

**Волгоградский государственный медицинский
университет**

Кафедра гистологии, эмбриологии, цитологии

Развитие органов кроветворения и иммунной защиты

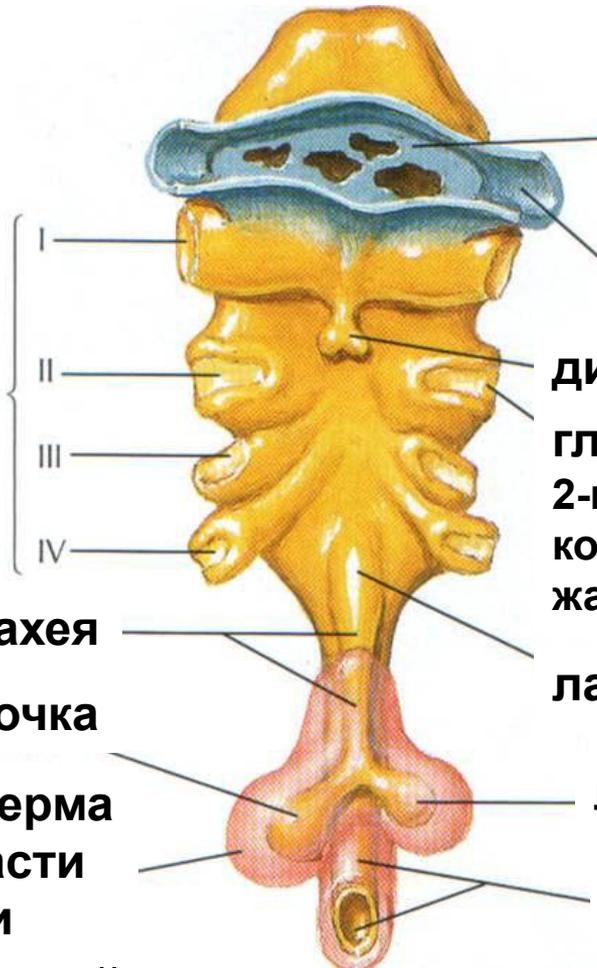
**лекция для студентов 2 курса
медико-биологического факультета**

**Волгоград,
2016**

Глоточная кишка, вид спереди.

5 неделя

глоточные карманы



рото-глоточная мембрана

первичная ротовая полость

дивертикул щитовидной железы

глоточная мембрана (энтодерма 2-го глоточного кармана напрямую контактирует с эктодермой 2-ой жаберной щели)

ларинго-трахеальный выступ

левая бронхиальная почка

пищевод

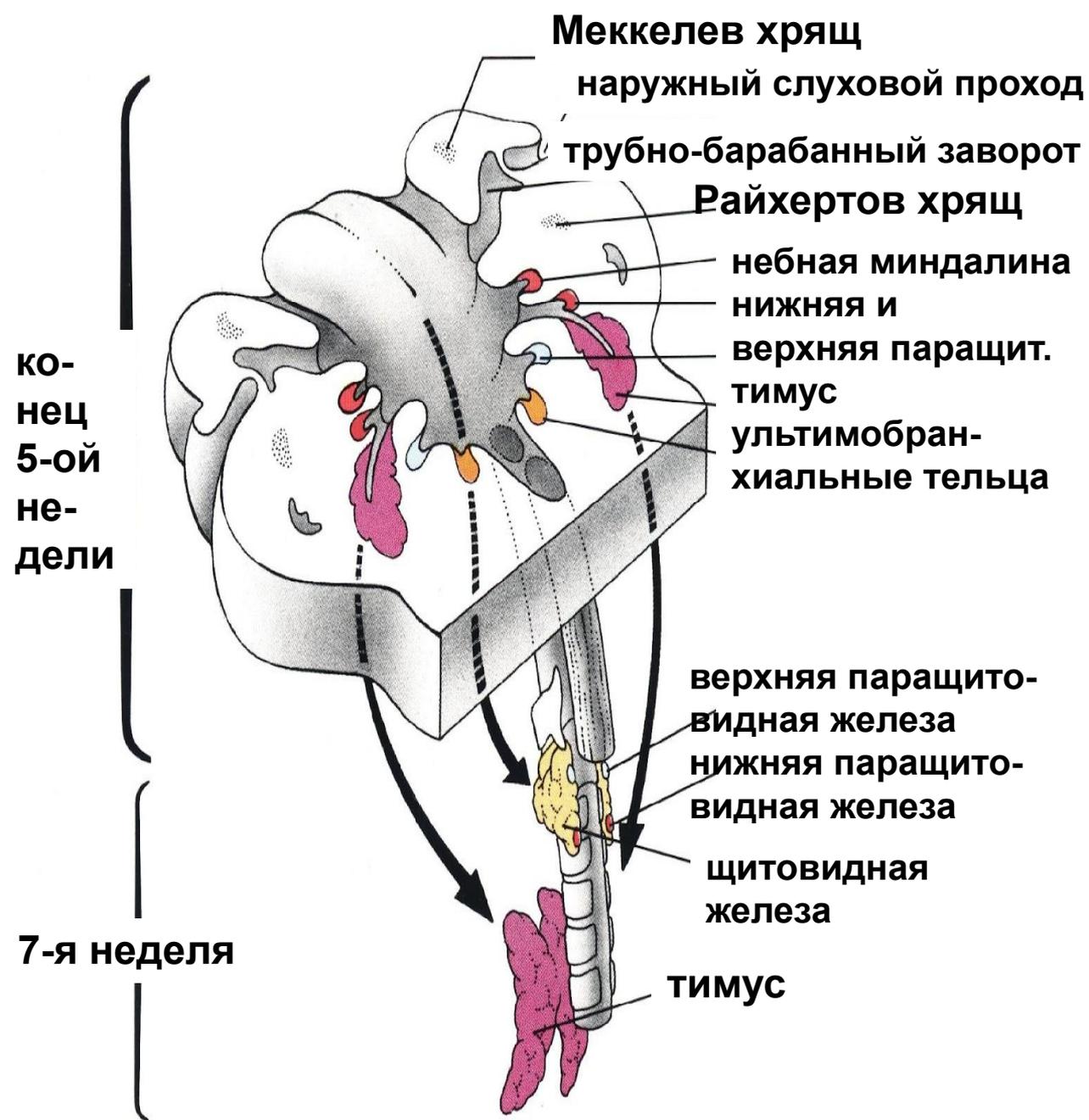
трахея

левая бронхиальная почка

спланхномезодерма вентральной части передней кишки

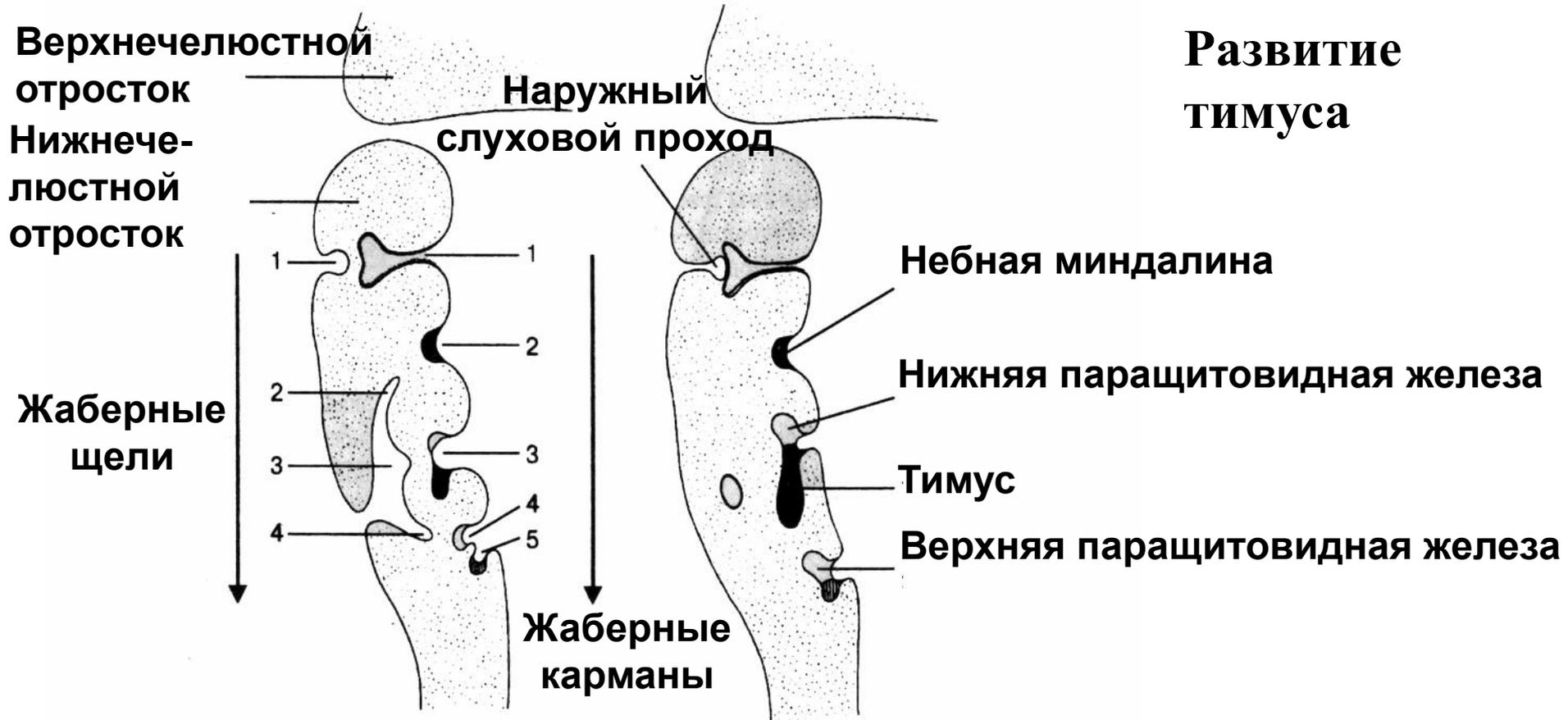
Тимус – это небольшой инкапсулированный орган, состоящий из 2-х долей, которые происходят от 3-го жаберного кармана глоточной кишки. Каждая из 4-х пар жаберных карманов дает начало определенным структурам.

Развитие производных жаберных карманов



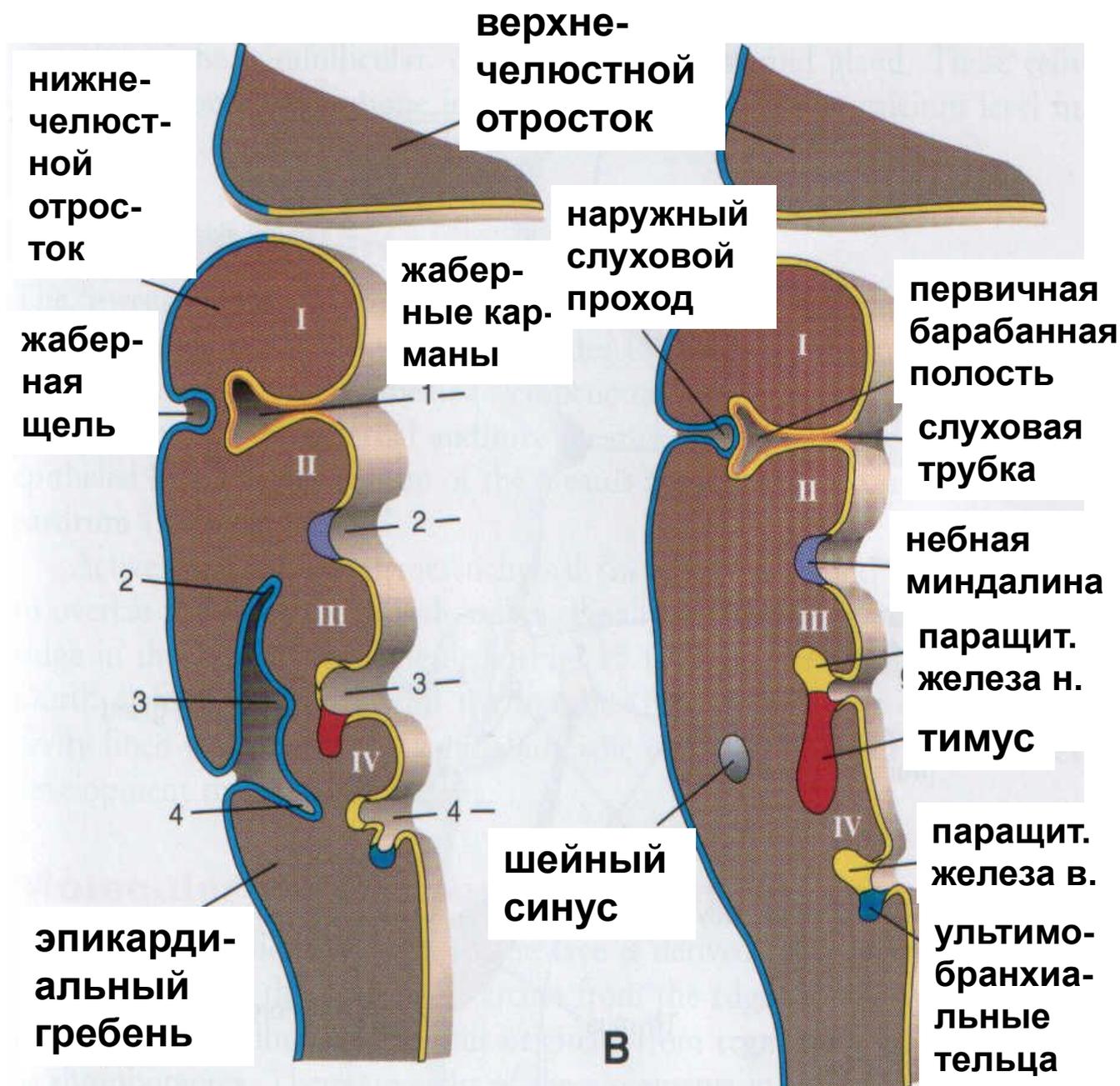
Из 1-ой пары жаберных карманов образуется трубно-барабанный заворот, из 2-ой – небная миндалина, из 3-ей – нижние паращитовидные железы и тимус, из 4-ой – верхние паращитовидные железы и ульtimoбраниальные тельца, при этом ульtimoбраниальные тельца возможно образуются из гипотетической 5-ой пары, которая является частью 4-ой пары. Паращитовидные железы, тимус и ульtimoбраниальные тельца отделяются от выстилки кишки и мигрируют в область своей окончательной локализации.

Развитие тимуса

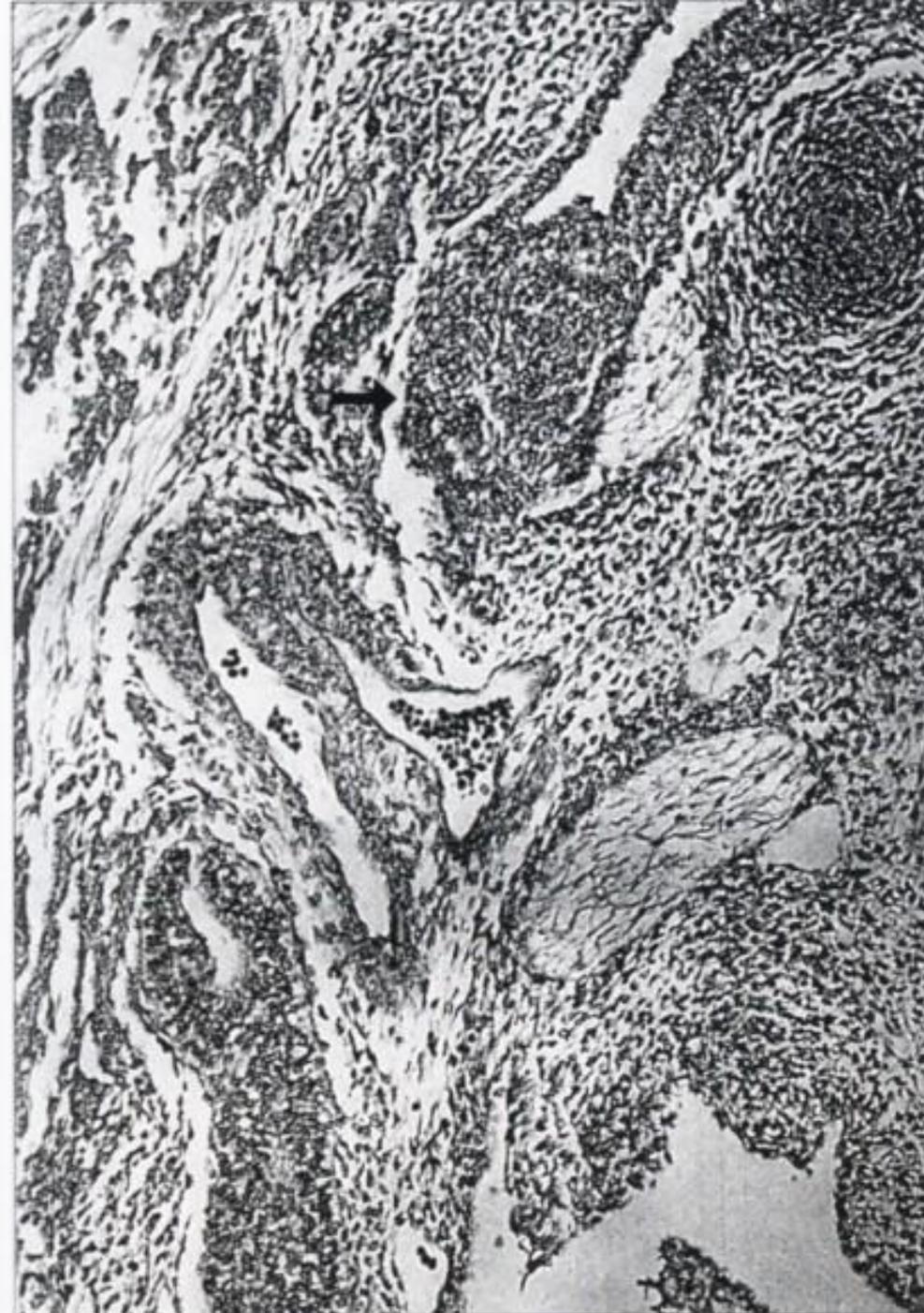


На 5-ой неделе эпителий дорсальной части 3-его кармана дифференцируется в нижнюю паращитовидную железу, в вентральной части – в тимус.

