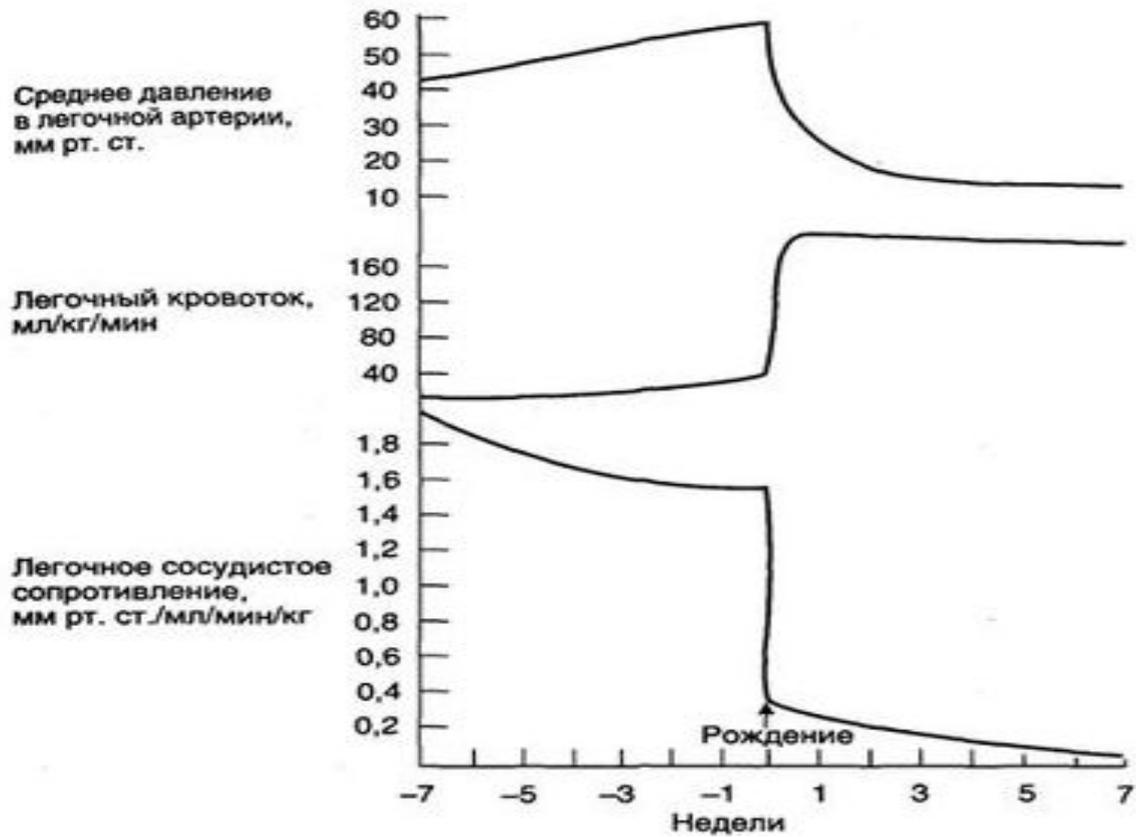
Удаление  
плаценты



Первый  
вдох

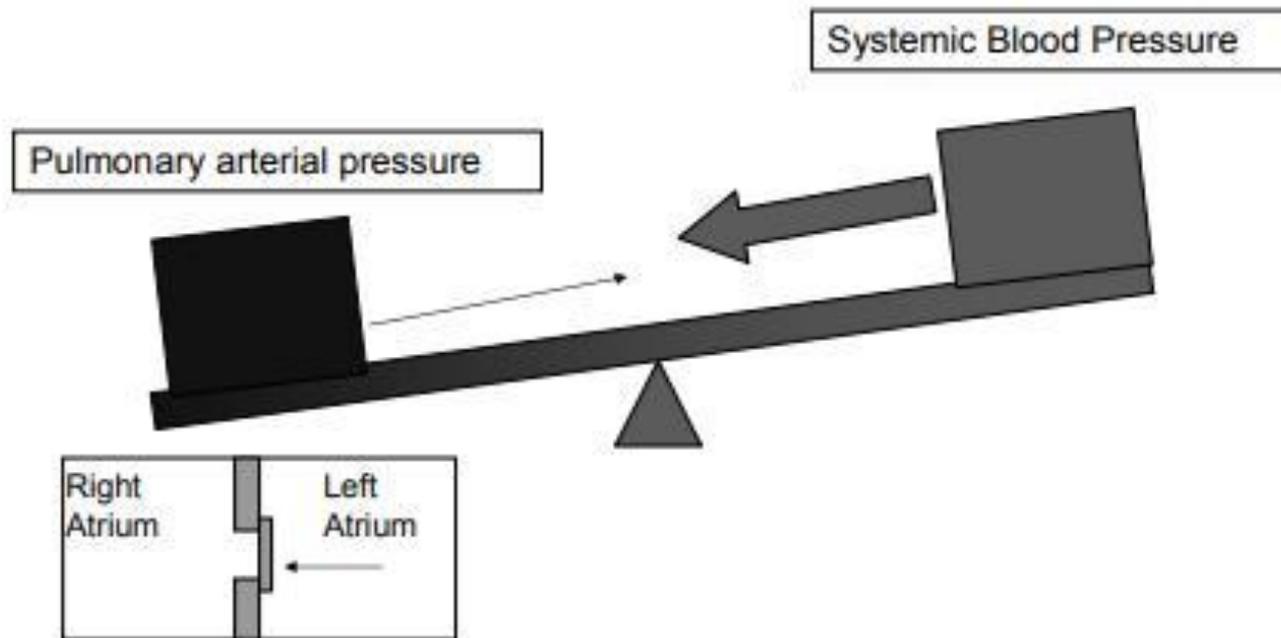


Прекращение  
фетоплацентарного и  
становление  
полноценного  
легочного  
кровообращения



	2 часа после рождения	6 ч	12 ч	24 ч	48 ч	72 ч
