ОСОБЕННОСТИ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПЛОДА И ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

Декабрь **2014**

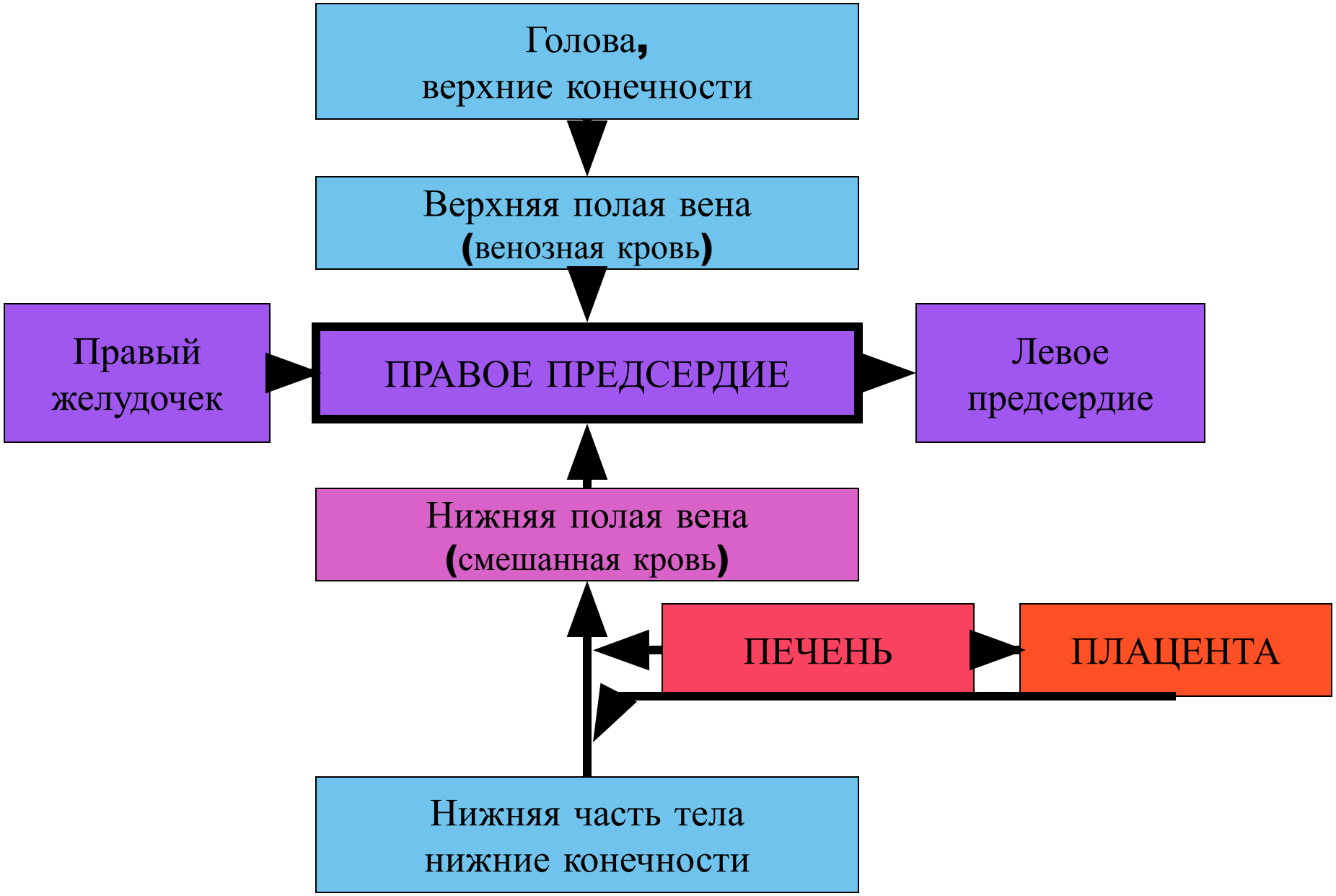
РАЗВИТИЕ СЕРДЦА

- 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.