Развитие тимуса



Дистальная часть 3-их и 4-ых жаберных карманов имеет вентральную и дорсальную части. Тимус происходит из энтодермы и фрагмента эктодермы вентральной части 3-ей пары жаберных карманов. Два зачатка тимуса появляются в конце 4-ой недели в виде разрастания энтодермы жаберных карманов, образующих полые трубки, которые внедряются в подлежащую мезодерму и позднее трансформируются в твердые ветвящиеся шнуры.



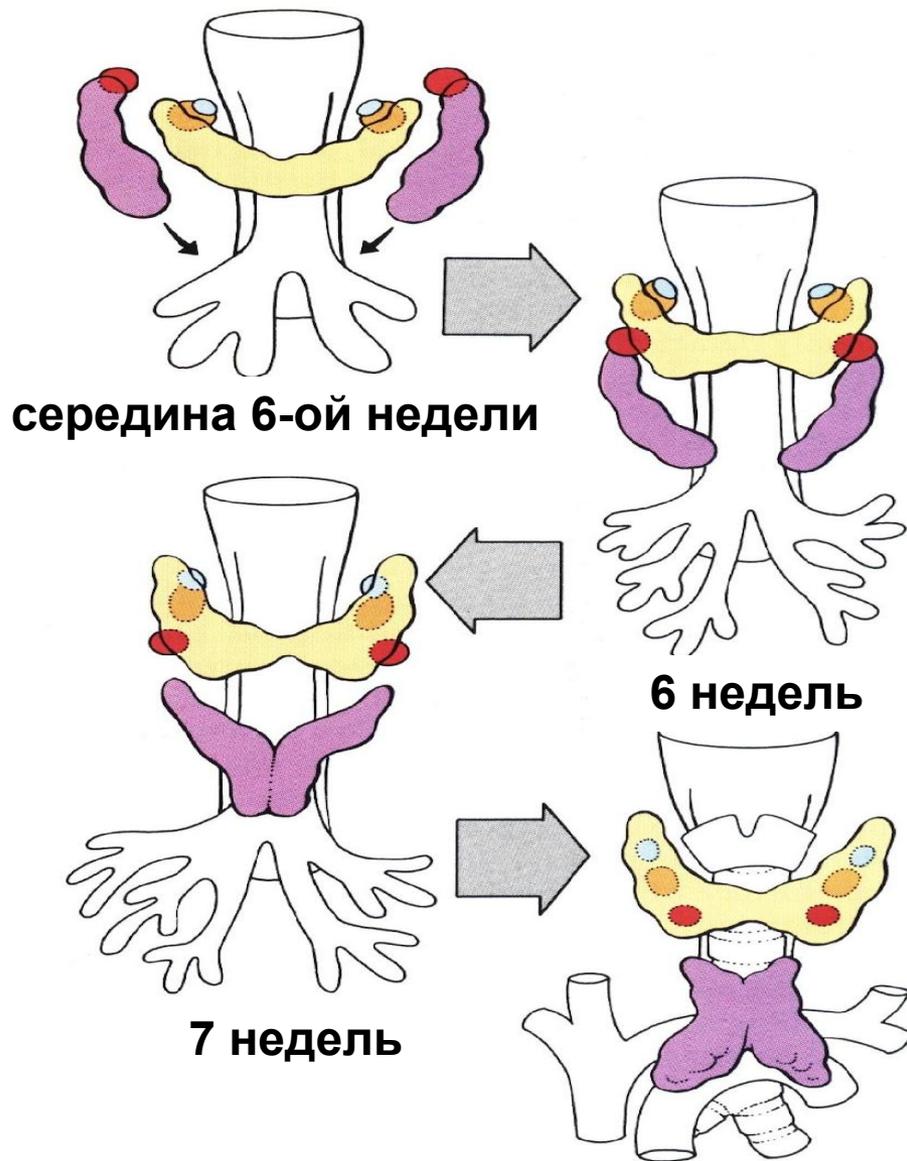
Развитие тимуса, 7 недель.

Зачаток тимуса (стрелка) удлинняется вентрально, каудально и медиально.

Эти тяжи являются зачатками полигональных долек тимуса. Подлежащая мезодерма происходит из нервного гребня.

- паращитовидная железа III (нижняя.)
- паращитовидная железа IV (верхняя)
- ультимобранхиальные тельца
- тимус
- щитовидная железа

Зачатки тимуса и нижних паращитовидных желез теряют связь со стенкой глоточной кишки, и после этого тимус мигрирует каудально и медиально, утягивая за собой нижнюю паращитовидную железу.

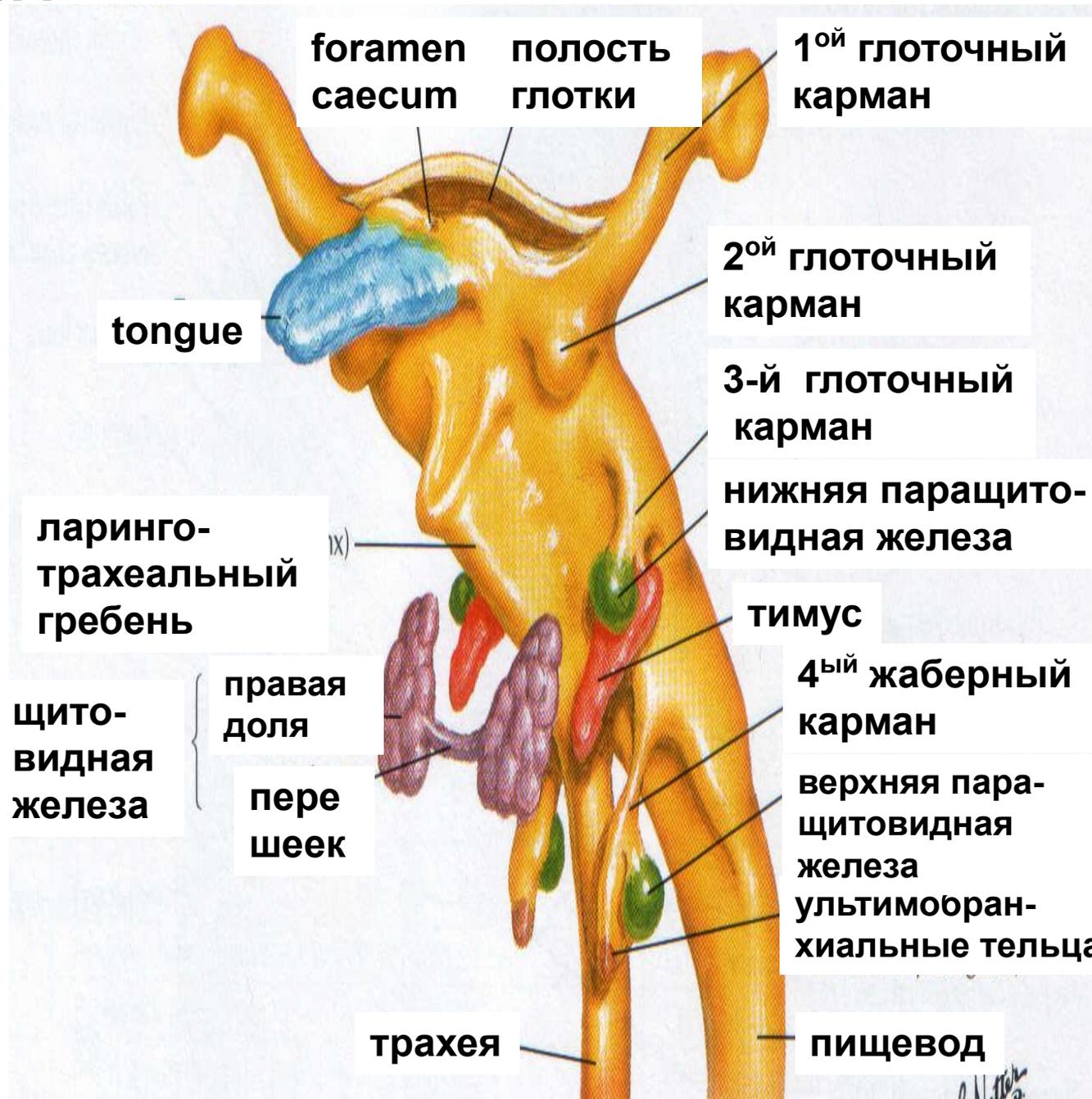


РАЗВИТИЕ ТИМУСА

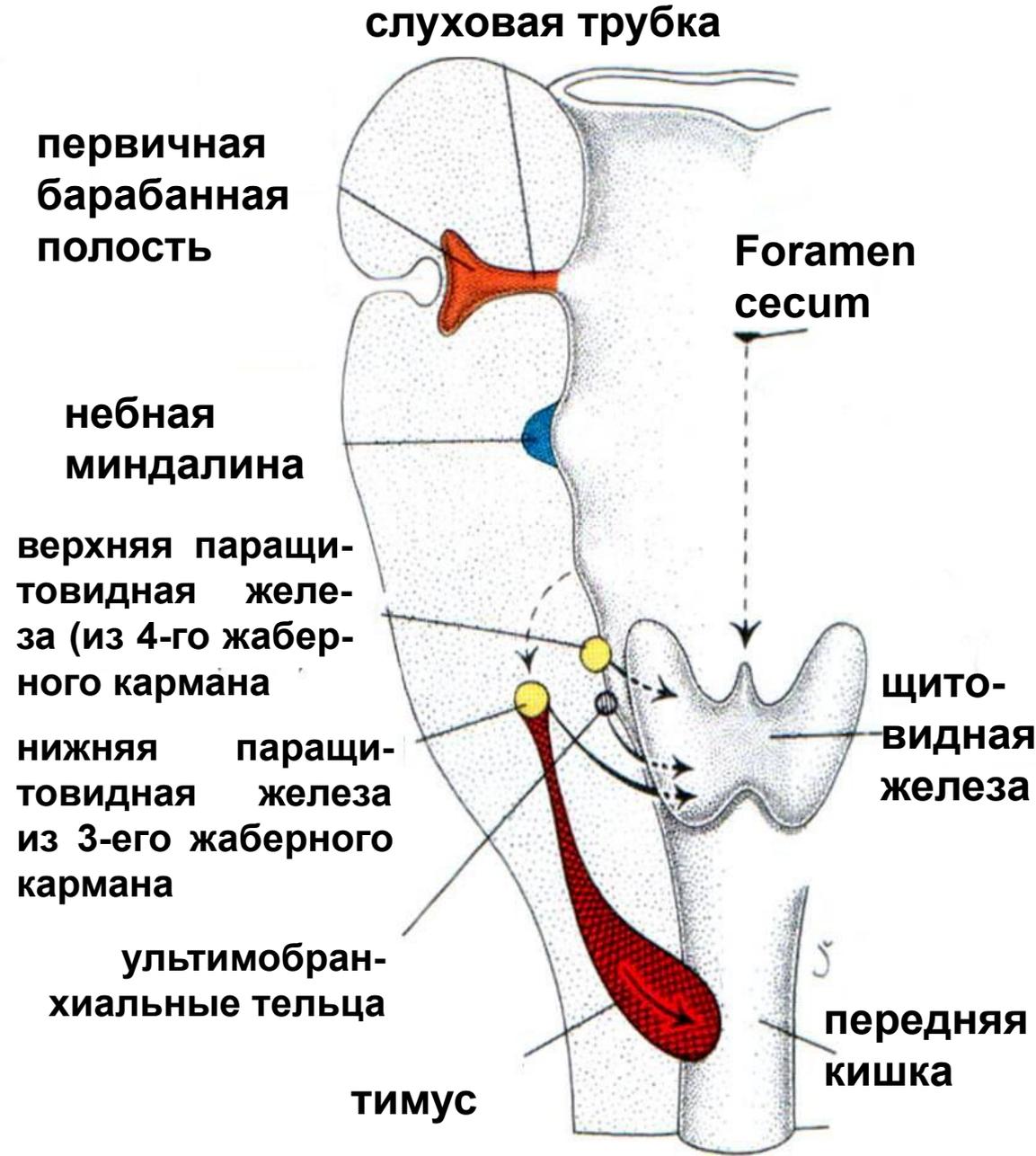
РАЗВИТИЕ ТИМУСА

6 недель

Между 4-ой и 7-ой неделями тимус теряет связь с глоткой и мигрирует к месту окончательной локализации – книзу и кпереди от развивающейся щитовидной железы дорсально от грудины. Там зачатки тимуса сливаются с образованием единого двудольного органа.

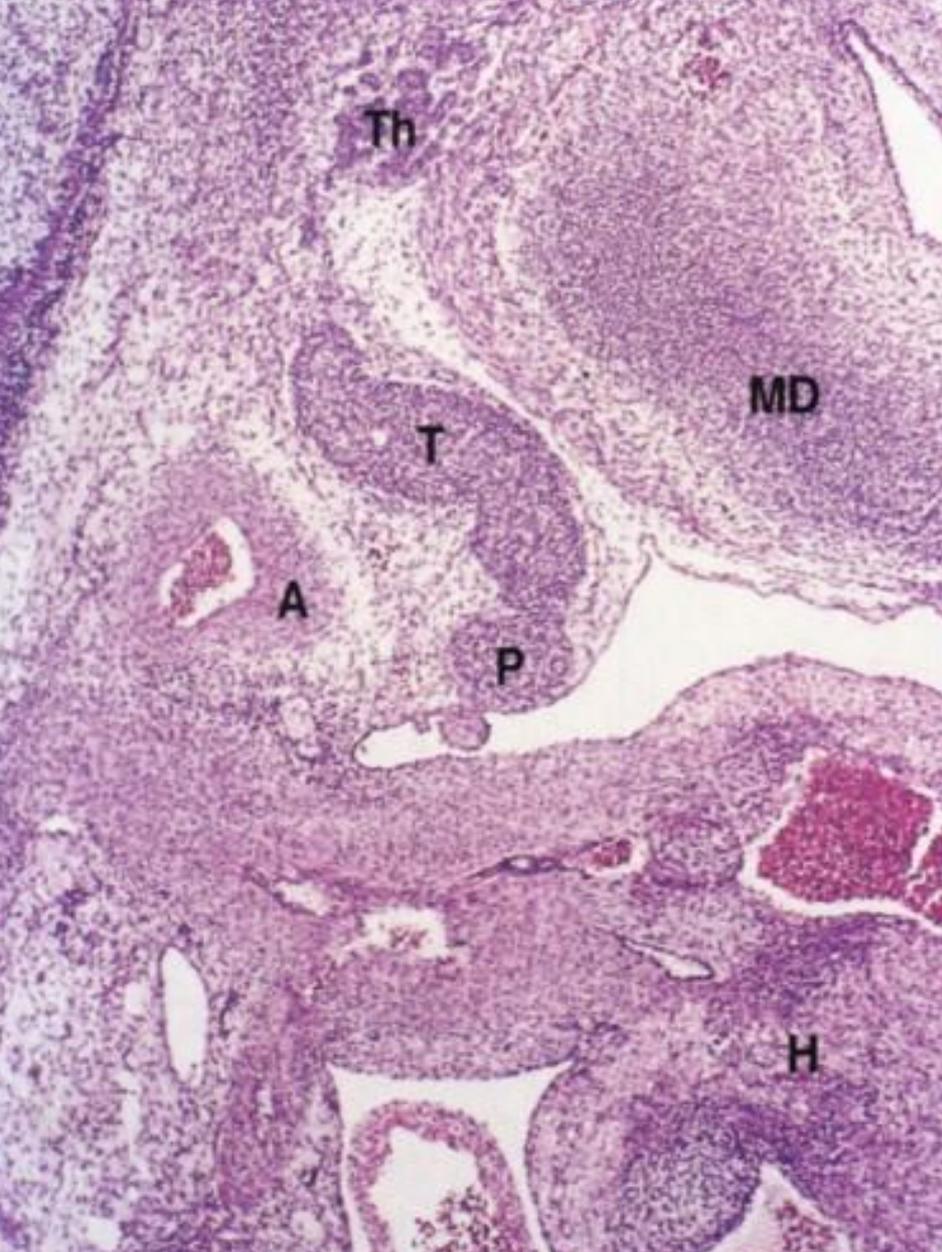


РАЗВИТИЕ ТИМУСА



Хотя большая часть тимуса быстро перемещается к своему окончательному положению в передней части грудной клетки, где она сливается с другим зачатком с противоположной стороны, его задняя часть иногда персистирует либо в виде отдельного образования, либо внедряясь в толщу щитовидной железы.

