

ОСОБЕННОСТИ КРОВООБРАЩЕНИЯ
ПЛОДА
И ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

Декабрь **2014**

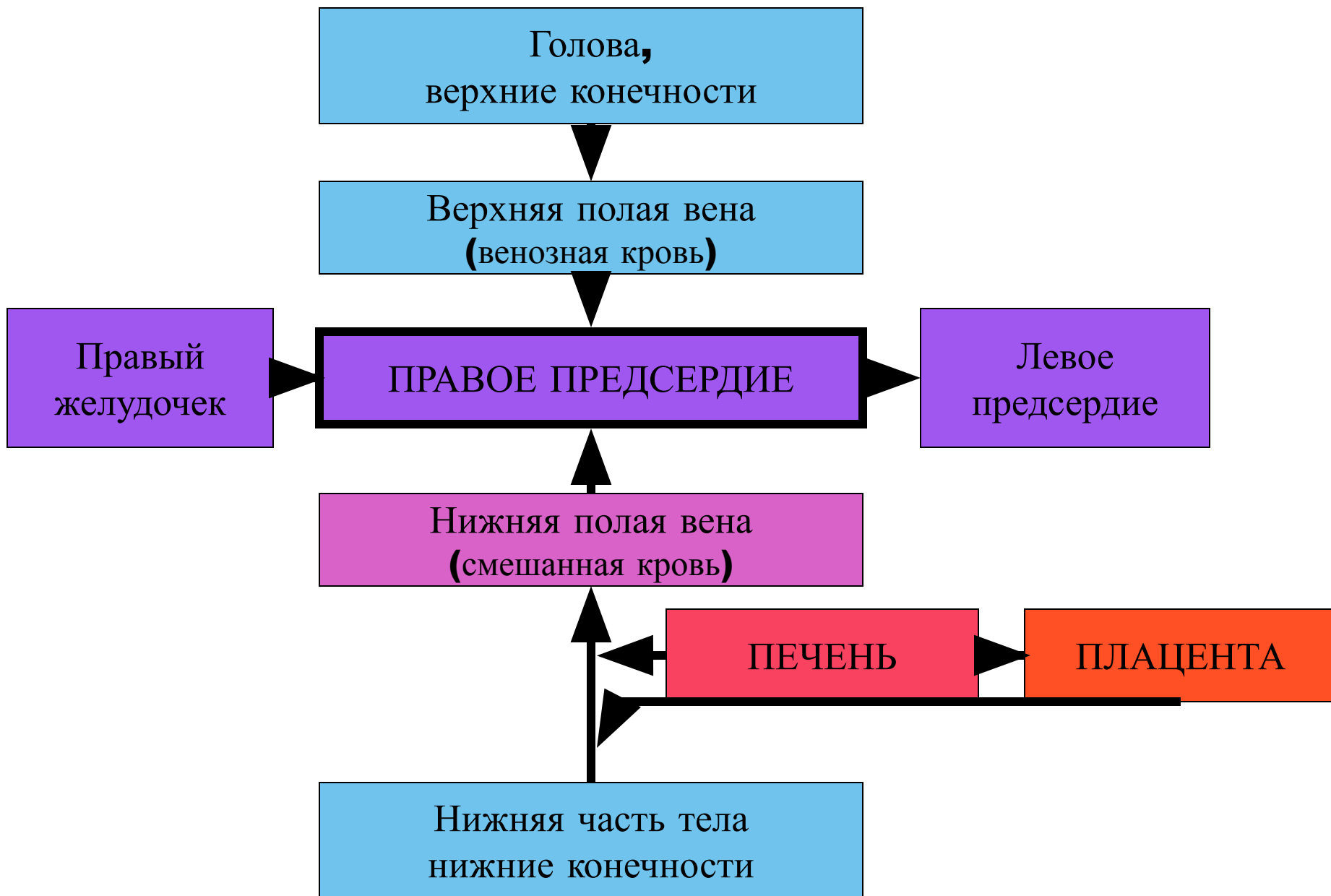
РАЗВИТИЕ СЕРДЦА

- Сокращения клеток на месте будущего сердца начинаются на **22-й** день при длине эмбриона **3 мм** (эмбриональный ритм = **15-35** в мин).
- На **4** неделе закладываются сердечные трубки.
- К **10** неделе формируются все отделы сердца, клапанный аппарат (что совпадает с появлением плацентарного кровообращения). Увеличивается ЧСС.