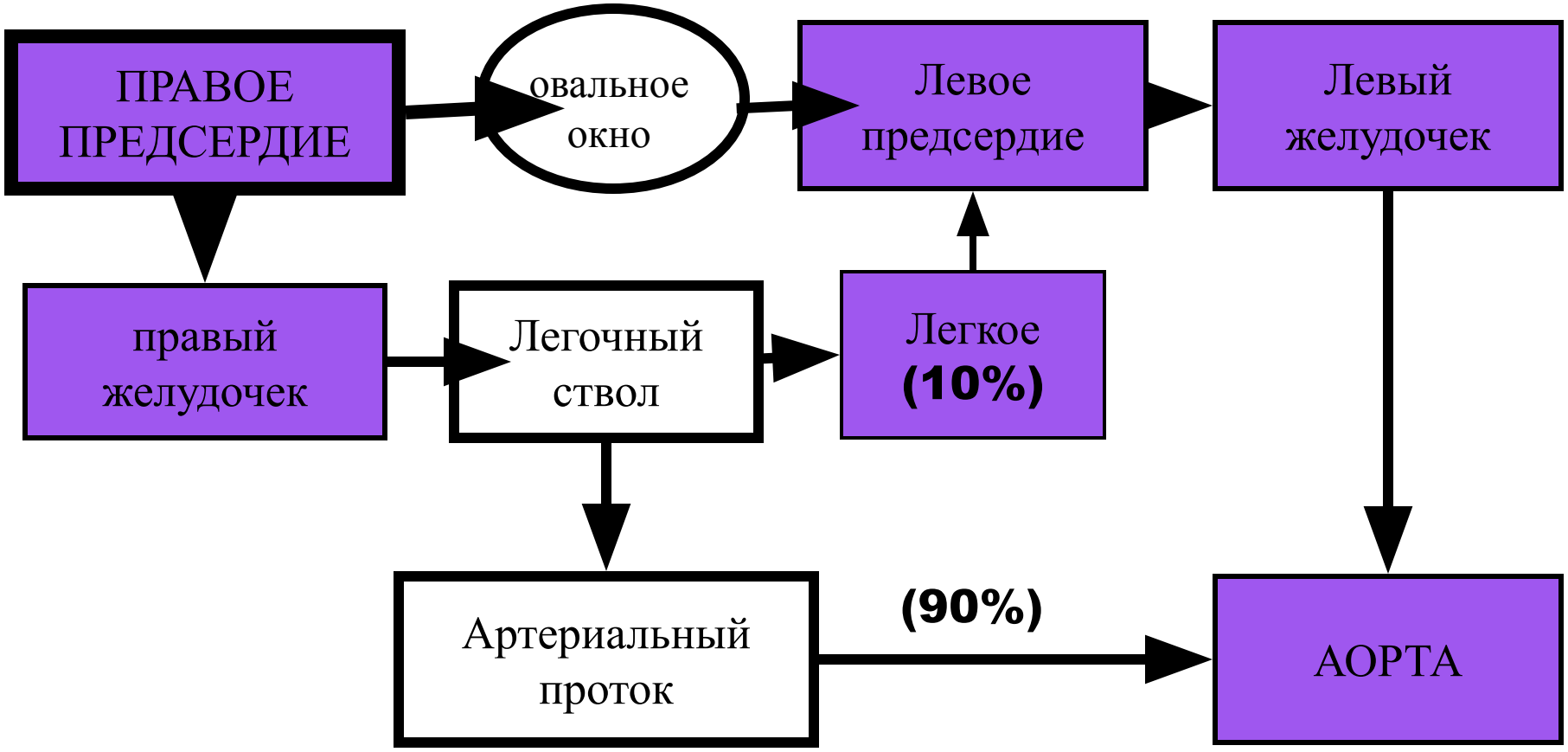
СХЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ ПЛОДА

- 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.