Pulm.artery mean pressure (mm Hg)	63,41±7,03	51,78±9,82	40,94±9,32	34,39±9,89	26,23±7,49	25,25±8,28

# Normal Transition

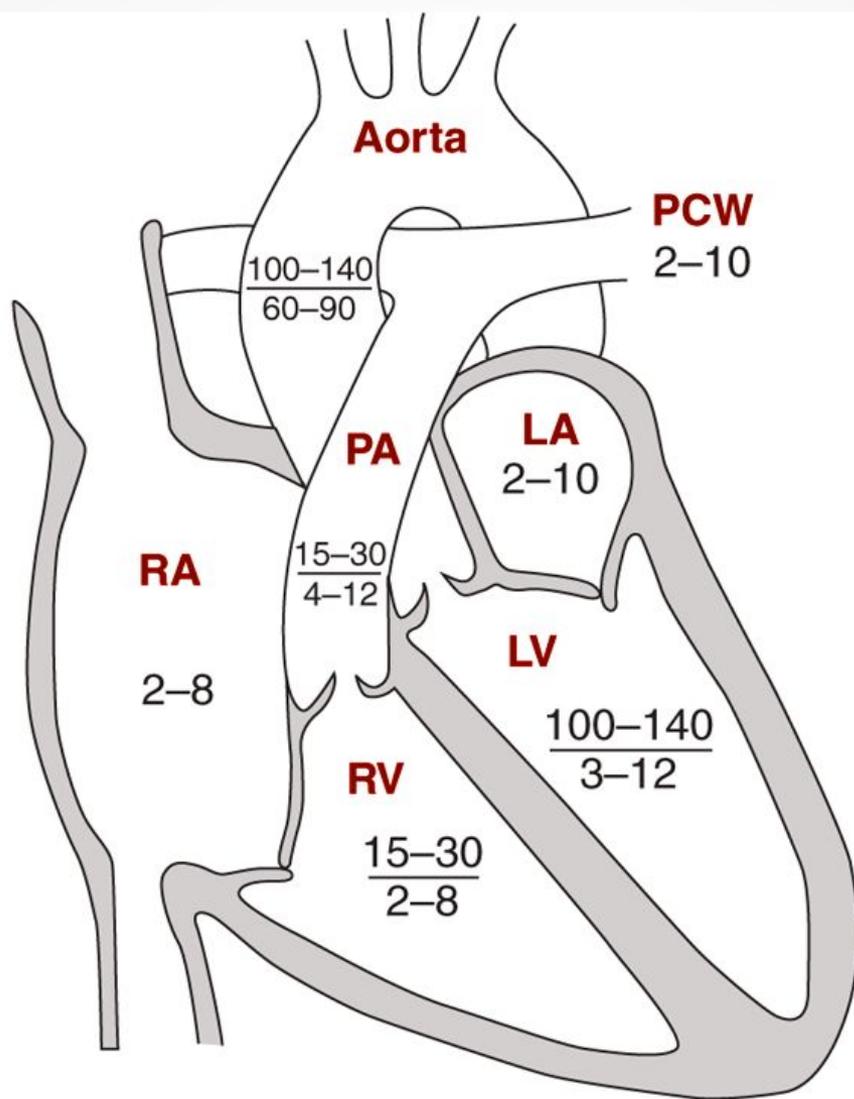


Стимул	Ductus arteriosus	Легочные сосуды
Гипоксия	Дилатация	Констрикция
Ацидоз	Дилатация	Констрикция
Алкалоз	Констрикция	Дилатация
Кислород	Констрикция	Дилатация