- В это время масса сердца составляет **10%** от массы тела (у взрослого – **0,5%**)
- К моменту рождения ЧСС=**140** в мин (т.к. высокий уровень обмена в-в и отсутствует тонус блуждающего нерва),
- АД = **60-70** мм рт.ст.
- СВ (сердечный выброс) = **200-300** мл/мин на **1** кг веса
- **60%** этого объёма поступает к плаценте, а **40%** - кровоснабжает ткани плода.

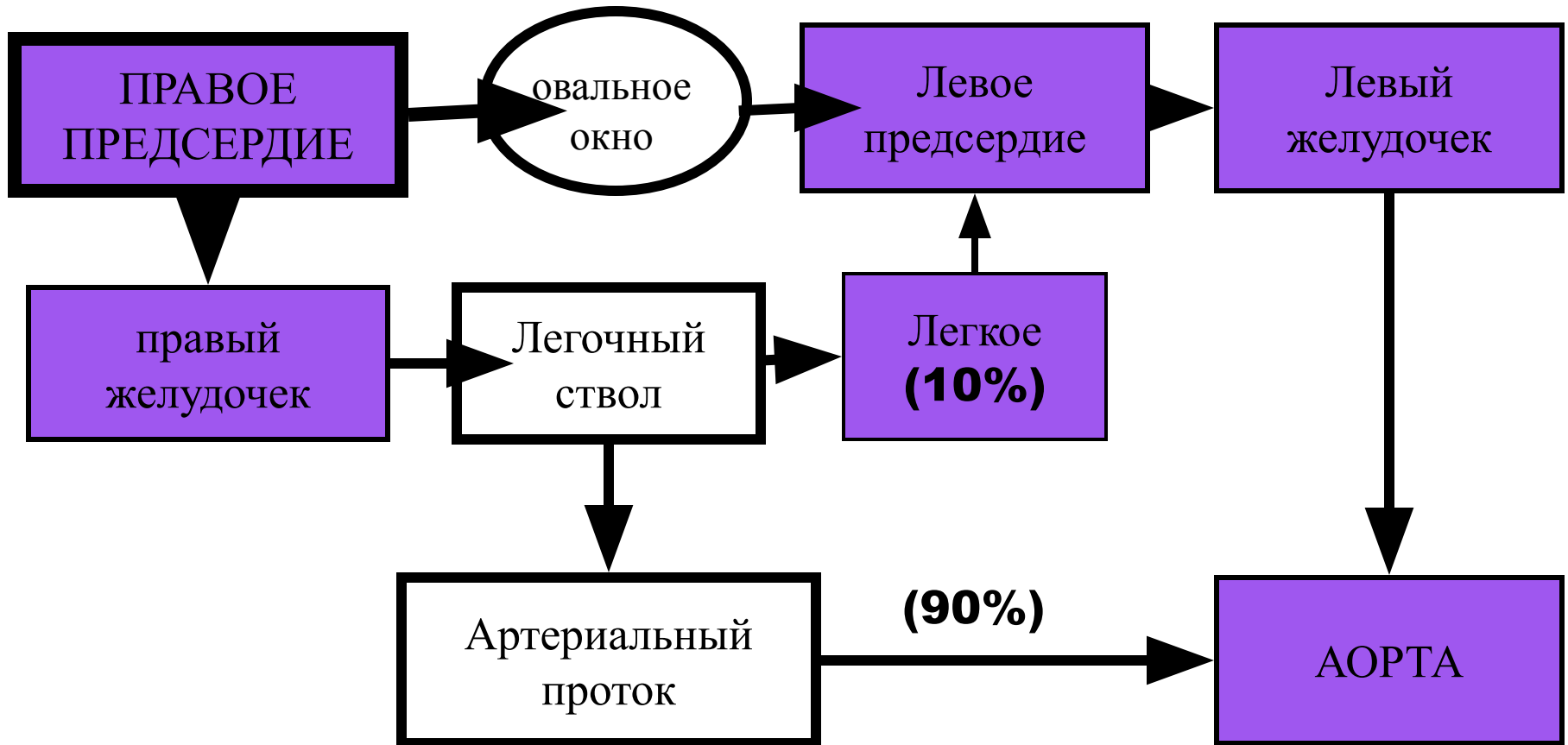
СХЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ ПЛОДА