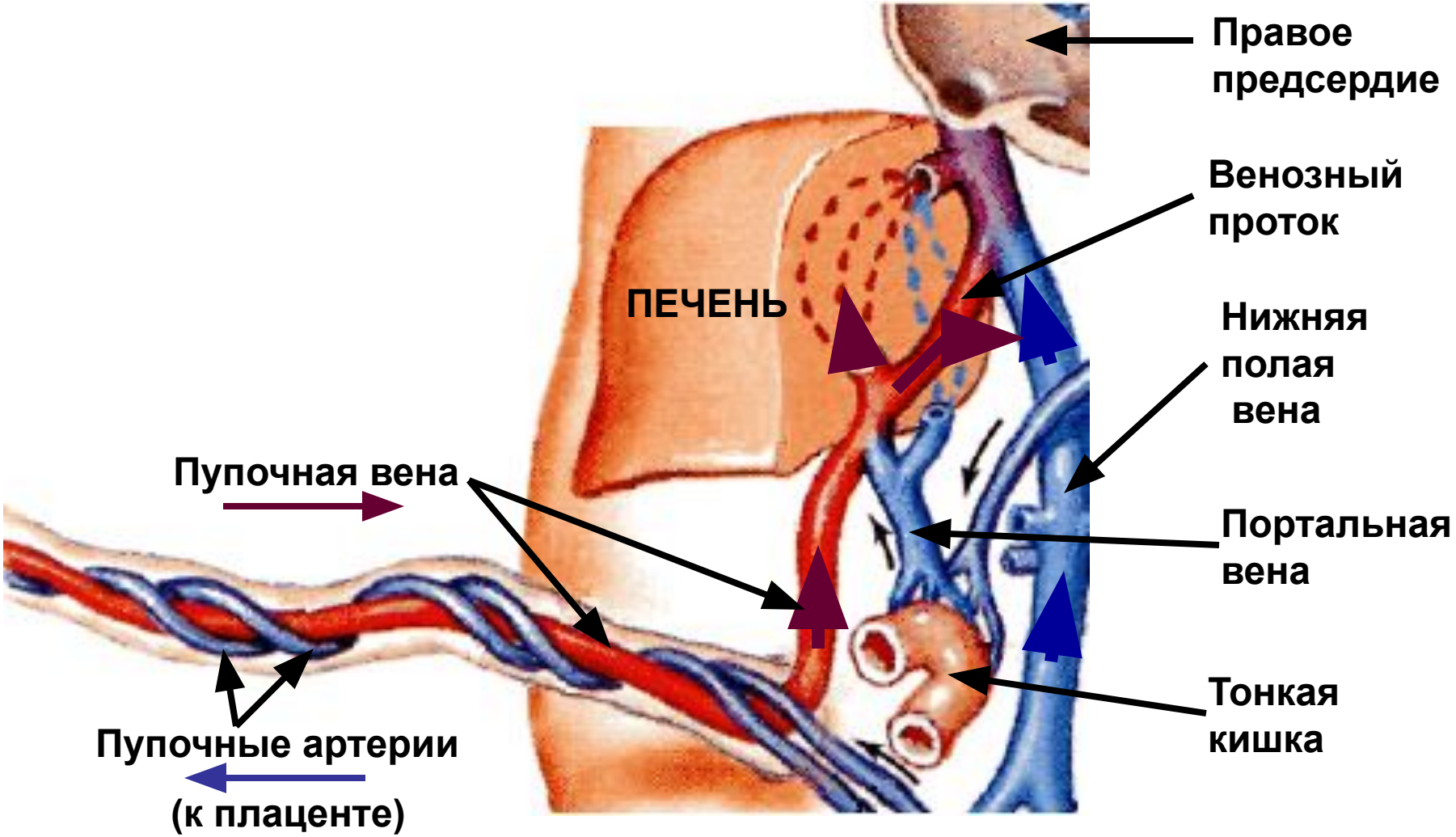
ПУТЬ КРОВОТОКА В ПРАВОЕ ПРЕДСЕРДИЕ

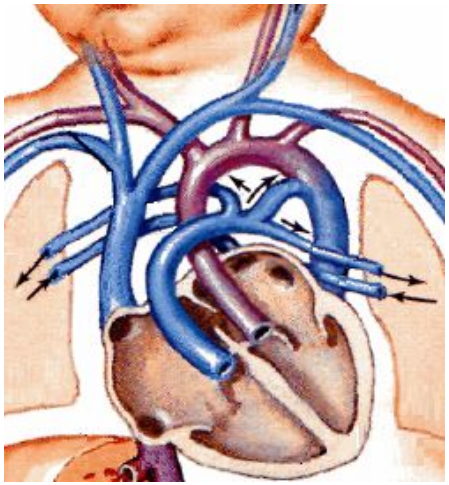


ПУТЬ КРОВОТОКА ИЗ ПРАВОГО ПРЕДСЕРДИЯ В АОРТУ

