

Филогенетическое и онтогенетическое развитие нервной системы



рис. 1
мозг
рыб



рис. 2
мозг
земноводных



рис. 3
мозг
пресмыкающихся



рис. 4
мозг
птиц



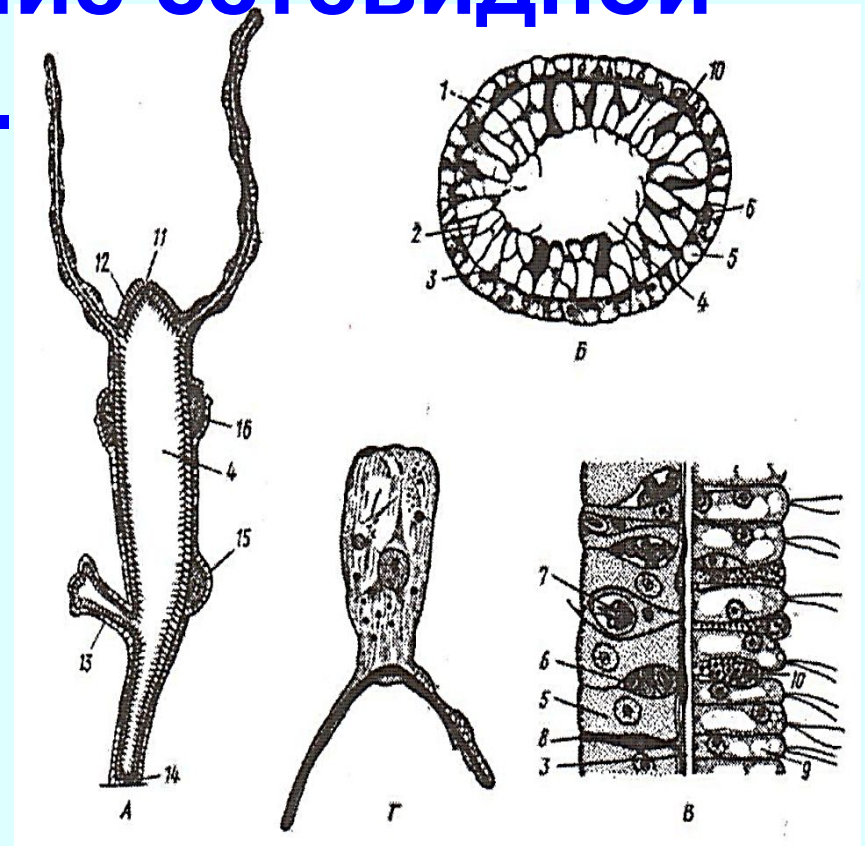
рис. 5
мозг
млекопитающих

- Нервная система, появившаяся у многоклеточных организмов, позволяет управлять системами организма более дифференцированно и с меньшими потерями времени на проведение командного сигнала (стимула).
- Филогенез нервной системы, то есть её эволюционное развитие (греч. «*phylon*» – род), предположительно, происходил в несколько этапов.

I этап – образование сетевидной нервной системы.

Все нейроны у гидры являются мультиполярными и объединяются за счёт своих отростков в единую сеть, пронизывающую всё тело.

При раздражении любой точки тела гидры возбуждается вся нервная система, вызывая движение всего тела.