- Артериальная кровь от плаценты поступает по пупочной вене.
- По одной ветви (венозный проток) большая часть крови поступает в нижнюю полую вену.
- По другой ветви меньшая часть крови поступает в воротную вену и, пройдя печень, также вливается в НПВ. (Только печень получает почти чистую артериальную кровь!)
- Смешанная кровь из НПВ через овальное окно направляется из правого предсердия в левое предсердие, затем из левого желудочка в аорту.
- Чисто венозная кровь из ВПВ направляется в правое предсердие, в правый желудочек, затем в лёгочный ствол,
- а потом через артериальный (Боталлов) проток – тоже в аорту (но ниже отхождения подключичных и общих сонных артерий)
- В малый круг поступает всего **10%** крови.

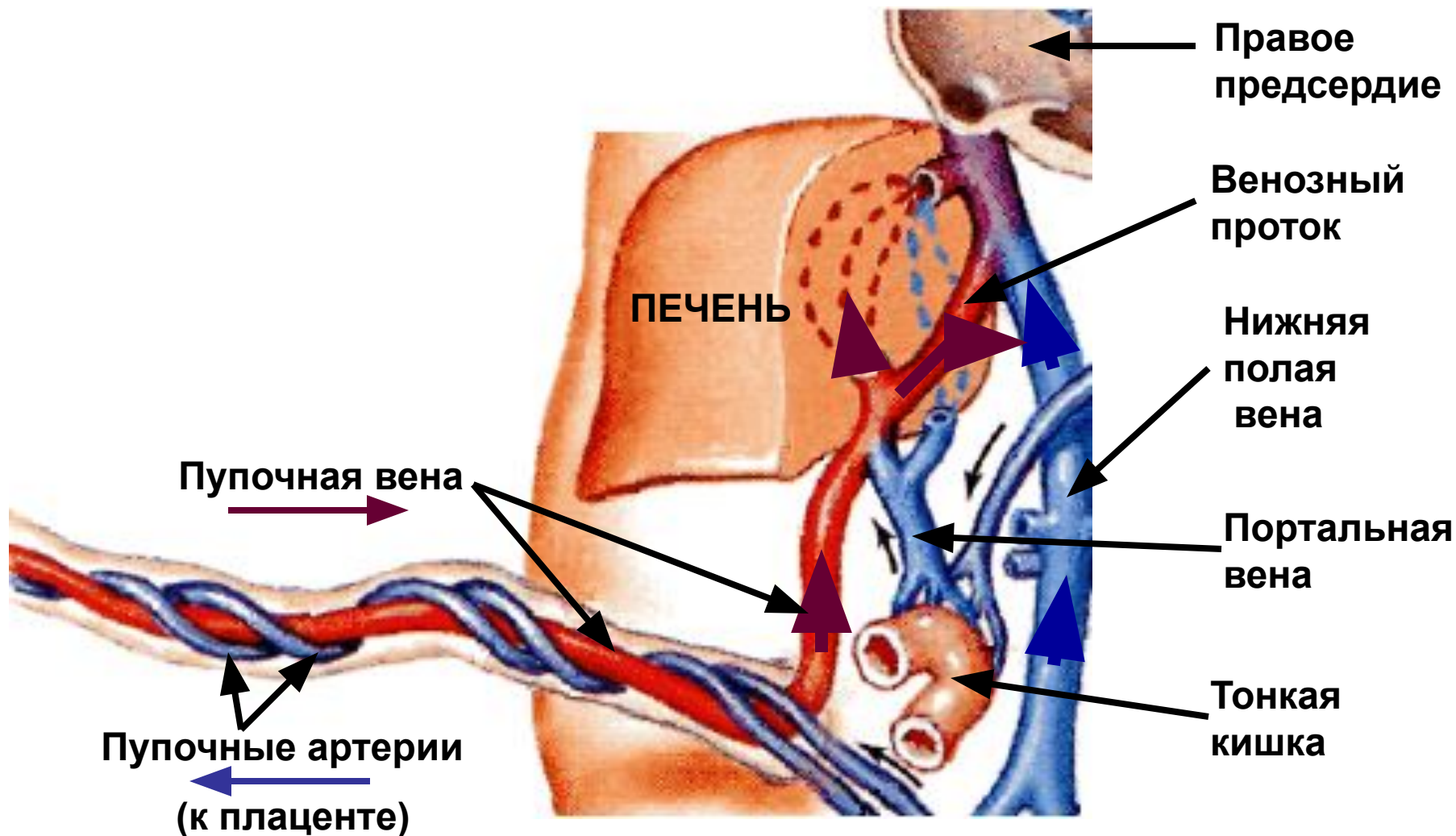
ПУТЬ КРОВОТОКА В ПРАВОЕ ПРЕДСЕРДИЕ



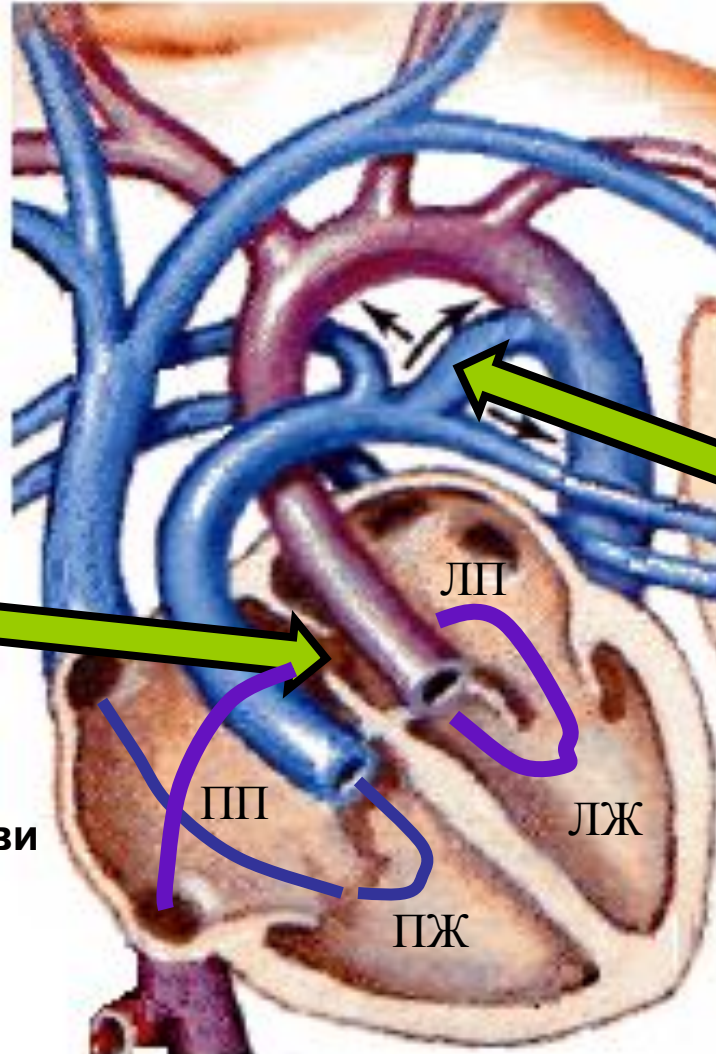
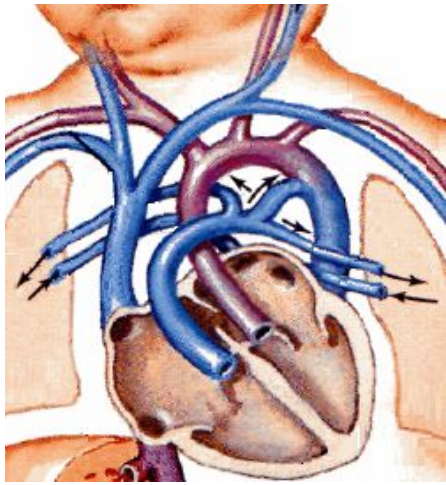
ПУТЬ КРОВотоКА ИЗ ПРАВОГО ПРЕДСЕРДИЯ В АОРТУ