6 недель

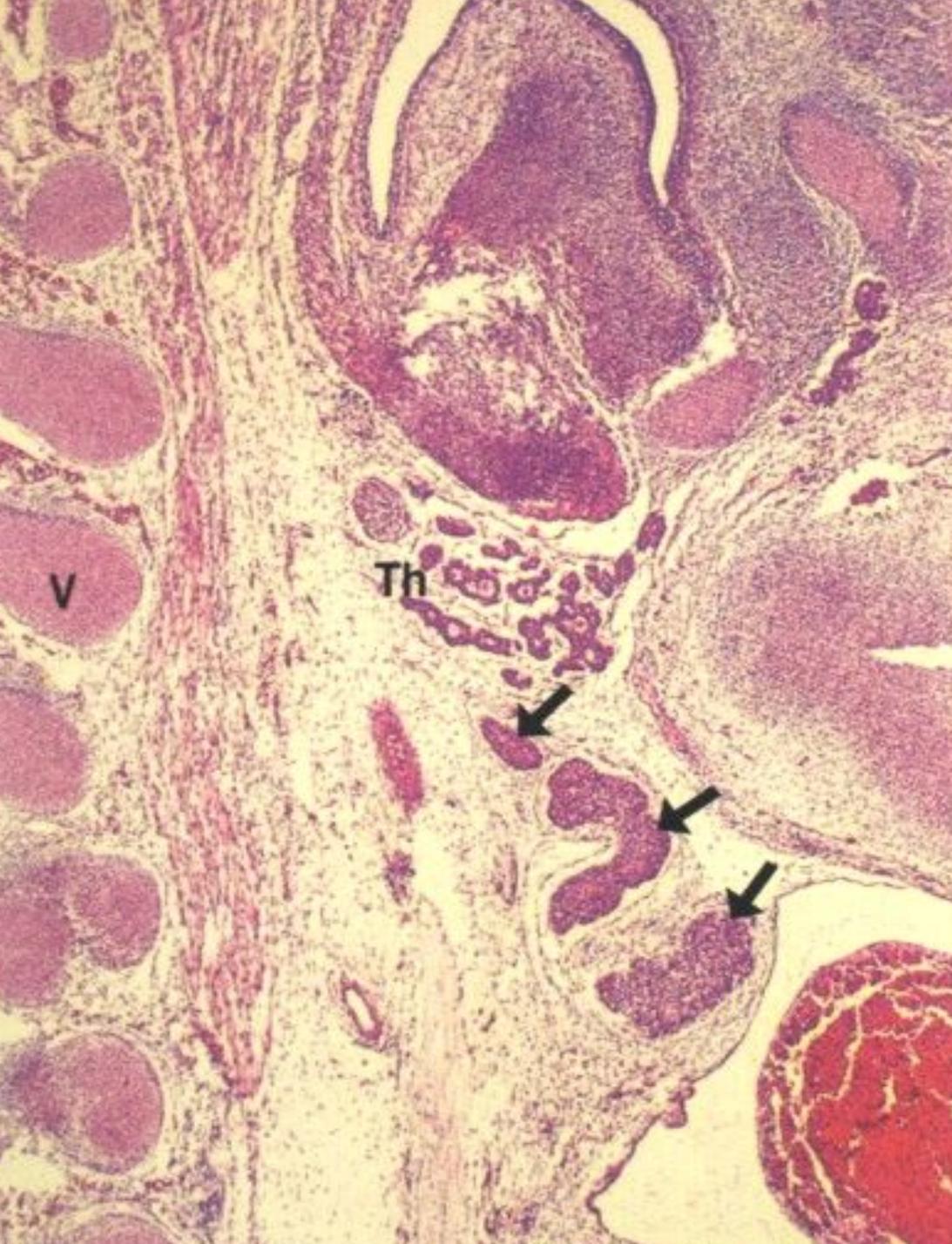


Развитие тимуса, 7 недель

Зачаток тимуса (Т) мигрирует каудально и медиально вместе с нижней паращитовидной железой (Р).

Вскоре после образования тимуса его зачаток инфильтрируется лимфоцитами, происходящими из стволовых клеток желточного мешка, сальника и печени. Эти лимфоциты предположительно привлекаются в тимус хемотаксическим механизмом. Т-лимфоциты, которые попадают в тимус, инструктируются на достижение иммунологической компетентности.

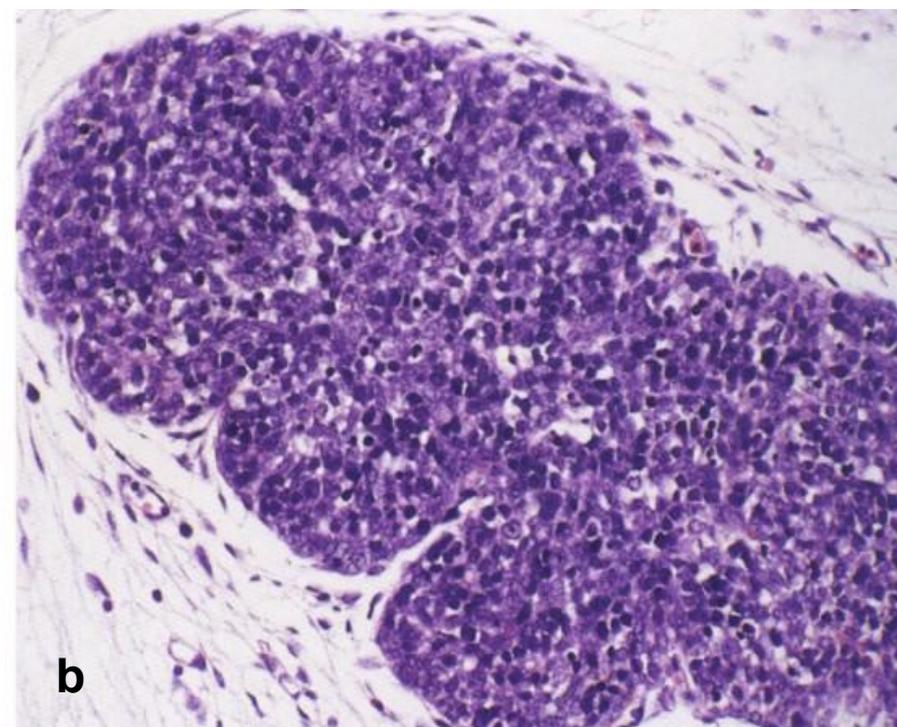
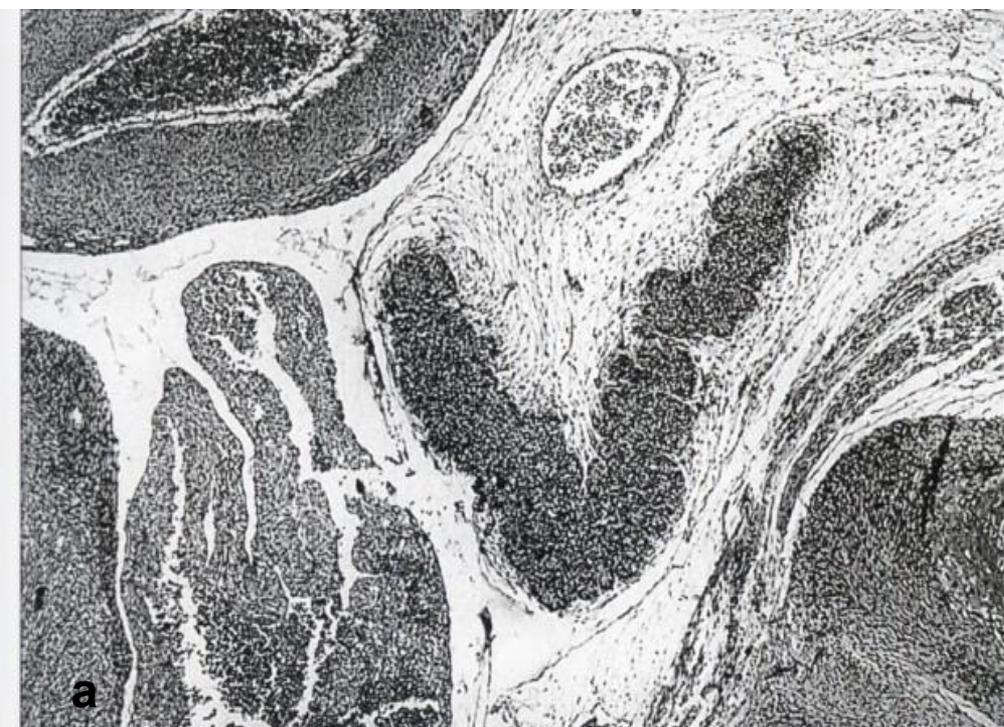
Th – щитовидная железа, MD – нижняя челюсть, H – сердце, А – аорта.



Зачатки тимуса (стрелки) увеличиваются и сливаются по средней линии, достигая своего окончательного положения в верхнем средостении. Мелкие лимфоидные клетки, происходящие из печени и костного мозга, заселяют тимус, придавая ему вид лимфоидного органа. Th – щитовидная железа, V – позвонки.

**Развитие тимуса,
8 недель**

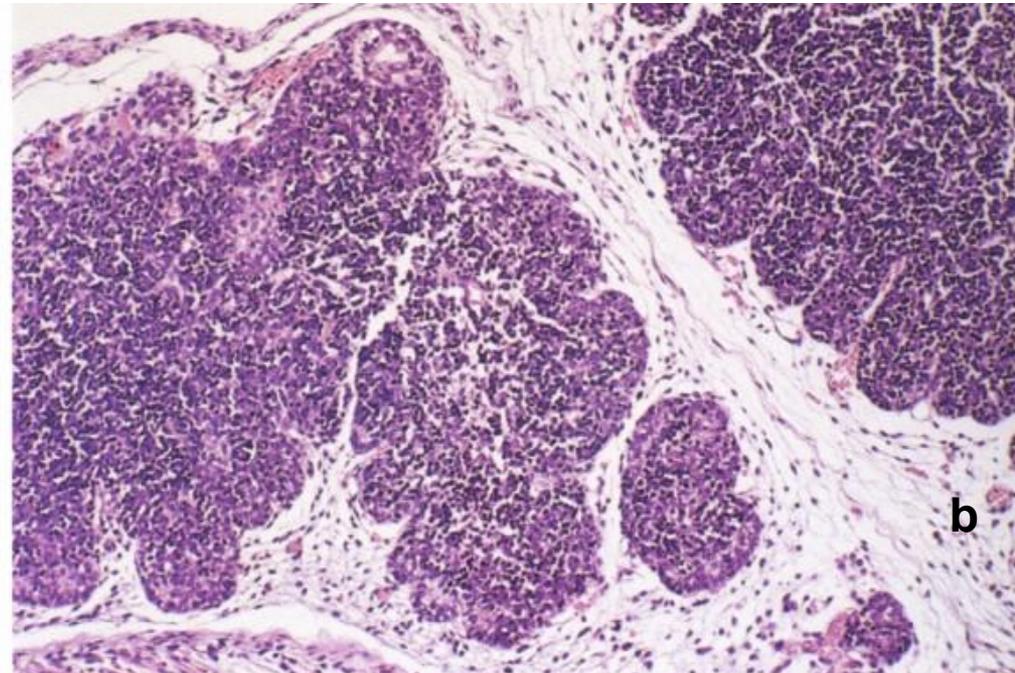
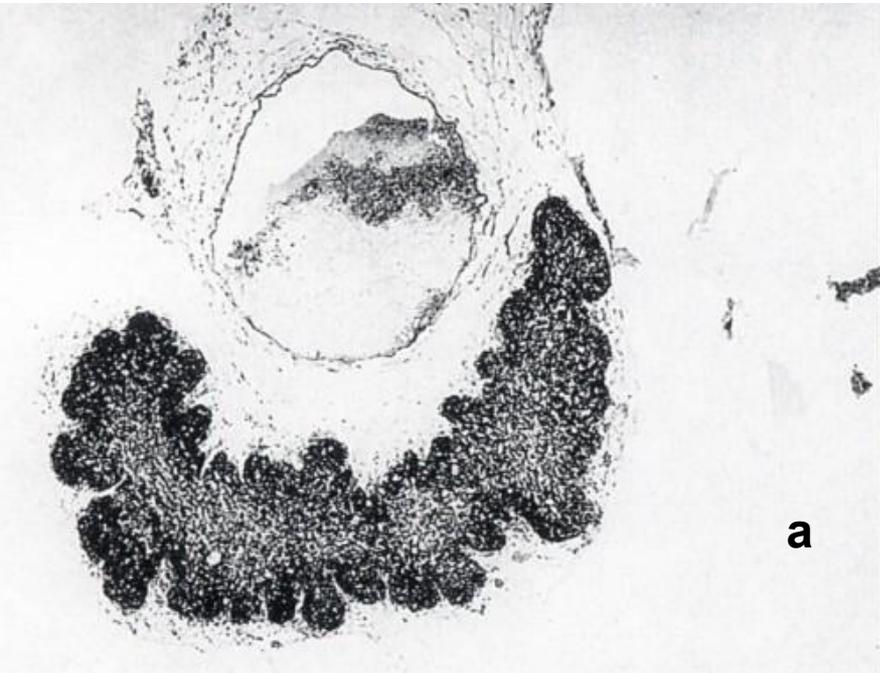
Мезенхима и окружающие кровеносные сосуды проникают в эпителиальный орган и подразделяют его на дольки. К концу эмбрионального периода эпителий тимуса экспрессирует некоторые антигены ГКГ (главного комплекса гистосовместимости). В начале плодного периода тимус привлекает клетки из костного мозга, и последние колонизируют орган, давая начало Т-лимфоцитам и дендритным клеткам. Тимус также получает многочисленные макрофаги из костного мозга. Главная функция органа – это продукция Т-лимфоцитов.



Развитие тимуса, 9 недель.

а) Зачатки тимуса слились, и орган начал разделяться на дольки. б) Дольчатый тимус состоит из твердых гнезд эпителиальных клеток и вставленных между ними лимфоидных клеток.

К 12 неделям каждая долька тимуса имеет 0.5-2.0 мм в диаметре и содержит четко очерченное корковое вещество и мозговое вещество.

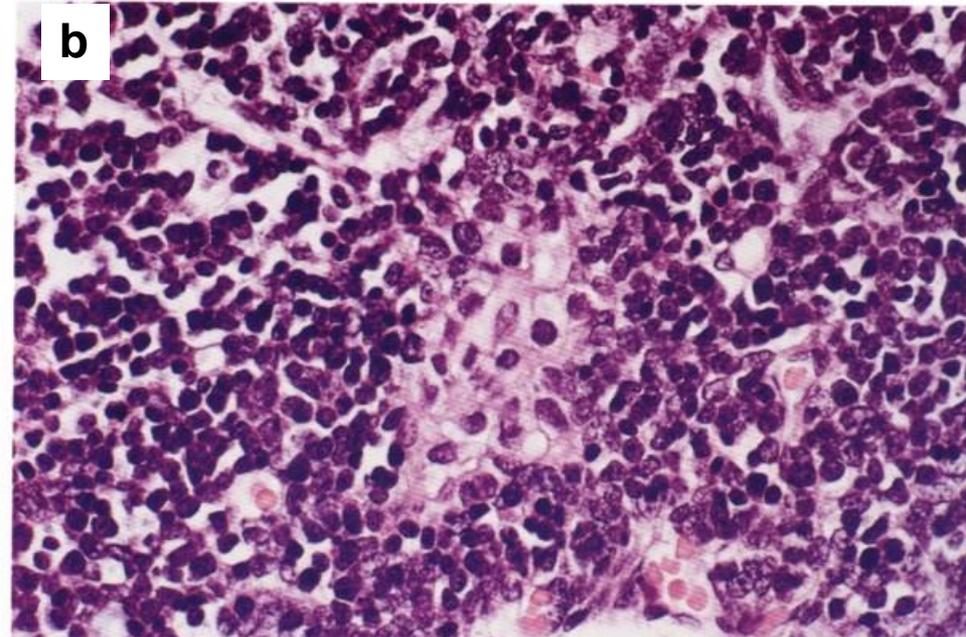
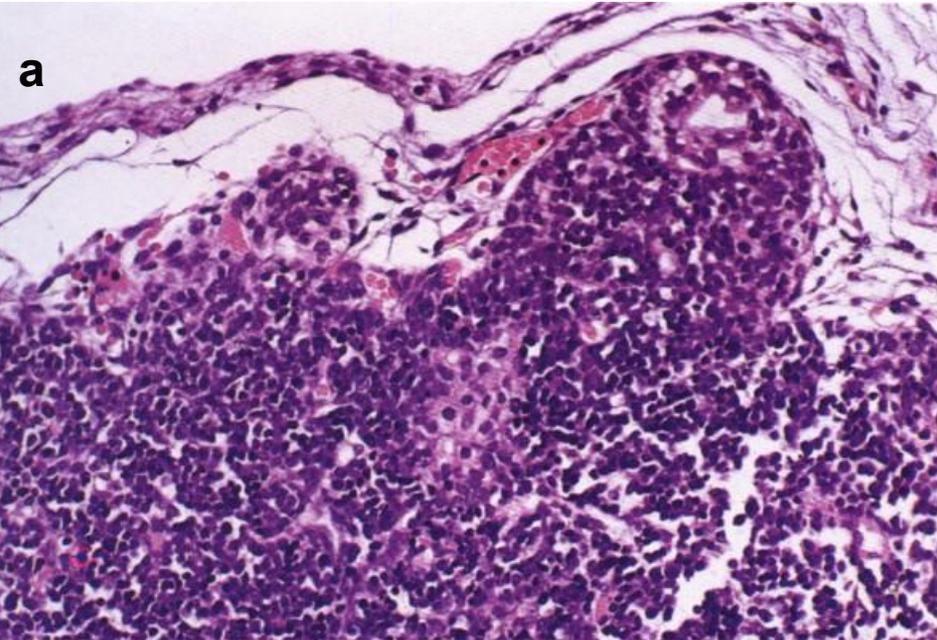


Развитие тимуса, 11 недель.

а. Дольчатость становится более заметной, и более плотно заселенное лимфоцитами корковое вещество отличается от менее плотно заселенного мозгового вещества.

б. Тимус дифференцируется на корковое и мозговое вещество. Окружающие мезенхимные элементы образуют трабекулы, делящие его на четко выраженные дольки.