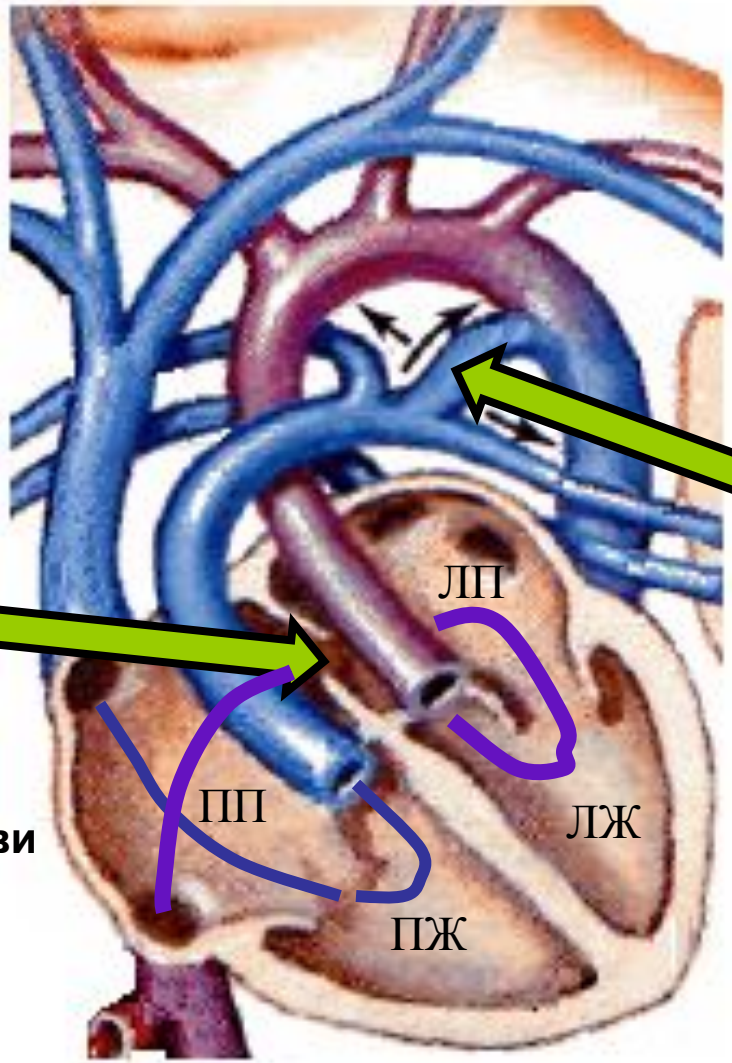


ПРИТОК КРОВИ К ПРАВОМУ ПРЕДСЕРДИЮ ИЗ СИСТЕМЫ ПОЛОЙ ВЕНЫ ПЛОДА





ОВАЛЬНОЕ ОКНО, АРТЕРИАЛЬНЫЙ ПРОТОК



Артериальный проток (Боталлов)