А - Продольный разрез

Б - Поперечный разрез

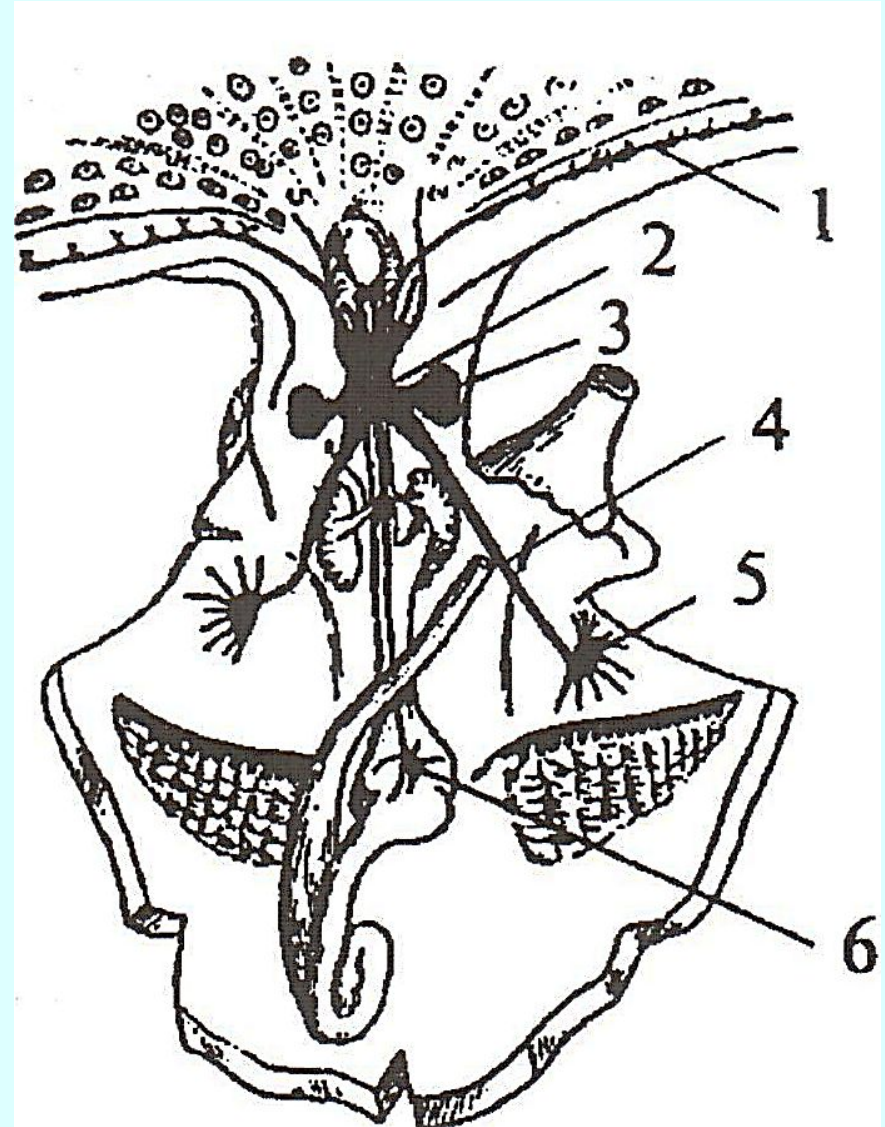
В - участок среза при большом увеличении

Г - Эктодермальная эпителиально-мускульная клетка

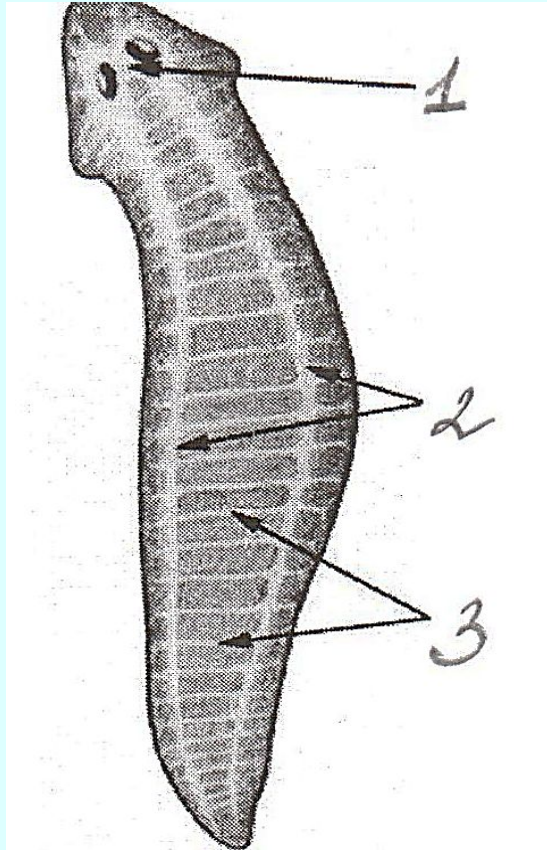
II этап – формирование узловой нервной системы