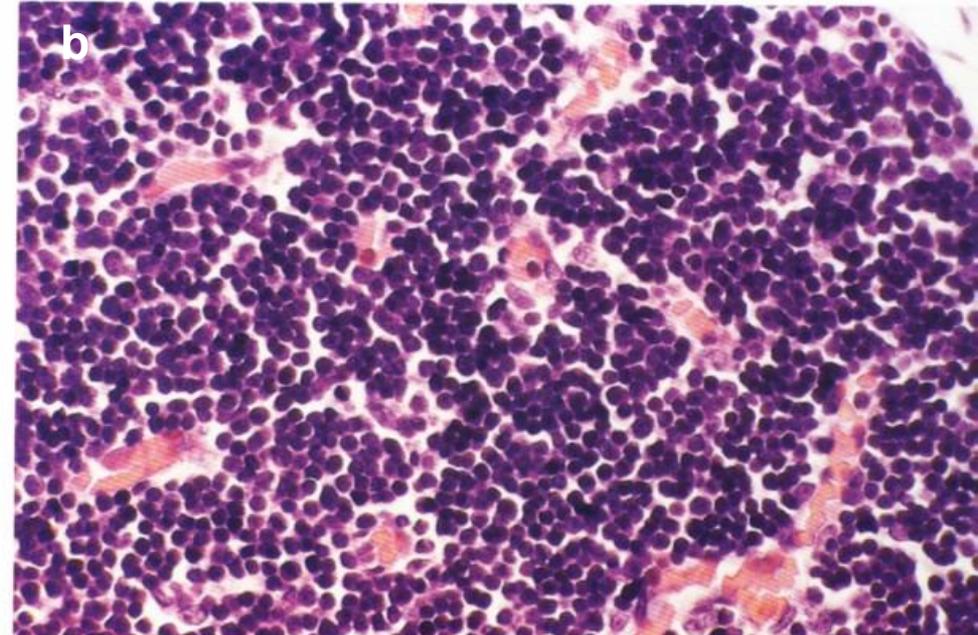
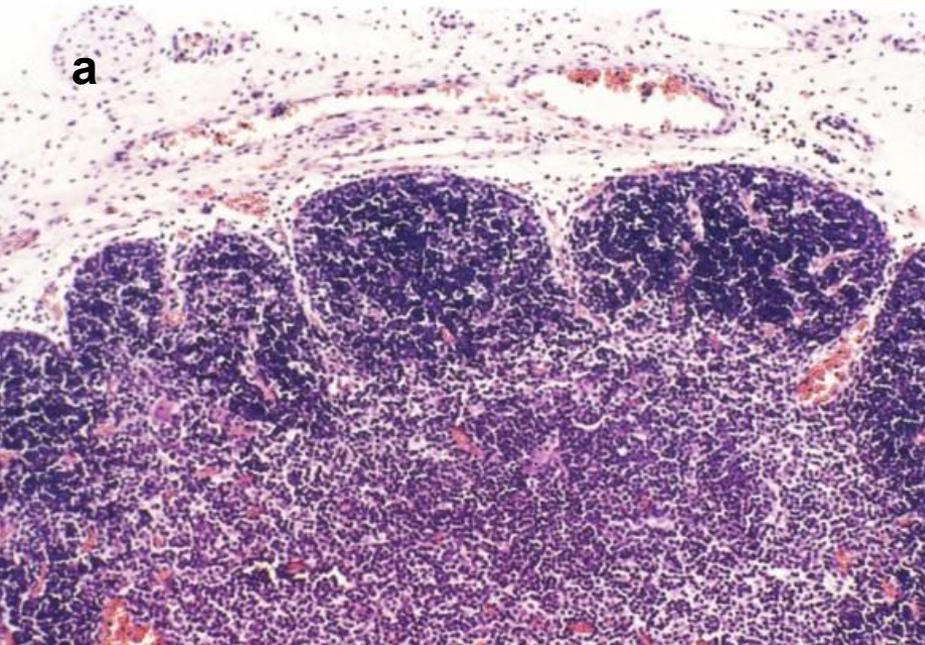
Дифференцировка на корковое и мозговое вещество заметно в конце I триместра. Во II триместре тимус поставляет тимоциты в периферические лимфоидные органы, и они являются в это время функционально зрелыми. Во время II триместра эпителиальные клетки мозгового вещества кератинизируются и образуют дегенерирующие тимические тельца.



Развитие тимуса, 11 недель.

- a) окружающие мезенхимные элементы образуют капсулу.**
- b) видно небольшое скопление эпителиальных клеток, которые позднее дает начало тельцу Гассаля.**

Тимус играет решающую роль в созревании Т-лимфоцитов, и зрелые Т-клетки присутствуют в тимусе уже на ранних стадиях плодного периода. Их созревание зависит от взаимодействия лимфоидных и стромальных элементов, а именно между Т-клеточными рецепторами, экспрессируемыми развивающимися тимоцитами, и внутритимическими пептидами ГКГ.

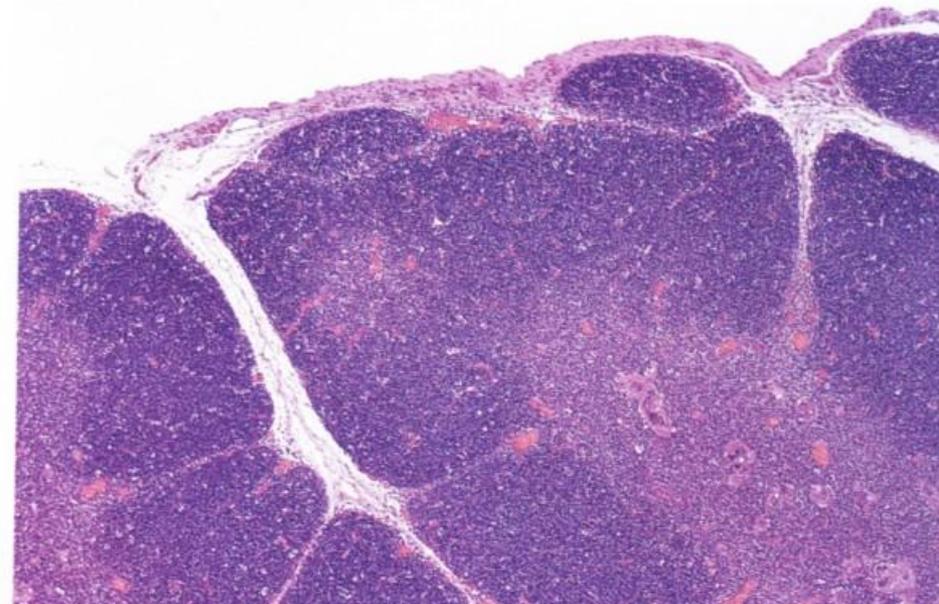
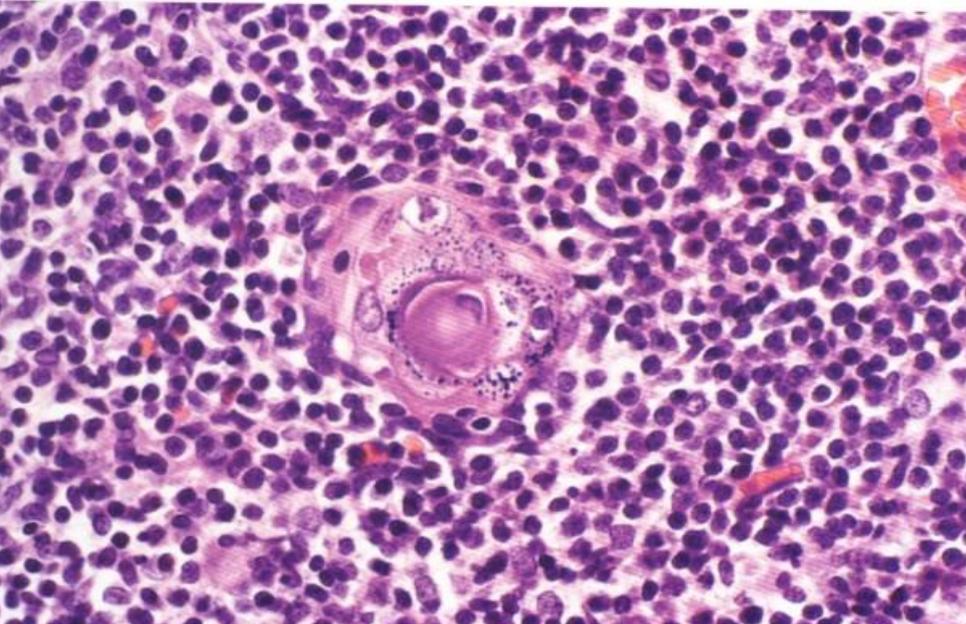


Развитие, 15 недель.

а) кортико-мозговая граница хорошо просматривается, и мозговое вещество выглядит более обширным на фоне относительно узкой полоски коркового вещества.

б) при большем увеличении видно преобладание лимфоцитов в корковом веществе и отмечаются редкие эпителиальные клетки на фоне богатой капиллярной сети.

В мозговом веществе присутствуют Тельца Гассалья с завитками эпителиальных клеток, происходящих от эктодермальных клеток 3-ей жаберной щели, в то время как рыхло организованный эпителиальный ретикулум имеет энтодермальное происхождение, таким образом в тимусе есть 2 вида эпителия: ретикулярного и мозгового типа.



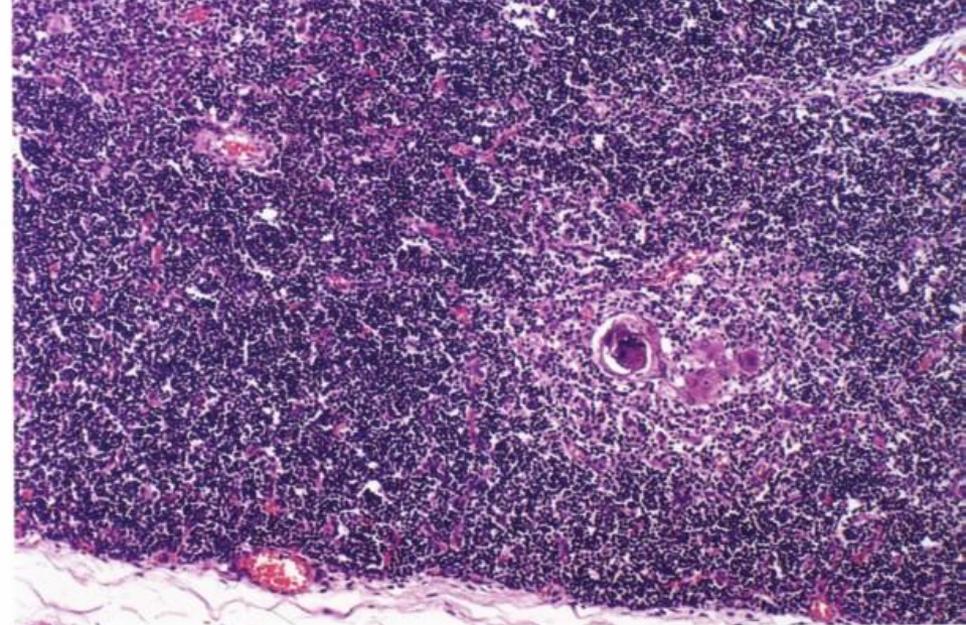
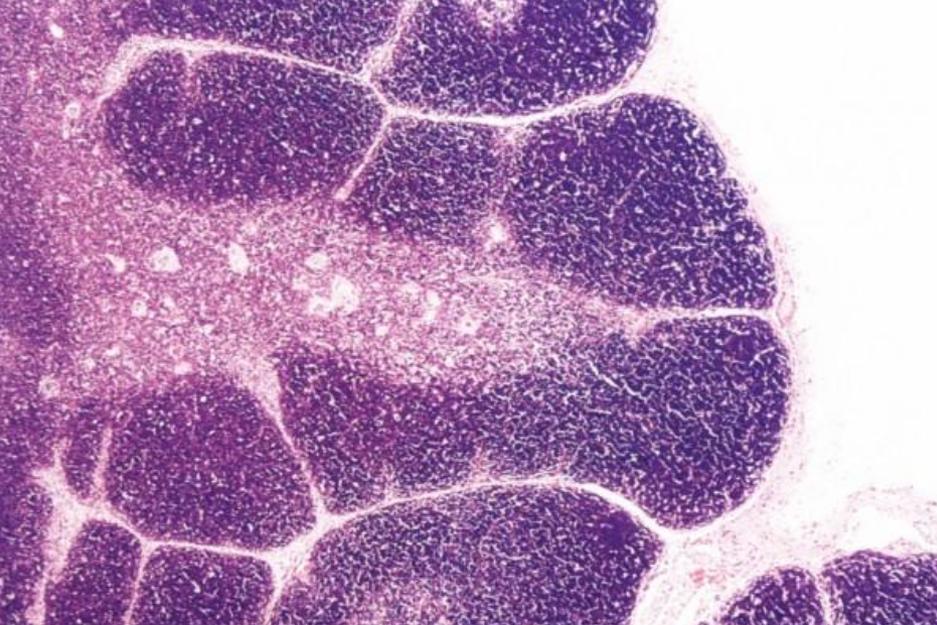
a) Развитие тимуса,

b)

а - 15 недель, b – 20 недель.

а) Тельце Гассалья в центре поля зрения имеет характерную концентрическую организацию кератинизирующихся эпителиальных клеток.

б) Тимус прогрессивно увеличивается в размерах, корковое вещество занимает 70% общей площади тимуса.



РАЗВИТИЕ ТИМУСА,

а - 31 неделя, б – 36 недель.

- а) Дольчатая архитектоника становится еще более выраженной, тонкая фиброзная строма часто содержит очаги миелопоэза.**
- б) Кортиковое вещество занимает 80% площади тимуса. Малые лимфоциты доминируют в корковом веществе. В небольшом островке мозгового вещества видно тельце Гассалья.**

Возрастные изменения тимуса.

Тимус закладывается рано в эмбриональном периоде и продолжает расти вплоть до наступления полового созревания, когда вес его может достигать 35-40 г. Тимус очень активен во время перинатального периода и приобретает еще больший относительный вес к концу плодного периода. Он продолжает расти в раннем детском периоде, достигая максимального абсолютного веса к периоду полового созревания.

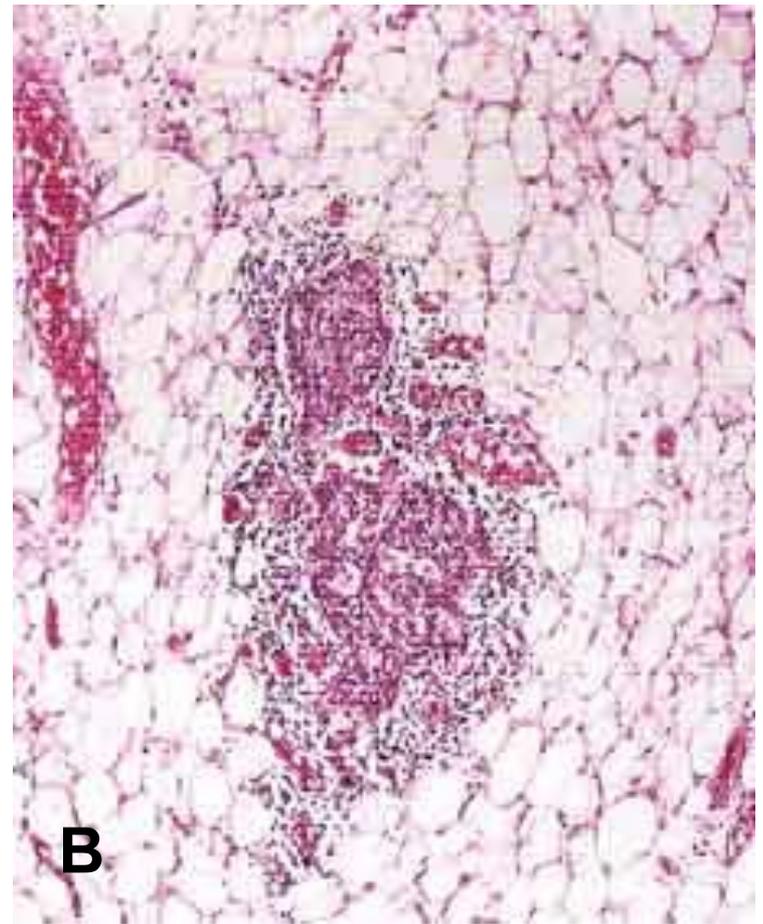
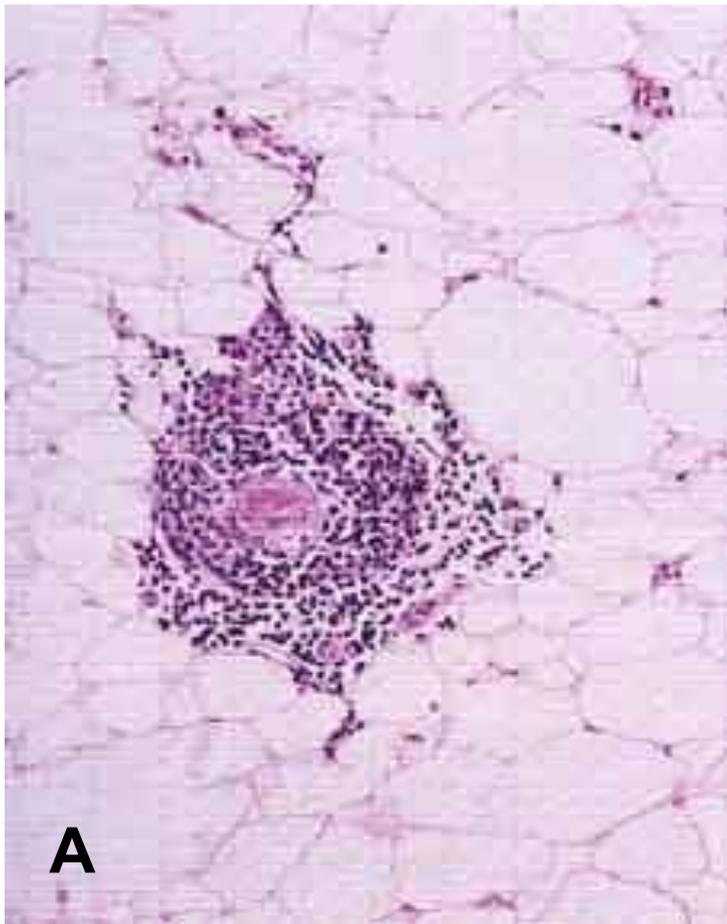
Уже спустя первые годы жизни тимус начинает подвергаться инволюции (атрофии) и инфильтрируется жировыми клетками. После полового созревания инволюция начинает протекать быстрее и большая часть органа замещается жировой и фиброзной тканью, хотя участки интактной ткани тимуса персистируют вплоть до достижения возраста 70 лет, обеспечивая адекватную иммунную функцию.

ИНВОЛЮЦИЯ ТИМУСА

Тимус подвергается медленному физиологическому процессу возрастной инволюции. Этот процесс начинается в пубертатном периоде, к которому орган достигает максимального веса, после чего он подвергается прогрессирующим атрофическим изменениям.