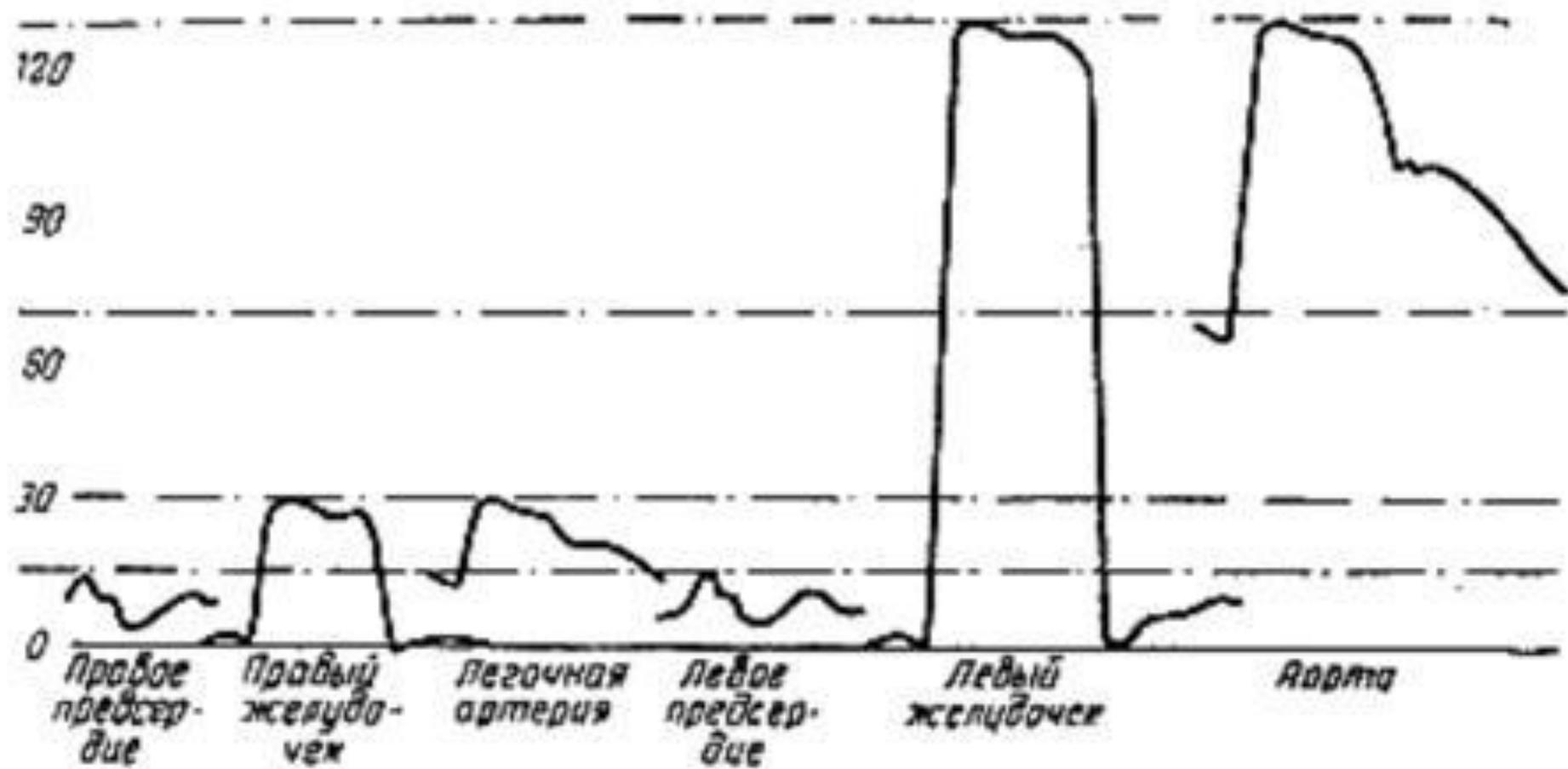
## Давление в полостях сердца и сосудах у новорожденного и у плода

Параметр	Плод	Новорожденный
Давление в правом предсердии	3-5	2,8-3,5
Давление в левом предсердии	2-4	7-9
Правый желудочек (систолическое)	65-70/0	20-23/0
Левый желудочек (систолическое)		70-80/0
Легочной ствол	65-70/30-35	20-23/10
Аорта		70-80/35-40

Легочно-капиллярное давление, или давление заклинивания, отражает давление в системе легочная вена - левое предсердие и составляет 7-9 мм рт.ст.



<b>RA</b> 2-8	<b>RV</b> 15-30 / 2-8	<b>PA</b> 15-30 / 4-12	<b>Lungs</b> <b>PCW</b> 2-10	<b>LA</b> 2-10	<b>LV</b> 100-140 / 3-12	<b>Aorta</b> 100-140 / 60-90
------------------	--------------------------	---------------------------	------------------------------------	-------------------	-----------------------------	---------------------------------



**Спасибо за**

Спасибо за

вниманию!

**вниманию!**