ПРИТОК КРОВИ К ПРАВОМУ ПРЕДСЕРДИЮ ИЗ СИСТЕМЫ ПОЛОЙ ВЕНЫ ПЛОДА



ОВАЛЬНОЕ ОКНО, АРТЕРИАЛЬНЫЙ ПРОТОК



Артериальный
проток (Боталлов)

Овальное окно
в межпредсердной
перегородке
(сброс смешанной крови
из правого предсердия
в левое предсердие)

(сброс венозной крови
из лёгочного ствола
в аорту – ниже места
отхождения сонных и
подключичных артерий)

АРТЕРИАЛЬНАЯ КРОВЬ ПЛОДА

- В пупочной вене оксигенированная кровь имеет $PO_2 = 30-40$ мм рт.ст.
- Насыщение гемоглобина кислородом **60%** (т.к. **HbF** имеет высокое сродство к O_2)
- Содержание $O_2 = 90-140$ мл/л (у взрослого около **200** мл/л)
- К сердцу и мозгу поступает кровь с меньшим содержанием O_2
- Остальные органы и ткани получают кровь с ещё меньшим содержанием O_2

ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПЛОДА К УСЛОВИЯМ ГИПОКСИИ

- Метаболизм в тканях протекает на основе анаэробных процессов (гликолиз)
- Кровоток в тканях в **2** раза больше, чем у взрослого
- Артерио-венозная разница (забор клетками O_2 из протекающей крови) почти в **2** раза больше
- Высокое сродство **HbF** к кислороду в лёгких сочетается с быстрой диссоциацией оксигемоглобина в тканях (из-за низкого PO_2)
- Снижение степени насыщения **Hb** кислородом до **40-50%** сочетается с увеличением количества эритроцитов и гемоглобина в литре крови
- Помогает низкая потребность тканей в кислороде (практически нет затрат энергии на терморегуляцию, пищеварение, мочеотделение; двигательная активность ограничена)

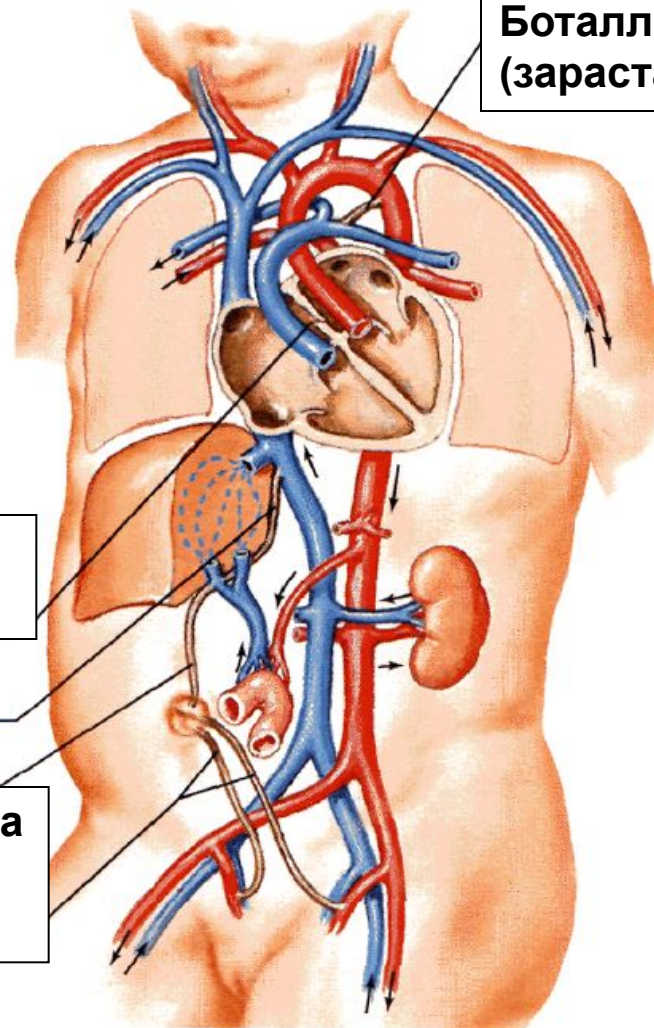
Клиническая оценка состояния только что родившегося ребёнка по шкале **Аpgar (1953)**