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

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

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 **Apgar (1953)**

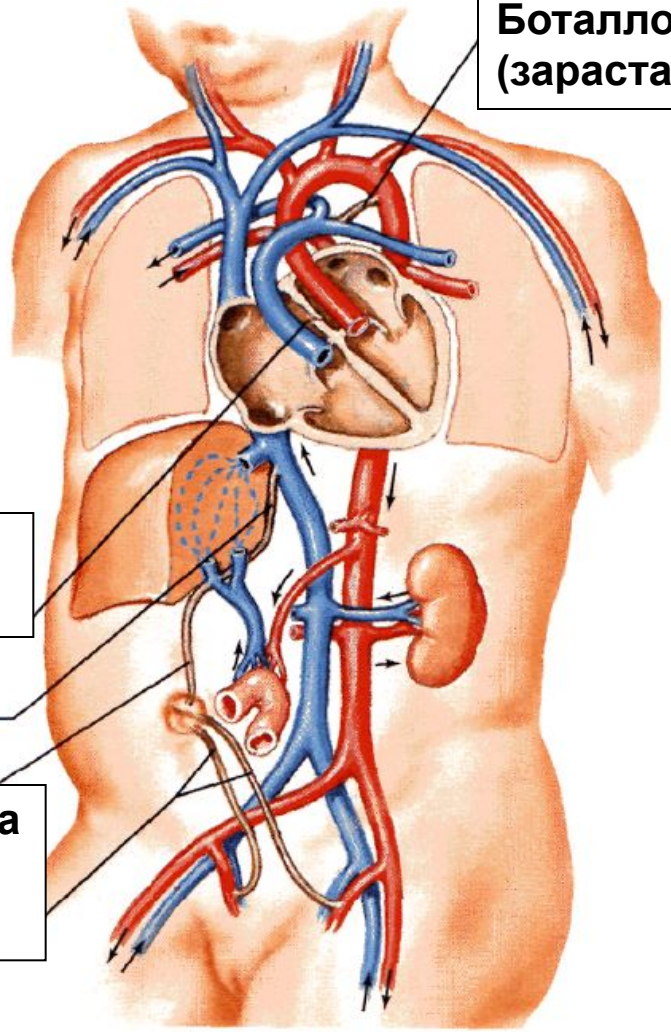
	Признаки	**0 баллов**	**1 балл**	**2 балла**
1	**Сердцебиение**	**Отсутствует**	**Меньше 100 уд/мин**	**Больше 100 уд/мин**
2	**Дыхание**	**Отсутствует**	**Слабый крик (гиповентиляция)**	**Крик громкий**
3	**Мышечный тонус**	**Вялый**	**Слабое сгибание**	**Активные даижения**
4	**Рефлекторная возбудимость (пяточный рефлекс)**	**Отсутствует**	**Слабо выражена (гримаса)**	**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 (зарастает к 2-5 мес)

Овальное окно закрыто (зарастает к 5-7 мес)

Венозный проток закрыт (зарастает 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.

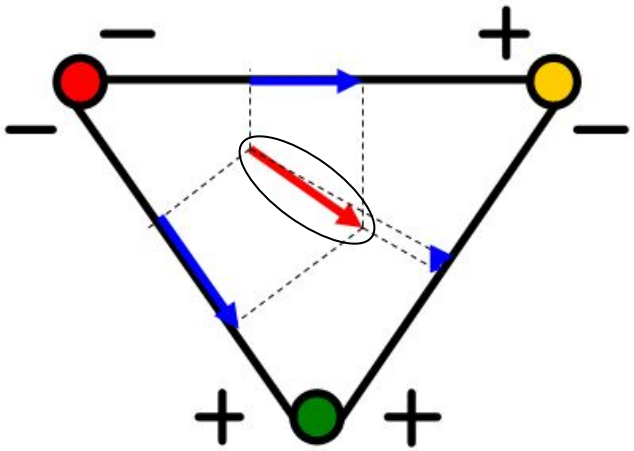
- ЭКГ (электроды накладывают на живот матери):

  можно зарегистрировать комплекс QRS. У плода и ребенка до 7 мес. ПРАВОГРАММА

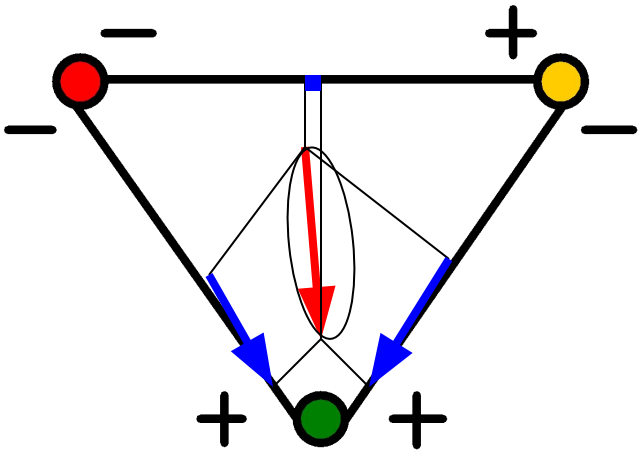
  (несмотря на горизонтальное положение сердца -