Стадии возрастной инволюции тимуса:

- 1. Постепенные изменения в популяции тимоцитов, отражающие изменения эпителия в корковом и мозговом веществе.**
- 2. На ранних стадиях: уменьшение числа корковых тимоцитов с относительным увеличением количества эпителиальных элементов.**
- 3. На более поздней стадии: замещение паренхимы тимуса островками эпителиальных клеток с сокращающимся количеством лимфоцитов, с частично кистозно перерожденными, плотно залегающими тельцами Гассала и разрастающейся жировой тканью.**



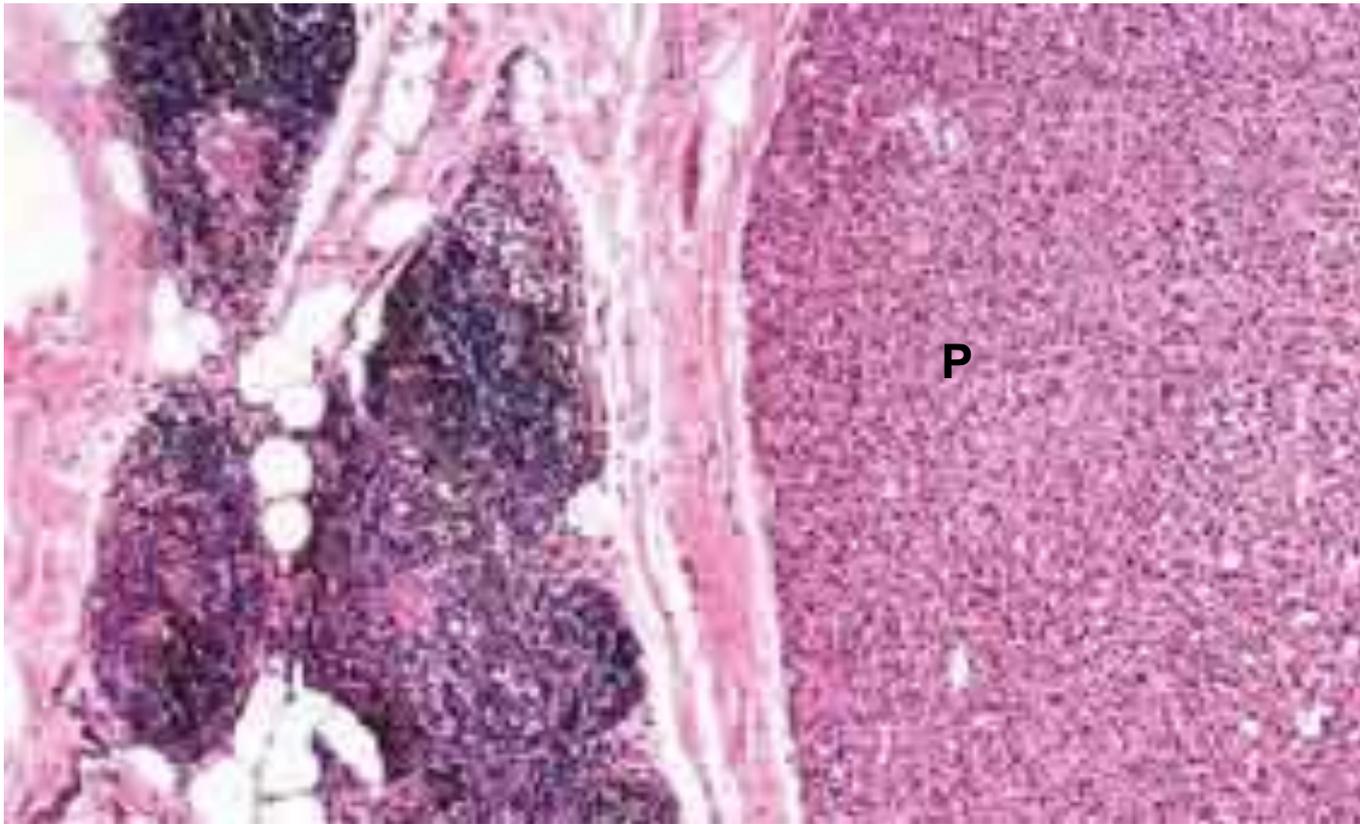
Остатки эпителиальных клеток при инволюции тимуса

- A.** тельца Гассаля, окруженные малыми лимфоцитами и рассеянными эпителиальными клетками.
- B.** Анастомозирующие тяжи эпителиальных клеток, окруженные малыми лимфоцитами, погруженные в преэпикардальную жировую ткань.

Аномалии тимуса.

- 1. Шейный тимус.** Тяж ткани тимуса или фиброзной ткани может персистировать в шее по пути опускания тимуса. Редко весь тимус или по крайней мере его левый зачаток остаются в шейной области.
- 2. Добавочный тимус.** Часть тимуса во время опускания органа отделяется от основной массы органа. Альтернативно добавочная ткань тимуса может развиваться из 4-го жаберного кармана и прикрепляться к верхней паращитовидной железе или внедряться в толщу щитовидной железы.
- 3. Myasthenia gravis.** Это аутоиммунное заболевание, вызванное дисфункцией ацетилхолиновых рецепторов, лечится тимэктомией.

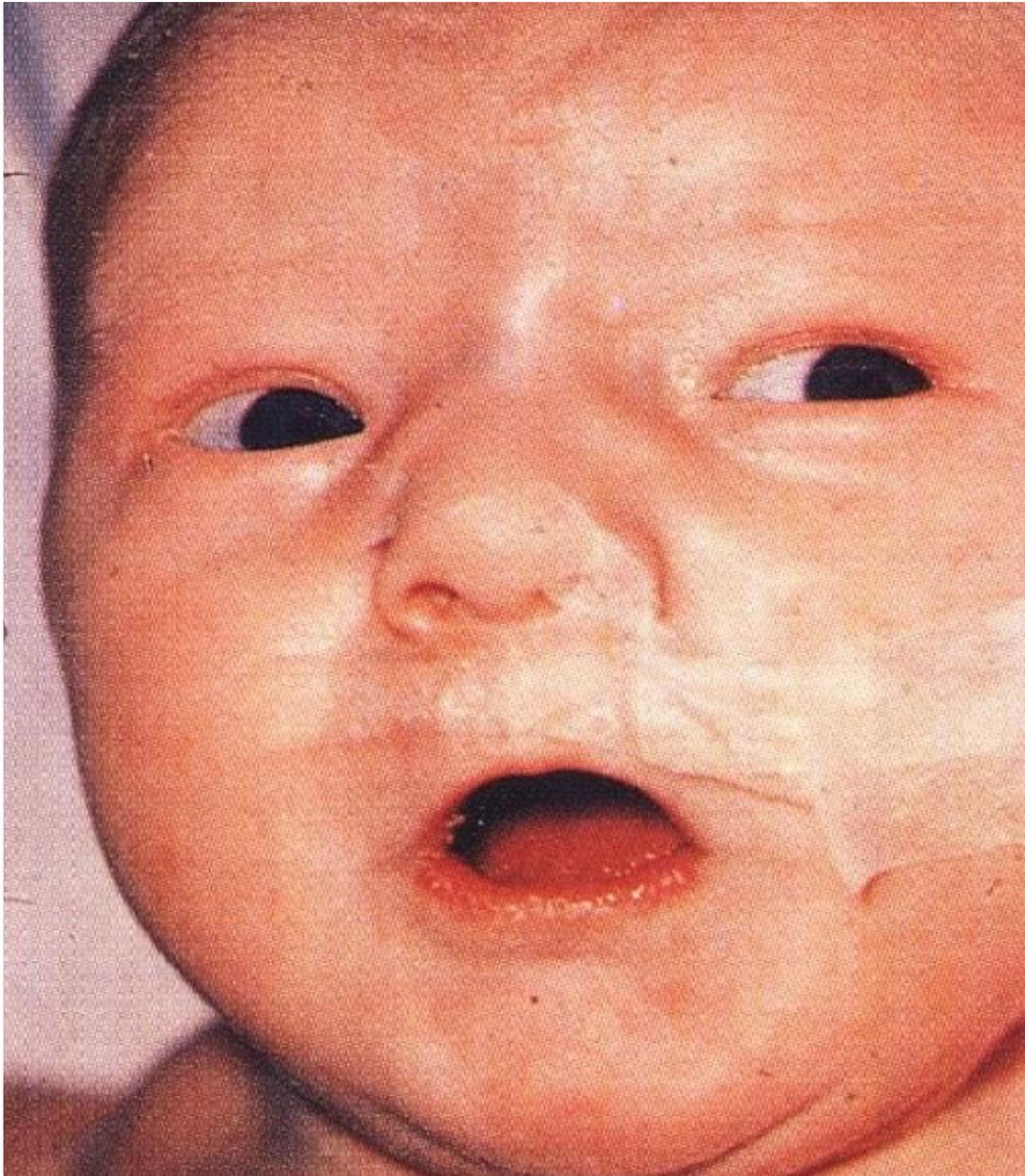
Нарушения эмбрионального развития тимуса может привести к формированию врожденных аномалий и пороков развития. Один из наиболее частых – присутствие ткани паращитовидной железы (Р) в тимусе.



Эктопическая ткань паращитовидной железы в тимусе

АНОМАЛИИ ТИМУСА

Синдром Ди Джорджа (синдром 3-ей и 4-ой пары жаберных карманов) – это дефект клеток нервного гребня, который проявляется гипоплазией или отсутствием тимуса (т.к. клетки нервного гребня вносят вклад в развитие соединительной ткани тимуса), а также отсутствие или недоразвитие паращитовидных желез вместе с пороками сердечно-сосудистой системы (персистирующий артериальный проток, облитерация дуги аорты и др.), нарушение развития уха (микрогнатия) и гипотелоризмом (широко расставленными глазами). Пациенты с полным синдромом страдают нарушением иммунного ответа, гипокальциемией, и прогноз у них плохой. Синдром развивается спорадически или под действием тератогенов (например, ретиноидов).



Синдром Ди Джорджа

**Гипотелоризм и
маленькие
размеры
челюстей
выражены и
пациента.**

РАЗВИТИЕ ТИМУСА

6 недель – парный зачаток появляется в 3-ем жаберном кармане (начало формирования – конец 4-ой – начало 5-ой недели)

7 недель - зачаток удлиняется вентрально, каудально и медиально

8-9 недель - два зачатка сливаются по средней линии и перемещаются в верхнее средостение, внутренний канал облитерируется

10 недель - демаркация между корковым и мозговым веществом

13 недель – появляются тельца Гассала

14 недель – сосуды присутствуют в дольках

15-18 недель – выражен септальный гранулопоз; область коры занимает 70%

19-30 недель – рассеянные макрофаги присутствуют в корковом веществе

38 недель – площадь коркового вещества достигает 80%

РАЗВИТИЕ КОСТНОГО МОЗГА

1. В 5 месяцев костный мозг плода начинает производить лейкоциты и тромбоциты, а производство эритроцитов начинается позднее, на 7-ом месяце.

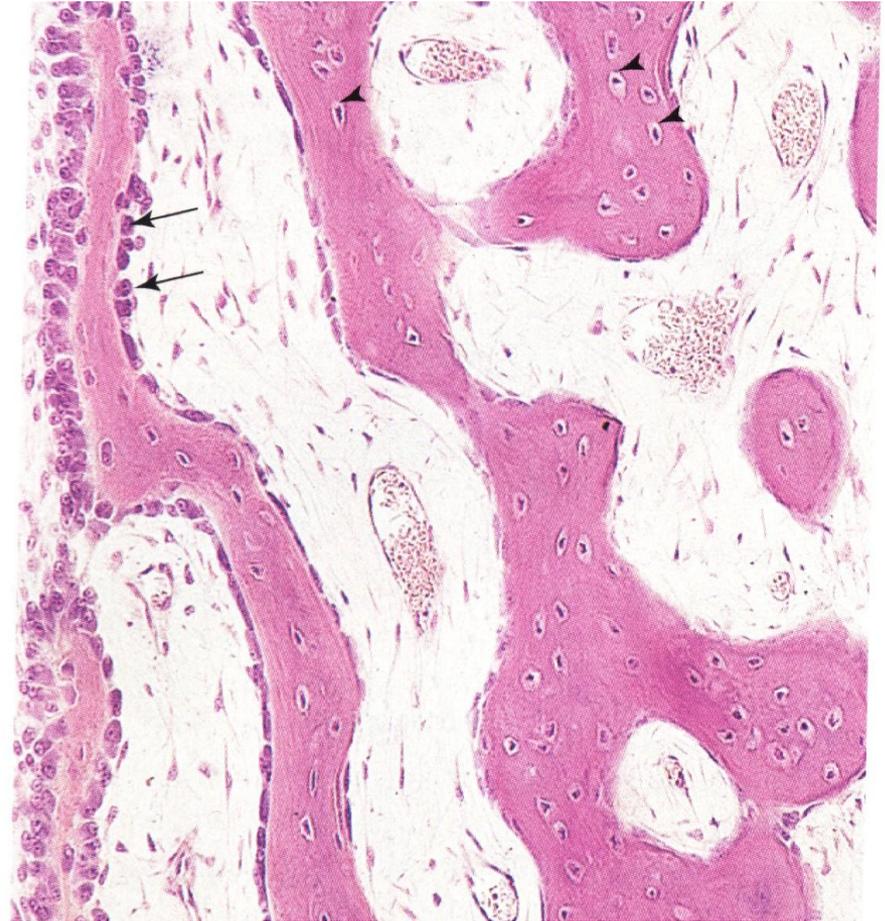
2. При рождении костный мозг является главным местом продукции эритроцитов, и при этом вовлеченными в гемопоэз оказываются почти все кости тела.

3. В течение нескольких последующих лет наряду с быстрым ростом костей гемопоэтический потенциал костного мозга начинает многократно превышать даже потребности акцидентального характера, и это сопровождается уменьшением размеров костного мозга относительно костномозговых полостей.

4. По достижении скелетом зрелости гемопоэтическим остается только костный мозг позвонков, ребер, черепа, таза и проксимальной части бедренной кости, в то время в остальных локализациях он замещается жировой тканью, хотя при необходимости процесс гемопоэза здесь может быть возобновлен.

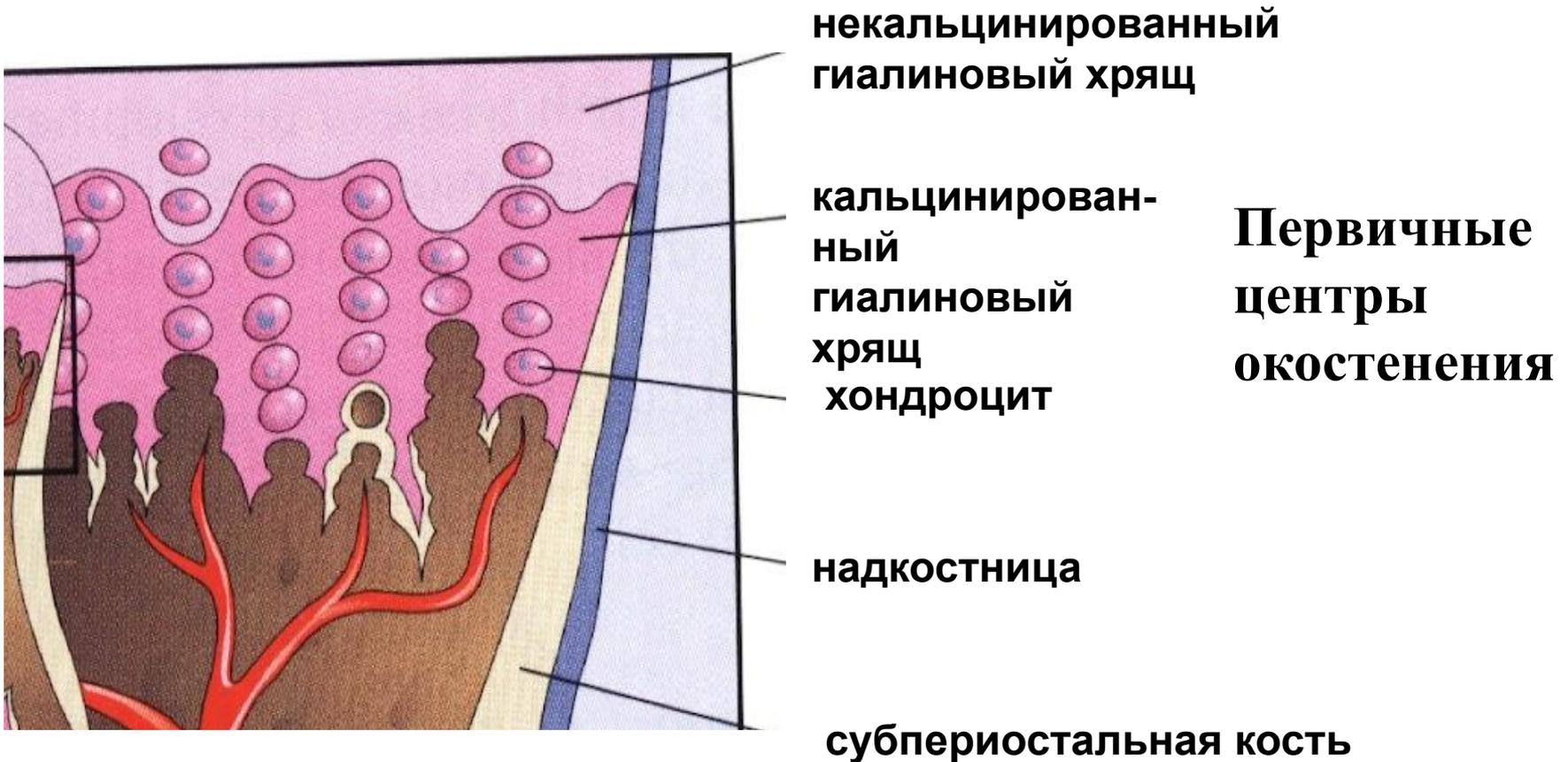
5. Во взрослой жизни образование клеток крови костным мозгом покрывает нормальную потребность. При заболеваниях гемопоэз может возобновиться в печени и селезенке, которые при этом становятся очагами экстрамедуллярного кроветворения.

Развитие костного мозга связано с развитием костей. Во время развития кости из мезенхимы некоторые остеобласты остаются на периферии костной балки и продолжают откладывать слои остеонидной ткани с образованием компактной кости на поверхности. Между поверхностными пластинками костной ткани остаются участки губчатой кости. Эти губчатые пространства расширяются остеокластами, которые разъедают вновь образованную кость. В полостях губчатой кости клетки мезенхимы дифференцируются в костный мозг.