	Признаки	0 баллов	1 балл	2 балла
1	Сердцебиение	Отсутствует	Меньше 100 уд/мин	Больше 100 уд/мин
2	Дыхание	Отсутствует	Слабый крик (гиповентиляция)	Крик громкий
3	Мышечный тонус	Вялый	Слабое сгибание	Активные движения
4	Рефлекторная возбудимость (пяточный рефлекс)	Отсутствует	Слабо выражена (grimаса)	Хорошо выражена (крик)
5	Окраска кожи	Синюшная или бледная	Розовое тело, синюшные конечности	Розовая

ПЕРЕСТРОЙКА КРОВООБРАЩЕНИЯ ПОСЛЕ РОЖДЕНИЯ РЕБЁНКА

- Прекращается плацентарное кровообращение
- Сразу закрывается венозный проток (от пупочной вены к нижней полой вене)
- Включается малый круг кровообращения (благодаря вдоху сосуды лёгких расширяются, сопротивление малого круга снижается в **7** раз)
- Происходит сужение Боталлова протока (под действием высокого PO_2 артериальной крови)
- Прекращается переход крови из правого предсердия в левое, т.к. овальное окно закрывается
- Вся венозная кровь проходит теперь через лёгкие

СИСТЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ НОВОРОЖДЕННОГО



**Боталлов проток закрыт
(заращается к 2-5 мес)**

**Овальное окно закрыто
(заращается к 5-7 мес)**

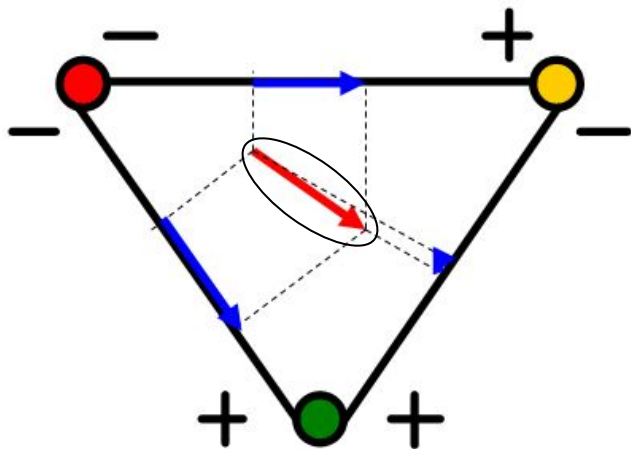
**Венозный проток закрыт
(заращается к 2 мес)**

**Пупочные артерии и вена
запустевают
(зарастают к 2 мес)**

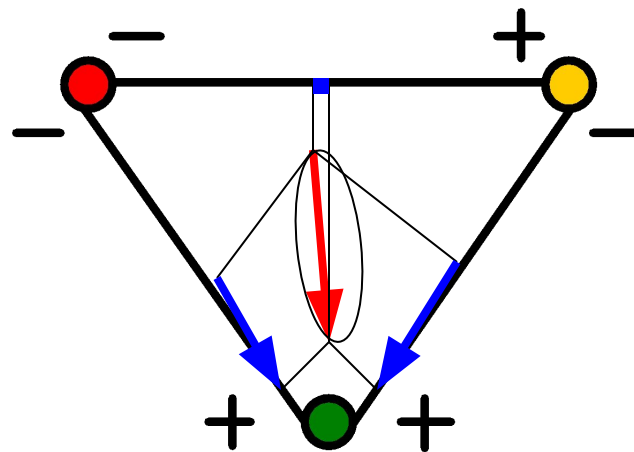
ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЦА У ПЛОДА И ДЕТЕЙ