  за счёт толстой, гипертрофированной стенки правого желудочка)

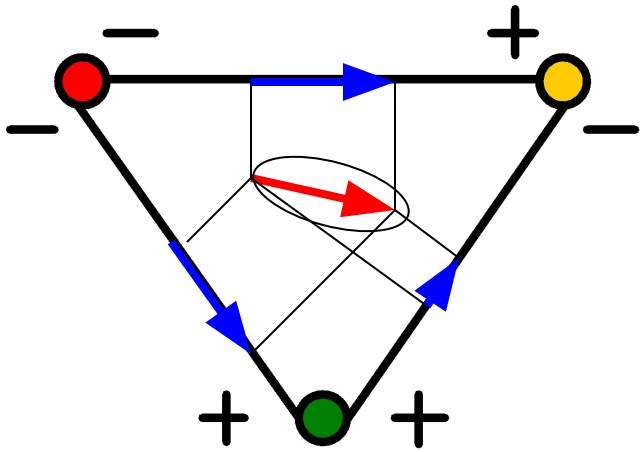
У взрослого направление электрической оси сердца совпадает с анатомической. У новорождённого – нет.



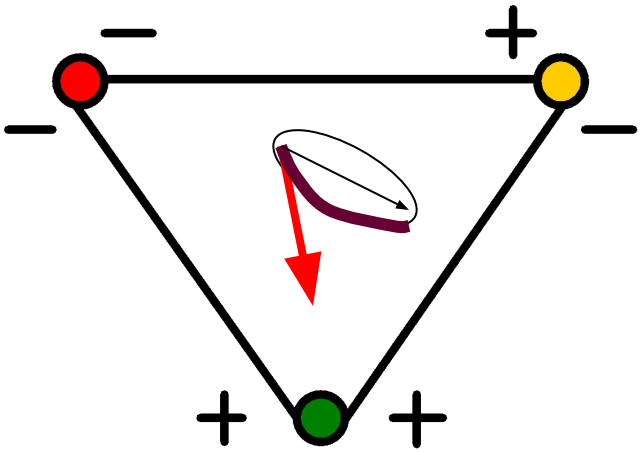
Нормограмма ($R_2 > R_1 > R_3$)



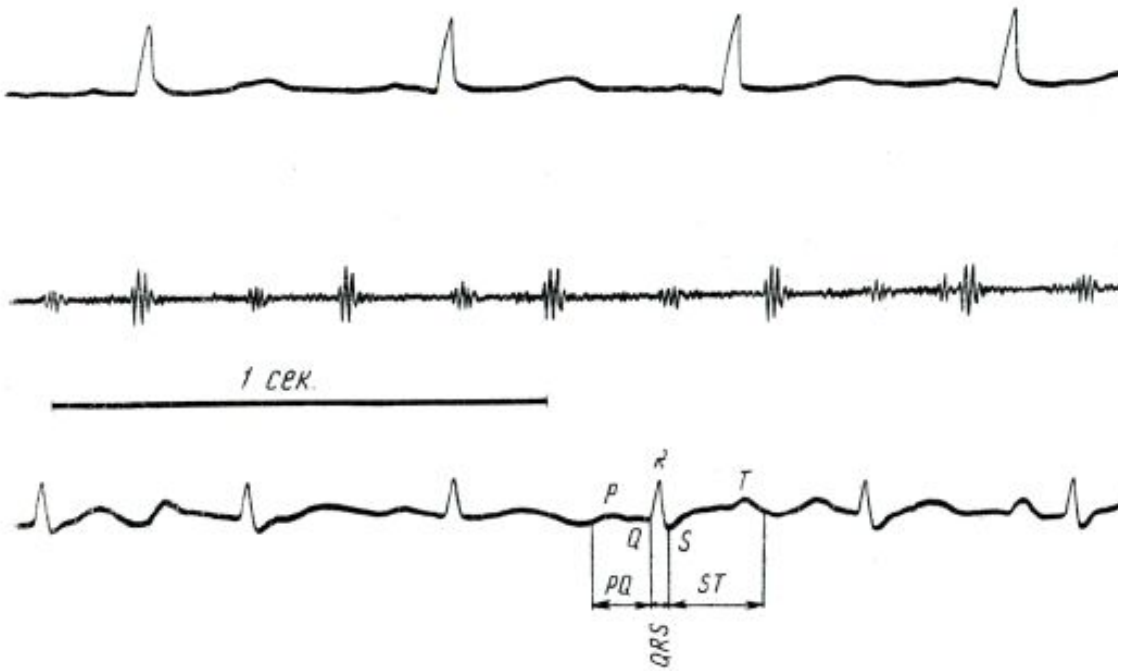
Правограмма ($R_3 > R_2 > R_1$)