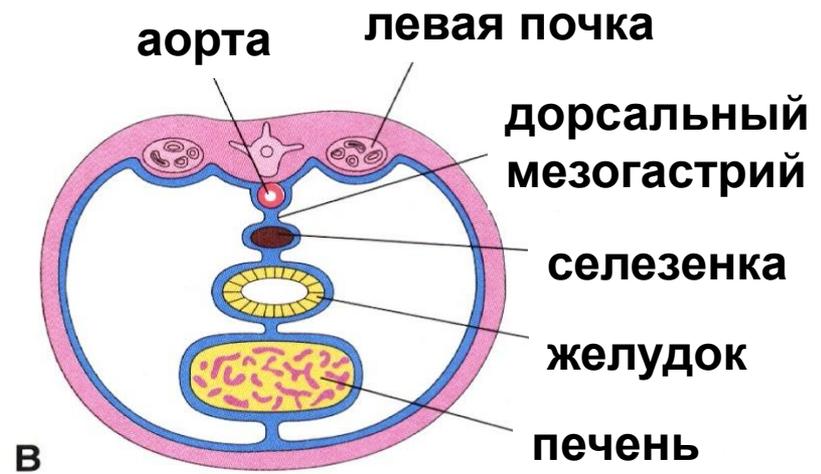
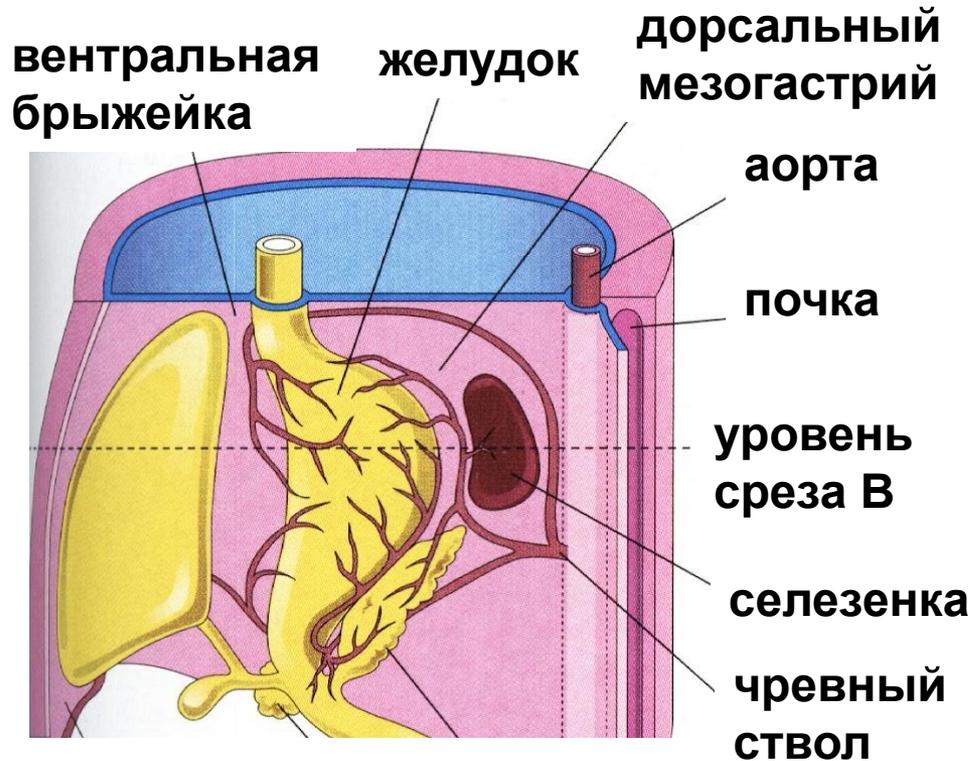


Кость плода в **12** недель, образование костномозговой полости с гемопоэтическими клетками.

Во время образования кости на месте хряща, когда надхрящница становится надкостницей, инвазия сосудистой соединительной ткани из надкостницы приводит к разрушению хряща. Некоторые внедряющиеся клетки дифференцируются в гемопоэтические клетки, которые ответственны за образование клеток крови в костном мозге. По направлению к диафизу хрящевые клетки гипертрофируются и матрикс кальцинируется, расщепляется сосудистой тканью из костного мозга или костномозговой полости на фрагменты.



Развитие селезенки



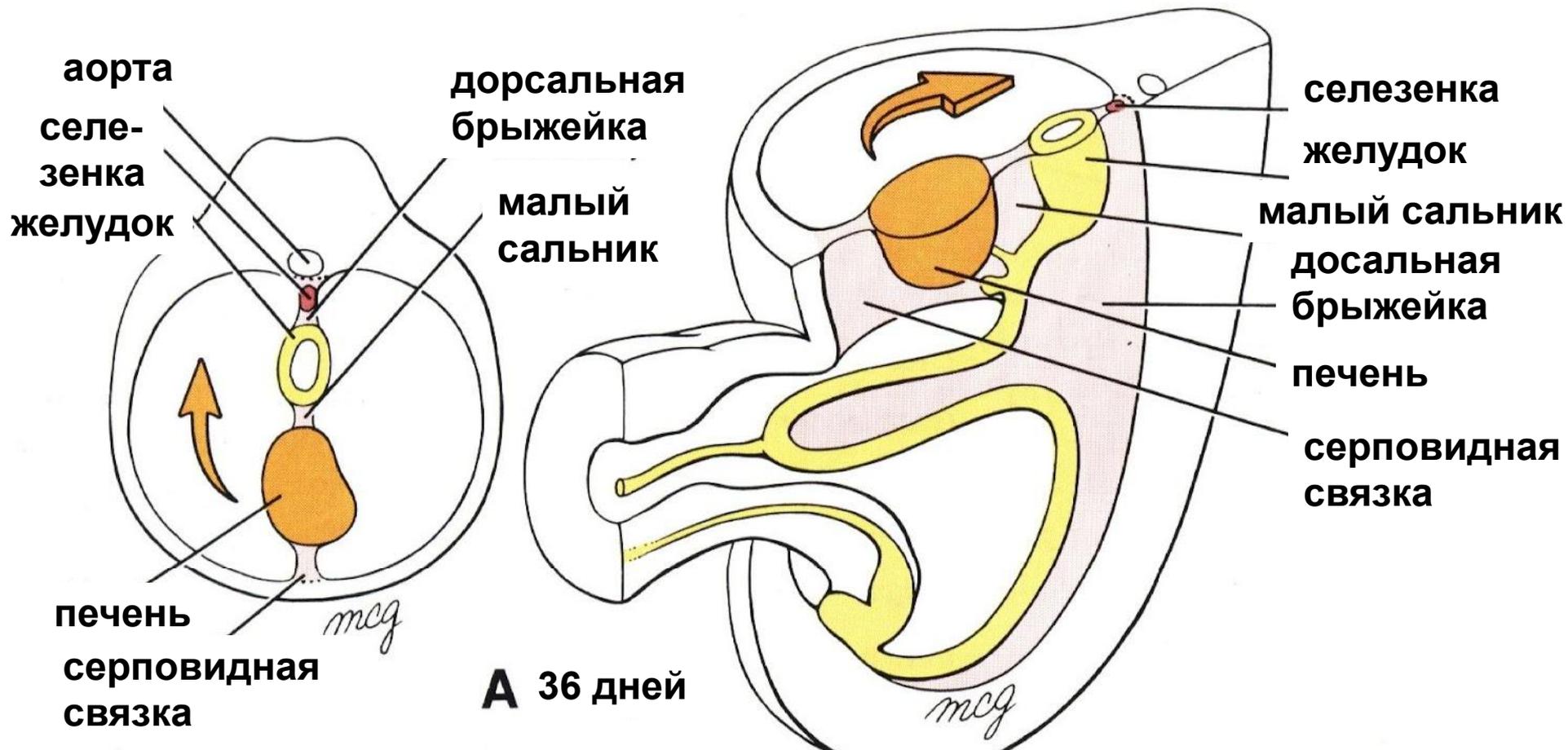
5-я неделя. Селезенка между слоями дорсального мезогастрия.

Селезенка развивается из скоплений мезенхимных клеток в дорсальной брыжейке желудка. Начало развития – 5-я неделя, но до начала плодного периода она не приобретает характерного строения.

У плода в селезенке присутствуют, дольки, которые обычно исчезают до рождения. Насечки по верхнему краю взрослой селезенки являются остатками борозд, которые разделяли дольки селезенки у плода. Гены NKx2-5, NOX11 и Варх1 регулируют развитие селезенки.

Развитие селезенки

Селезенка конденсируется из мезодермы дорсальной брыжейки. По мере начала экспансивного роста малого мешка дорсального мезогастрия в конце 4-ой недели, в нем рядом с телом желудка появляется участок конденсации мезенхимы. Этот участок начинает дифференцироваться в начале 5-ой недели с образованием селезенки – лимфоидного сосудистого органа.



РАЗВИТИЕ СЕЛЕЗЕНКИ

Поворот желудка и рост дорсального мезогастрия смещает селезенку в левую часть брюшной полости. Поворот дорсального мезогастрия также способствует формированию почечно-селезеночной связки между селезенкой и левой почкой. Часть дорсальной брыжейки между селезенкой и желудком называется желудочно-селезеночной связкой.

A 36 дней



малый сальник

печень

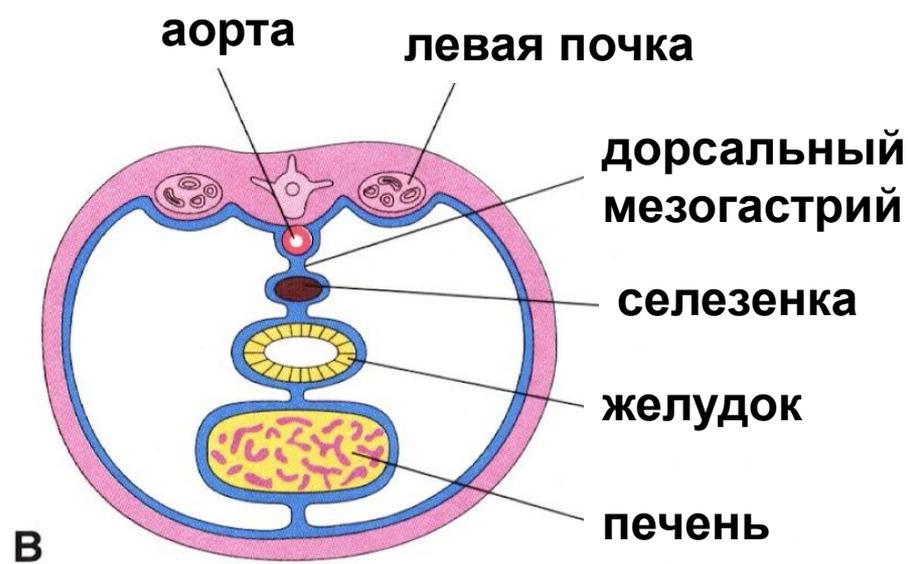
серповидная связка

селезенка почка



B 40 дней

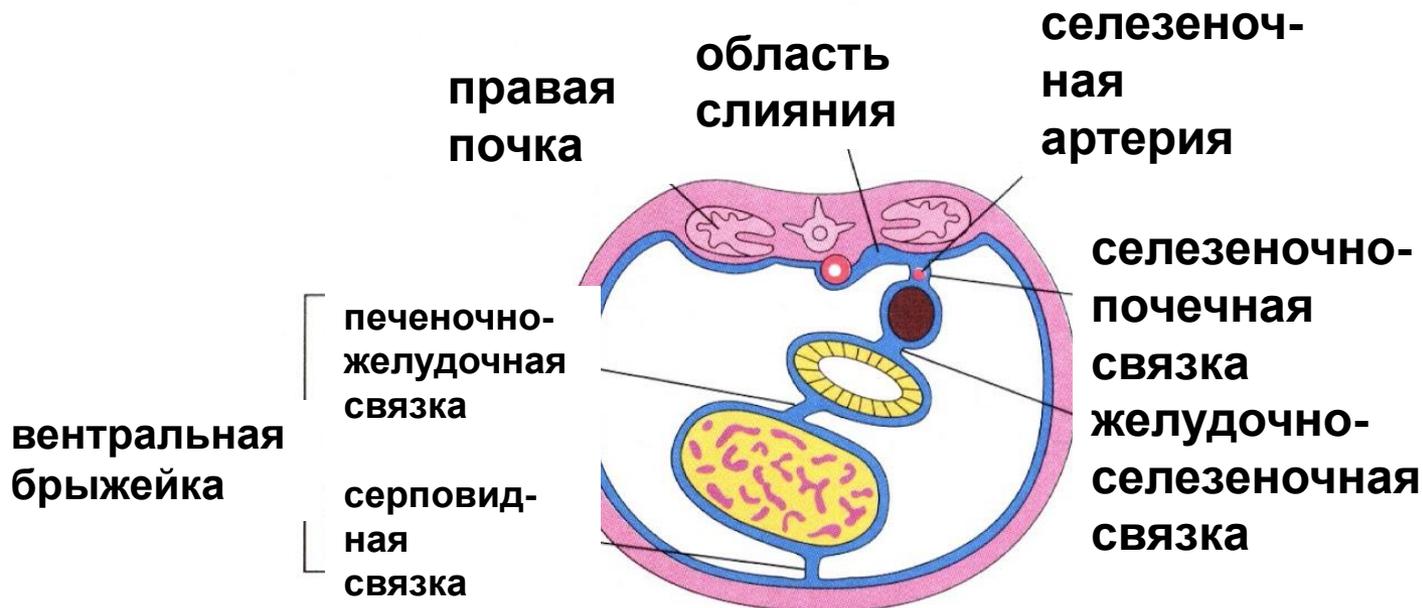
РАЗВИТИЕ СЕЛЕЗЕНКИ



В – 5-я неделя, поперечный срез эмбриона.

Взаимоотношения между дорсальной и вентральной брыжейками.