- **Аускультация, фонокардиография:**
У плода I и II тоны сердца равны по силе звука, интервалы между тонами одинаковы.
- **ЭКГ (электроды накладывают на живот матери):**
можно зарегистрировать комплекс **QRS**. У плода и ребенка до **7** мес. ПРАВОГРАММА
(несмотря на горизонтальное положение сердца - за счёт толстой, гипертрофированной стенки правого желудочка)

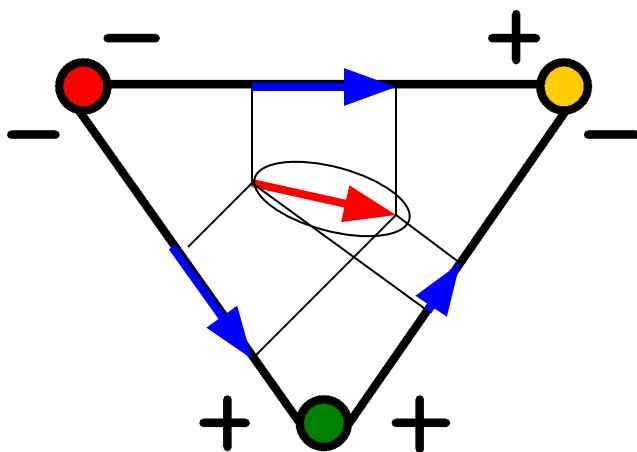
У взрослого направление электрической оси сердца совпадает с анатомической. У новорождённого – нет.



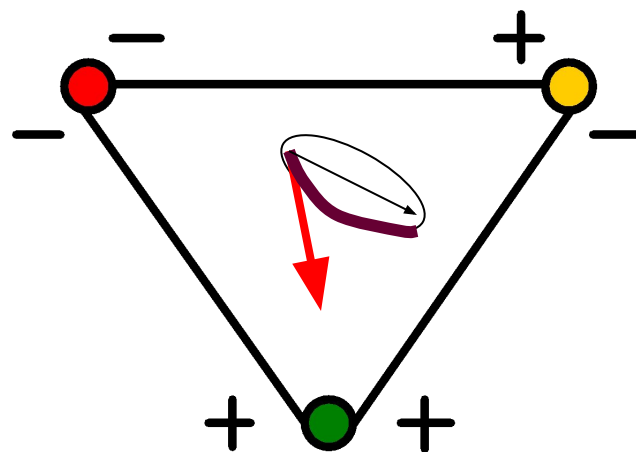
Нормограмма ($R_2 > R_1 > R_3$)



Правограмма ($R_3 > R_2 > R_1$)



Левограмма ($R_1 > R_2 > R_3$)



Новорожденный (электрическая ось сердца не совпадает с анатомической)