Левограмма ($R_1 > R_2 > R_3$)



Новорожденный (электрическая ось сердца не совпадает с анатомической)

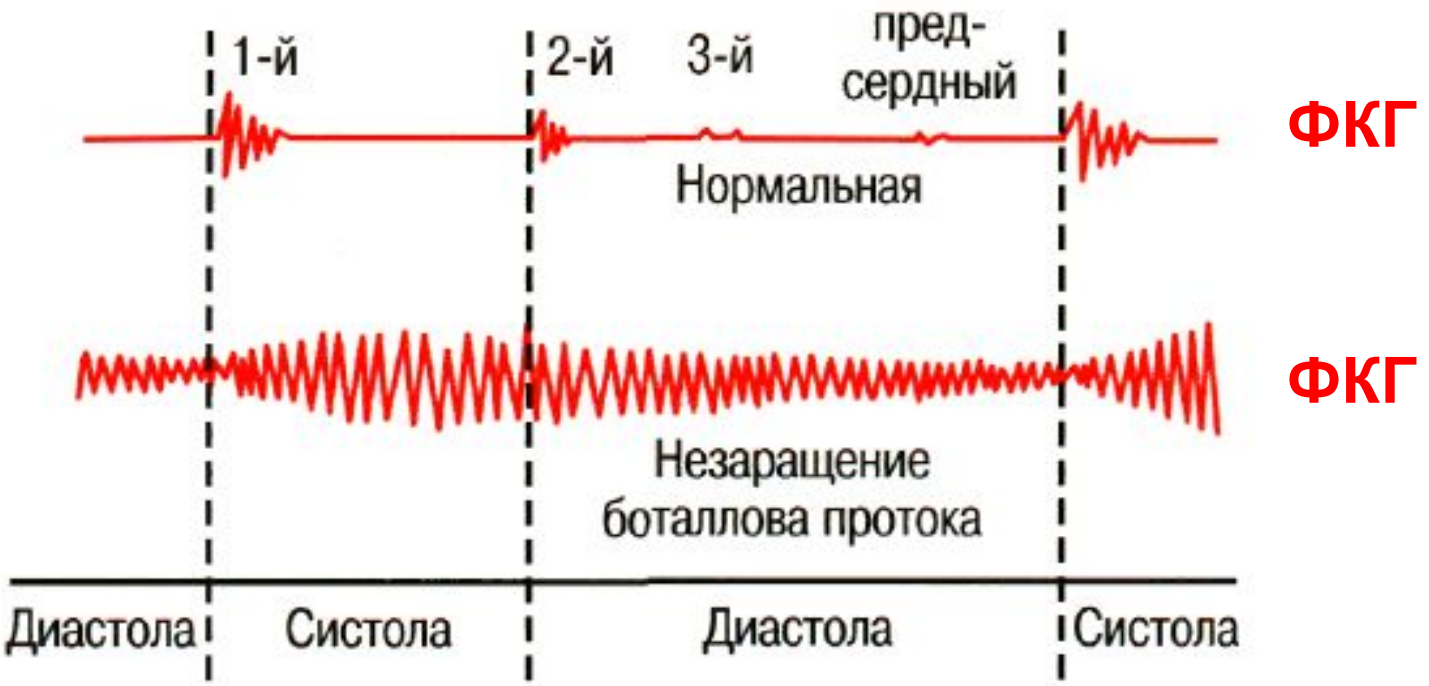


ЭКГ матери

ФКГ плода

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.