С – слияние дорсального мезогастрия с брюшиной на задней брюшной стенке



Развитие селезенки

нижняя
полая
вена

аорта

дорсальный
мезогастрий

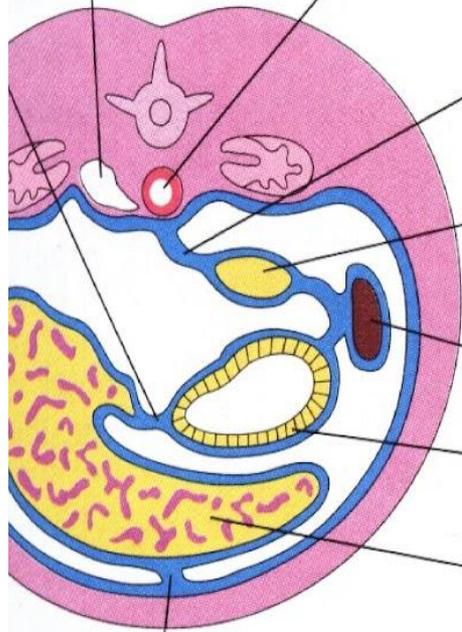
поджелудочная
железа

селезенка

желудок

печень

серповидная
связка



нижняя полая вена

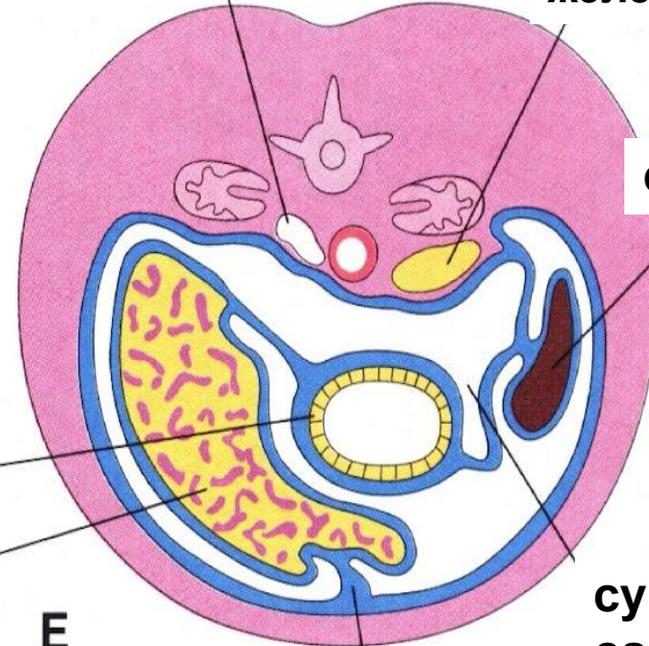
поджелудочная
железа

селезенка

сумка
сальника

Е

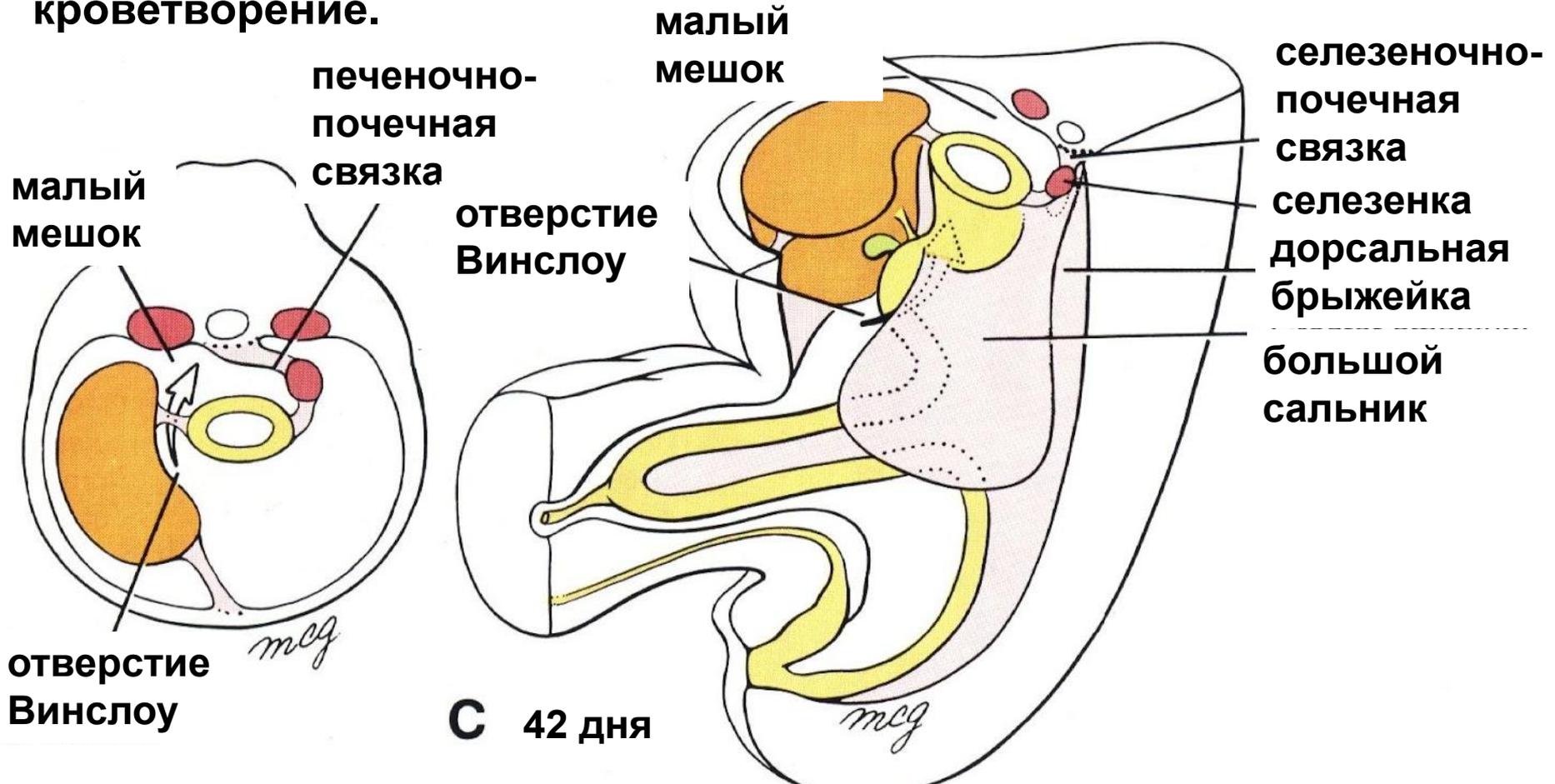
серповидная
связка

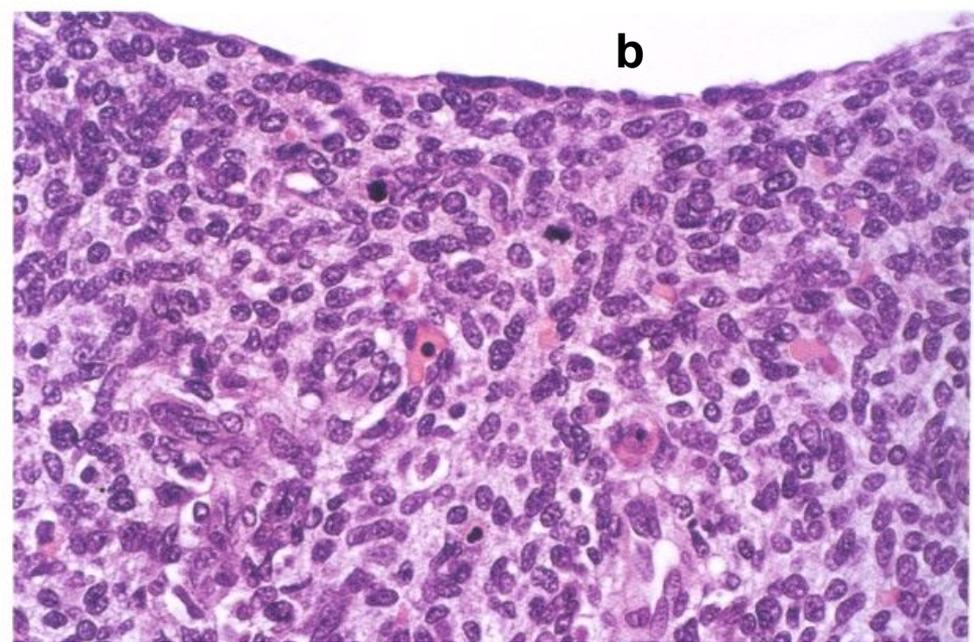


D, E – ранний плодный период. Слияние дорсального мезогастрия с дорсальной стенкой брюшной полости, что приводит к перемещению поджелудочной железы в ретроперитонеальное положение.

РАЗВИТИЕ СЕЛЕЗЕНКИ

Мелкие скопления селезеночной ткани (добавочная селезенка) могут возникать около ворот органа. Селезенка вначале функционирует как орган миелоидного гемопоэза и лишь позднее переключается на лимфоцитопоз. Однако до 14-ой недели селезенка осуществляет исключительно миелоидное кроветворение.

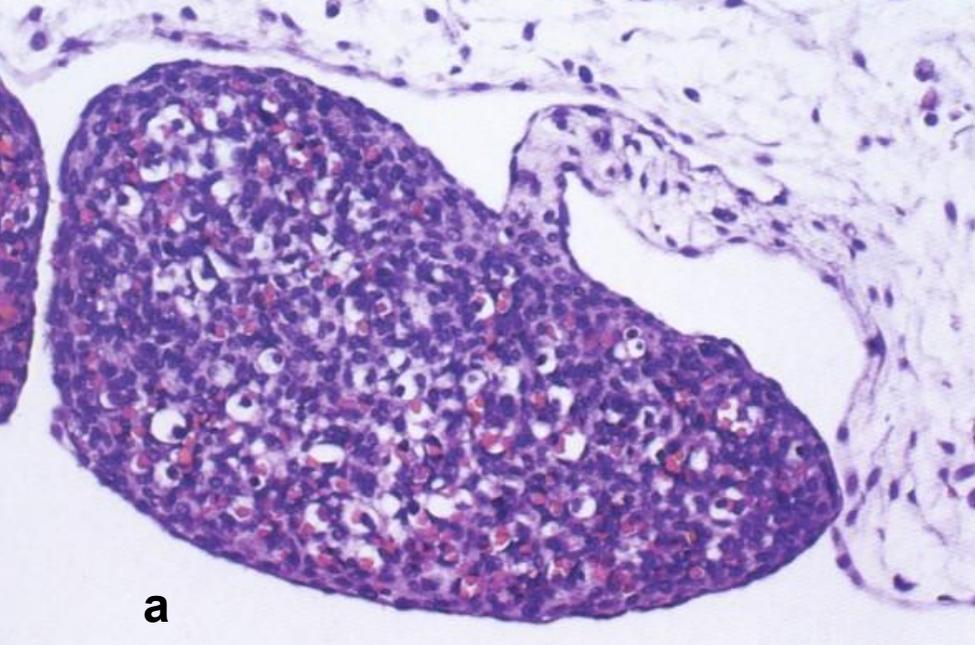




Развитие селезенки, 9 недель

- a) селезенка (S) в настоящее время почти полностью отделена от мезогастрия и все еще сохраняет дольчатое строение..
- b) Мезенхимные клетки дифференцируются с образованием капсулы, соединительнотканного каркаса и паренхимы селезенки.

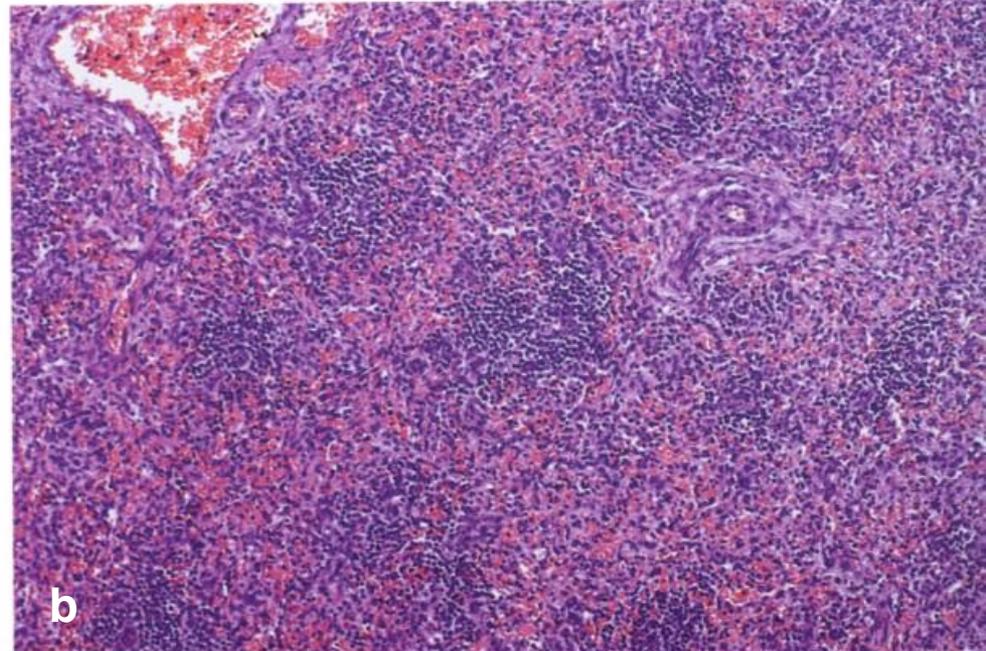
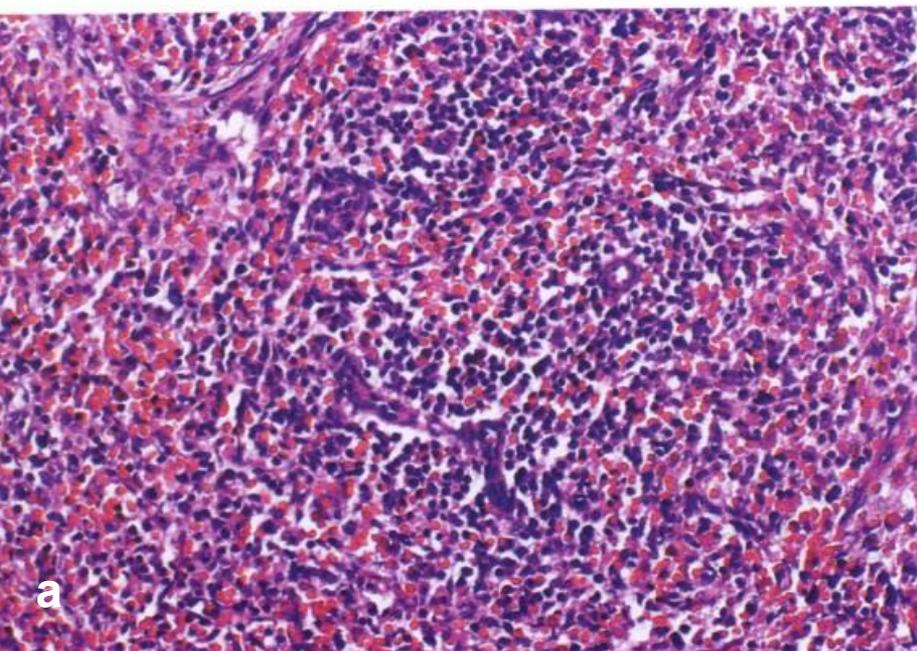
Во время пренатального развития центр гемопоэза меняется несколько раз: сначала это желточный мешок, затем печень и селезенка.



Развитие селезенки. а) 10 недель б) 11 недель

- а) Дольчатая ткань селезенки содержит много кровеносных сосудов и недифференцированных клеток.**
- б) Селезенка (стрелка) теряет дольчатость и выглядит застойной. S – желудок.**

До 14-ой недели селезенка почти исключительно вовлечена в миелоидный гемопоэз.

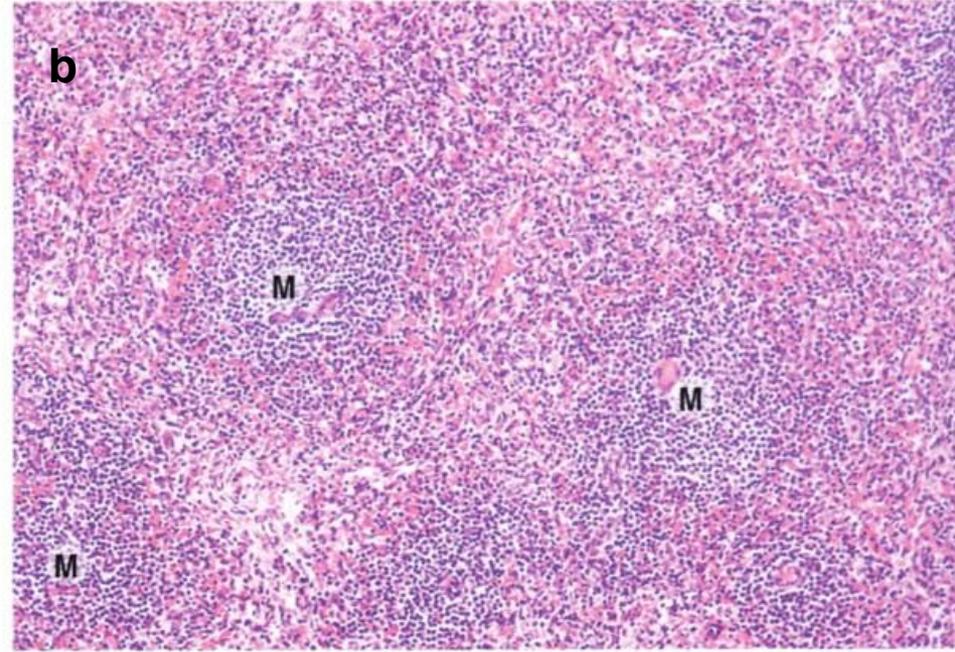
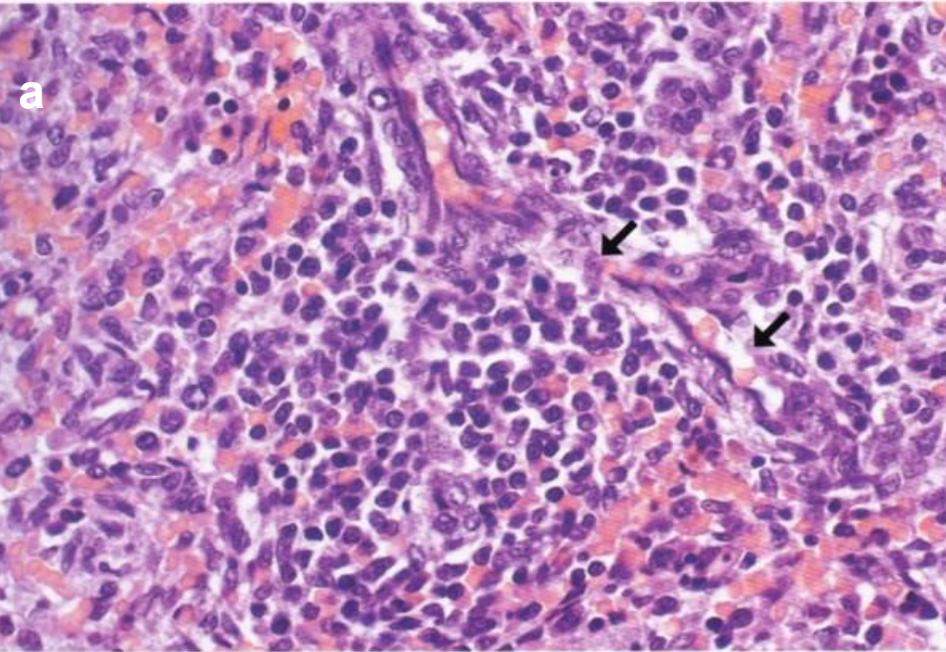


Развитие селезенки а) 16 недель б) 19 недель

а) Белая пульпа со скоплениями лимфоцитов

б) Мальпигиевы тельца отчетливо видны на фоне красной пульпы.

С 15-ой по 18-ю недели (переходная стадия с миелоидного на лимфоидное кроветворение) орган приобретает архитектуру, характерную для лимфоидного органа с развитием белой пульпы (скоплений лимфоидной ткани вокруг центральных артерий) и красной пульпы по периферии долек. После этого начинается стадия лимфоидной колонизации с проникновением предшественников Т-лимфоцитов в селезенку.



Развитие селезенки, а) 20 недель б) 28 недель

- а) Белая пульпа содержит незрелые лимфоидные клетки и артериолы (стрелки).**
- б) Отчетливо видны округлые Мальпигиевы тельца (М) с центральными артериолами.**

С 19-ой по 23-ю недели лимфоидные клетки – предшественники Т-лимфоцитов – внедряются в орган, с 23-ей недели в селезенке появляются локусы В-лимфоцитопозза. В это время предшественники В-лимфоцитов мигрируют в селезенку и образуют в ней В-зоны. Капсула, трабекулы, ретикулярная сеть образуются из мезенхимы.

АНОМАЛИИ СЕЛЕЗЕНКИ

1. **Добавочные селезеночные узлы.** Они присутствуют у 10% людей и обычно находятся около ворот органа или погружаются в толщу поджелудочной железы. Они появляются при нарушении процесса слияния отдельных зачатков селезенки в дорсальном мезогастрии.
2. **Полиспления.** Две и более селезенки расцениваются как полиспления. Эта аномалия часто сопровождается аномалии сердца и частичный situs inversus (например, правосторонний желудок). Полиспления встречается при билатеральной левосторонности, при которых оба легких имеют две доли, так как правое легкое является зеркальным отражением левого, и отсутствует желчный пузырь.

АНОМАЛИИ СЕЛЕЗЕНКИ

3. Аспления. Врожденное отсутствие селезенки нередко является одним из компонентов синдрома, который включает аномалии сердечно-сосудистой системы (общий атрио-вентрикулярный канал, транспозиция крупных сосудов или стеноз легочной артерии), также частичного situs inversus. Она может возникать при нарушении развития билатеральной симметрии, когда формируется «билатеральная правосторонность», при которой оба легких имеют 3 доли и обе доли печени имеют одинаковые размеры. Аспления и полиспления возникают с помощью генетических и механических факторов. Относительно время начала формирования этих аномалий мнения расходятся.

4. Селезеночно-гонадное слияние. Селезенка развивается прилежащей к левой гонаде, и между двумя органами может развиться аномальное соединение. Оно может принять форму селезеночного тяжа, вытянутым во время опускания яичка. Ткань селезенки может оказаться затянутой в левую часть мошонки. Существует редкий синдром, при котором имеет место селезеночно-гонадное слияние, дефекты конечностей и микрогнатия.