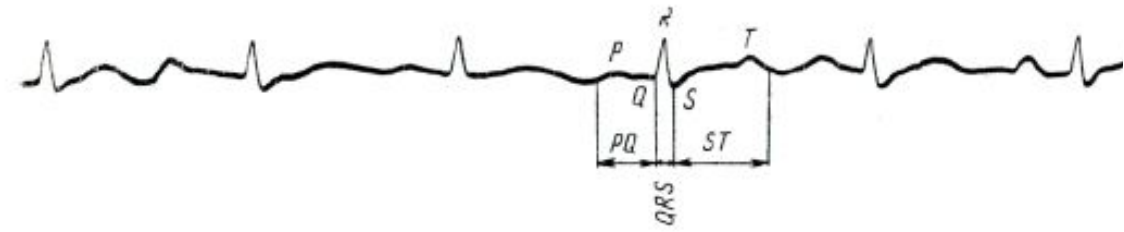


ЭКГ матери



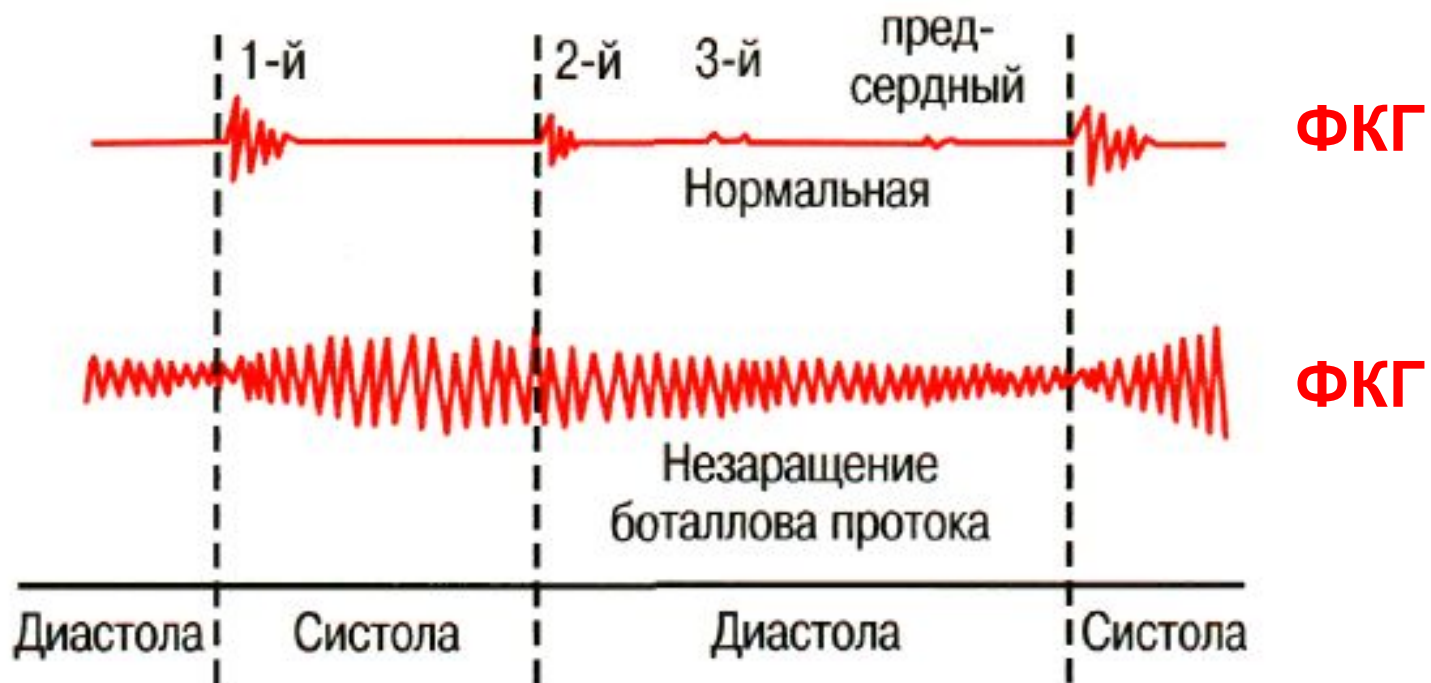
ФКГ плода

1 сек.



ЭКГ плода

НЕЗАРАЩЕНИЕ БОТАЛЛОВА ПРОТОКА



- АД у новорожденного **65/35**, к концу **1** года **-100/60**
Давление в легочной артерии у новорожденного **50-60**, у грудного - **15** мм рт.ст, затем увеличивается до **30** мм рт.ст.
Венозное давление у новорожденного **3-8** мм рт.ст, у грудного – **5-10** мм рт.ст.
- Эхокардиография (УЗИ):
У плода в **8** мес. систолический объём = **3** мл, минутный сердечный выброс = **450** мл.
- Сердечный индекс (отношение минутного сердечного выброса к площади поверхности тела) с возрастом снижается:
СИ у новорожденного – от **5** до **7** л/мин на **1** кв.м, а в **14** лет – от **2** до **3,5**

Частота сердечных сокращений с возрастом постепенно
уменьшается

Возраст	уд/мин
новорождённый	140
6 мес	130
1 год	120
3 года	110
5 лет	100
12 лет	80

Существует три периода, когда
рост сердца идёт с максимальной
скоростью:

0 – 2 года

12 – 14 лет

17 – 20 лет

**Особенно сильно растёт
левая половина сердца.**

Росту способствует:

увеличение сосудистого сопротивления,

артериальное давление,

физические нагрузки.