РАЗВИТИЕ СЕЛЕЗЕНКИ

5 недель – появление зачатка селезенки в виде плотной мезенхимной массы в дорсальном мезогастррии

6 недель – зачаток селезенки частично отделяется от мезогастррия

7 недель – в зачатке появляются кровеносные сосуды 8-9 недель – образование венозного сплетения

10-13 недель – развитие трабекул

14-17 недель – образование капсулы, развитие венозных синусов, появление ПАЛВ

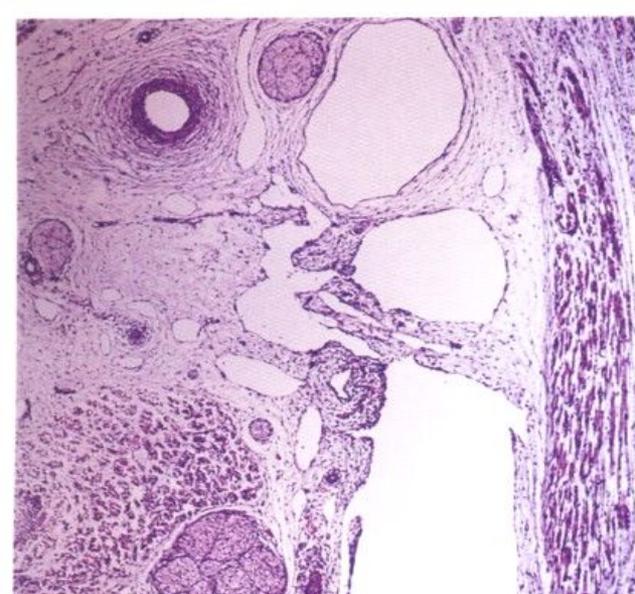
18-21 недель – образование зачатков Мальпигиевых телец, венозных синусов с форменными элементами крови

22-25 недель – развитие ретикулярной ткани, постепенное прекращение эритропоэза

26-29 недель – появление многочисленных Мальпигиевых телец

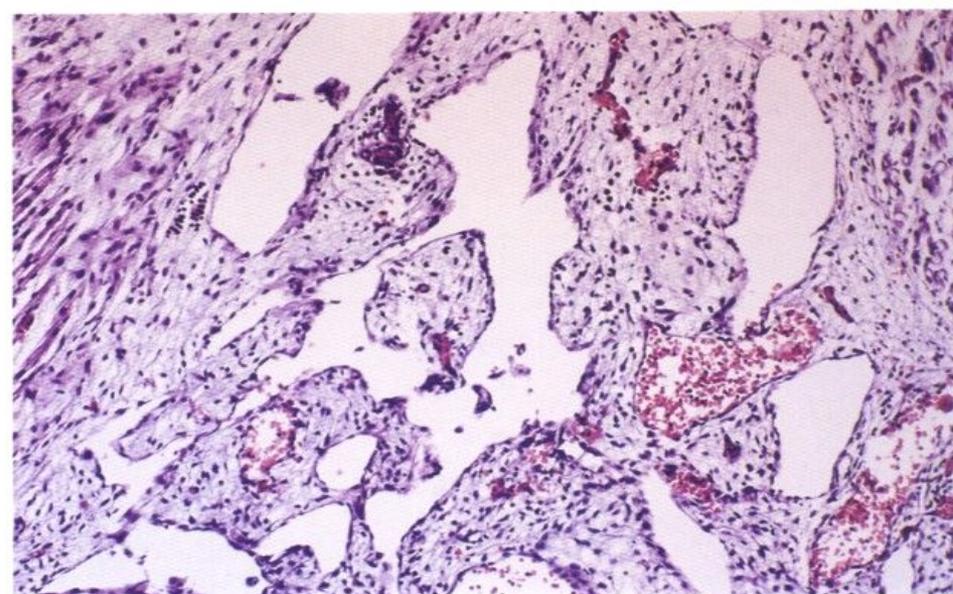
30-33 недель – выражена красная пульпа, в ней содержится много эритроцитов

34-37 недель – полное прекращение гемопоэза



a)

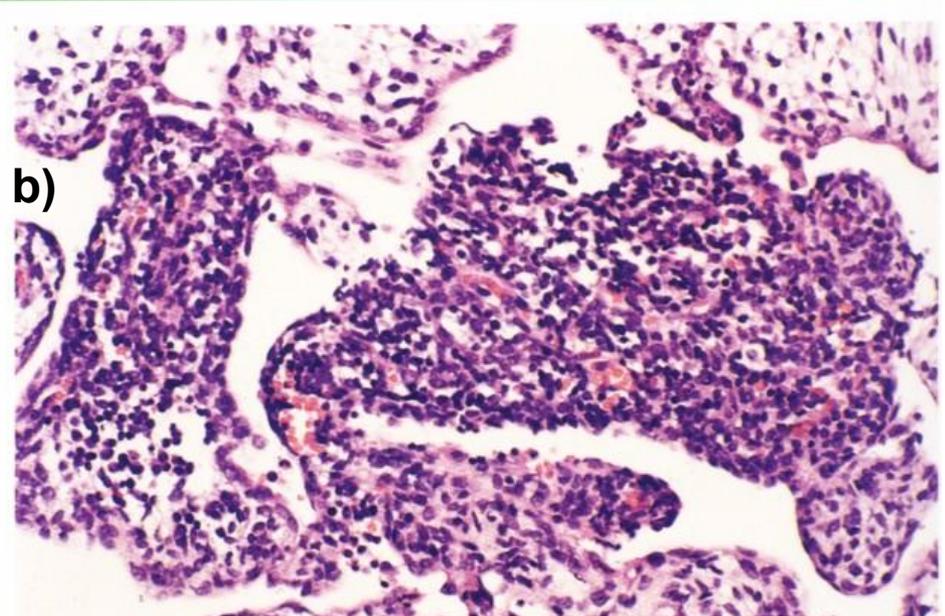
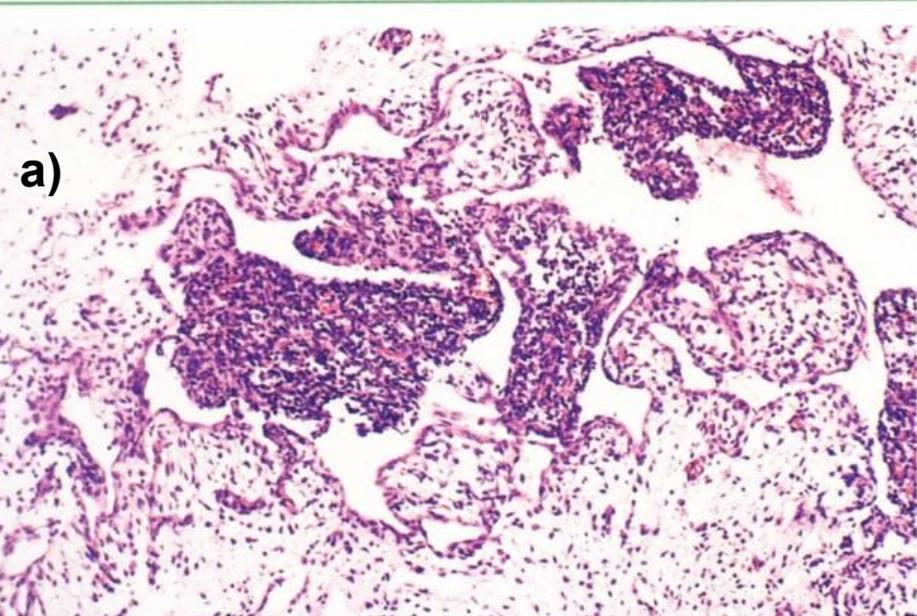
b)



Развитие лимфатических узлов, 9 недель.

- a) Лимфатические мешки видны в шейной области. Они служат для сбора белковой жидкости, образуемой в кровеносном русле вследствие преобладания фильтрации над реабсорбцией, и возвращения ее в систему гемоциркуляции.**
- b) Лимфатический мешок выстлан плоским эпителием (эндотелием).**

За исключением верхней части лимфатической цистерны, все лимфатические мешки преобразуются в группы лимфоузлов во время плодного периода.

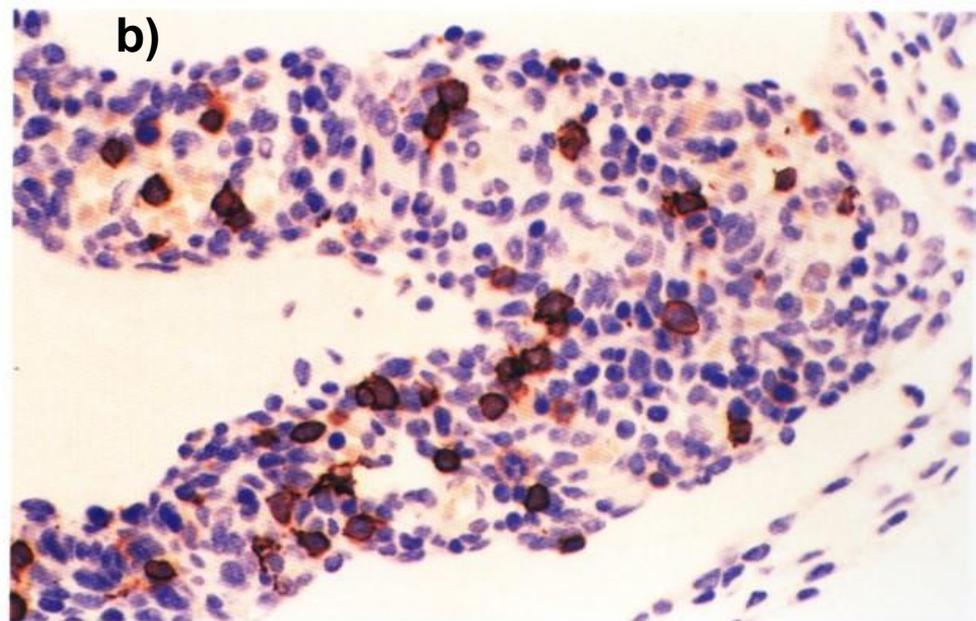
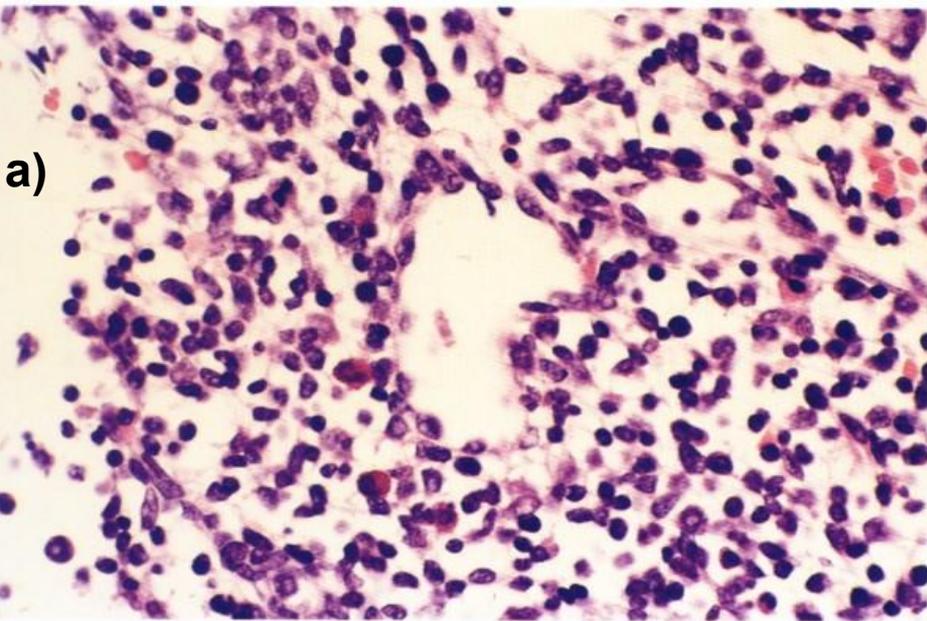


Развитие лимфатических узлов, 11 недель.

а) Лимфатические мешки трансформируются в группы лимфоузлов. Мезенхимные клетки заселяют каждый лимфатический мешок и разбивают его полость на сеть лимфатических каналов и лимфатических синусов.

б) При большем увеличении видно скопление лимфоидных клеток и развитие капилляров.

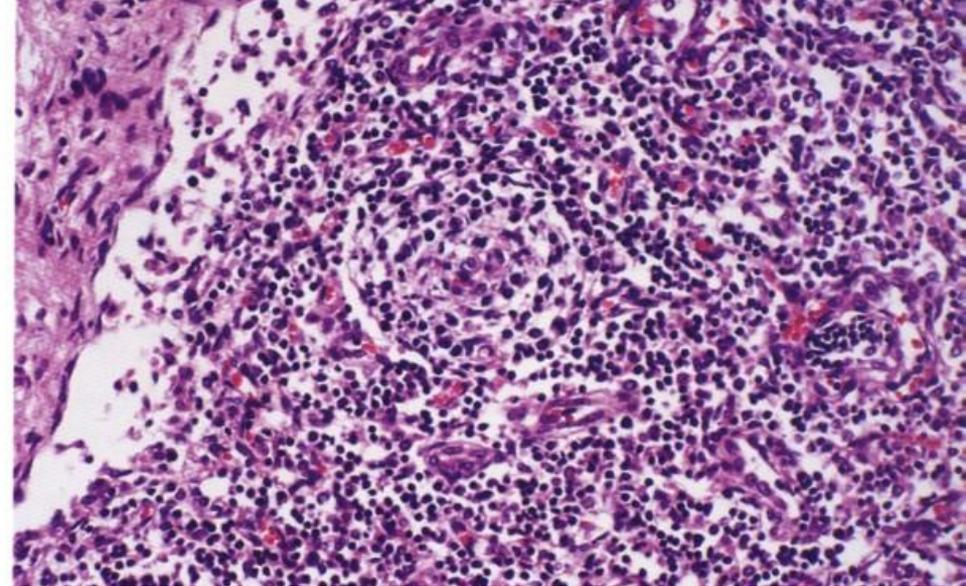
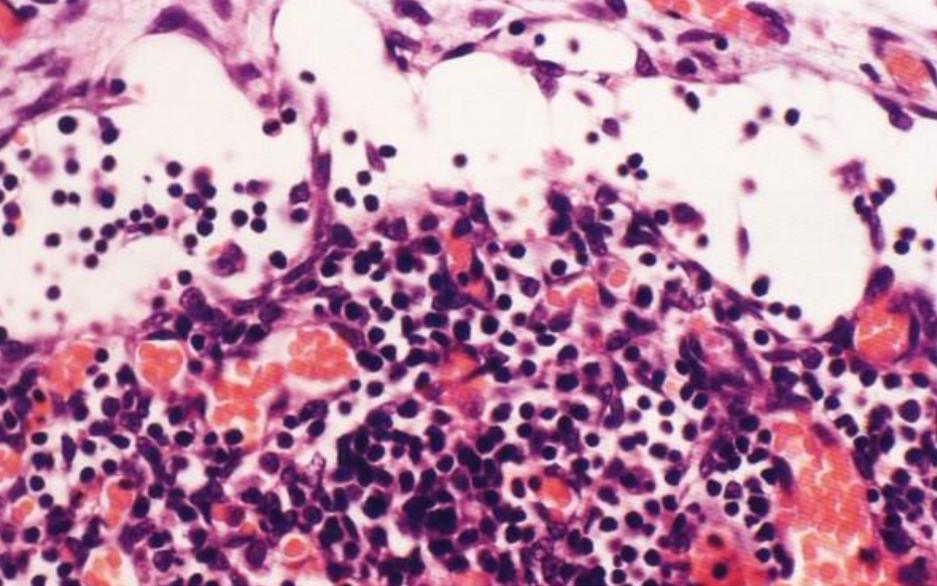
Мезенхимные клетки населяют каждый лимфатический мешок и образуют сеть лимфатических каналов – прообраз лимфатических синусов. Другие мезенхимные клетки дают начало капсуле и соединительнотканной строме.



Развитие лимфатических узлов, 11 недель.

- a) при большом увеличении в лимфузле видны лимфоциты, гранулоциты, немного мегакариоцитов,**
- b) происходящие из костного мозга В-лимфоциты выявляются при окраске на CD20 (клон L26).**

Лимфоциты исходно происходят из первичных стволовых клеток в мезенхиме желточного мешка, а позднее – печени и селезенке. Лимфоциты в конце концов попадают в костный мозг, где они делятся с образованием лимфобластов.



- a) Развитие лимфатических узлов, а - 23 недели, b – 26 недель. b)
- a) Подкапсульный синус хорошо развит, в корковом веществе плотно упакованы малые лимфоциты и кровеносные сосуды.
- b) Первичный фолликул, не содержащий центра размножения. И богатая капиллярная сеть видны на препарате.

Лимфоциты, которые появляются в лимфатическом узле до рождения, происходят из тимуса. Малые лимфоциты покидают тимус и циркулируют в другие лимфоидные органы. Позднее некоторые мезенхимные клетки лимфоузлов дифференцируются в лимфоциты. Лимфоидные узелки не появляются в узелках почти до самого рождения.

Развитие лимфатических узлов

10-13 недель – появление зачатков лимфатических узлов в глубокой шейной, подмышечной, аортальной и подвздошной областях

14-17 недель – образование плодных лимфатических узлов, увеличение в них числа лимфоцитов, образование капсулы и маргинальных синусов, развитие трабекул

22-25 недель - разделение на корковое и мозговое вещество, образование ретикулума в маргинальных и мозговых синусах

26-29 недель - появление лимфоидных узелков в некоторых лимфоузлах

30-33 недель - появление лимфоидных узелков во многих лимфоузлах

38 недель – все лимфоузлы содержат лимфоидные узелки, в синусах и мякотных тяжах появляется небольшое количество тучных клеток

барабанная
полость

язык

7 недель

Развитие миндалин

межтонзил-
лярная щель

небная
миндалина

foramen sesum

наружный
слуховой
проход

лимфоидная ткань

кожа шеи

верхние
паращитовидные железы

нижние
паращитовидные железы

ульtimoбран-
хиальные тела

щитовидная
железа

тимус

Небные миндалины развиваются из 2-ой пары жаберных карманов. Трубные миндалины развиваются из скоплений лимфоидных узелков вокруг глоточных отверстий слуховых (фаринго-барабанных) трубок. Глоточные миндалины развиваются из скоплений лимфоидных узелков в стенке носоглотки. Язычная миндалина развивается из скоплений лимфоидных узелков в корне языка. Лимфоидные узелки развиваются также в слизистых оболочках дыхательной и пищеварительной систем.