Радиальная (несимметричная) нервная система у осьминога

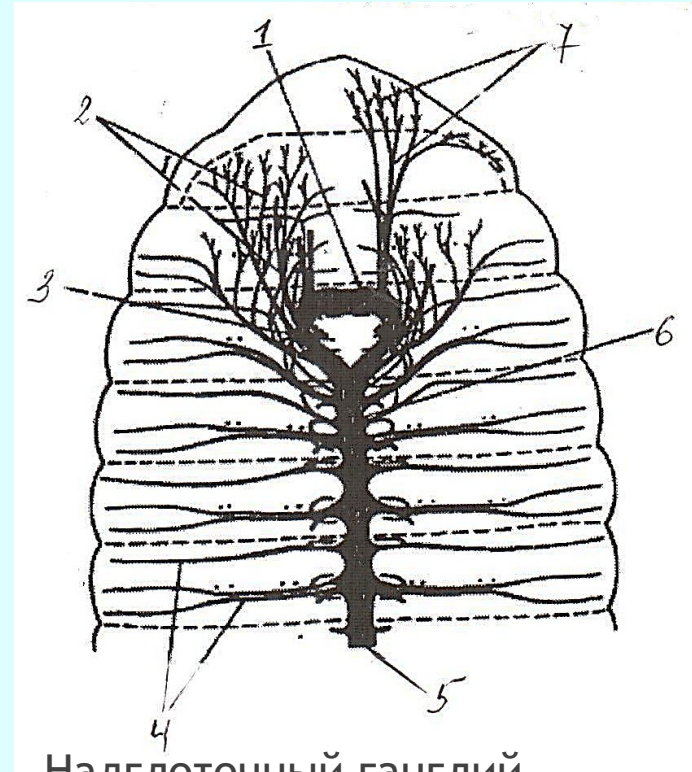
1. Нервные узлы щупалец
2. Мозг
3. Зрительные доли мозга
4. Мантийный нерв
5. Звёздчатый ганглий
6. Желудочный ганглий



Лестничная (симметричная) нервная система у плоских и круглых червей

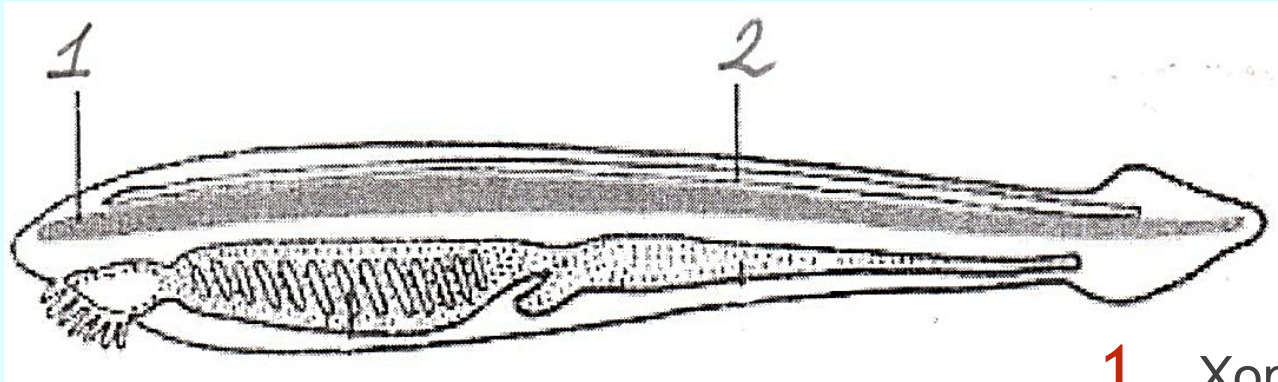


1. Головной нервный узел
2. Продольные нервные стволы
3. Поперечные нервные стволы



1. Надглоточный ганглий
2. Нервы от окологлоточной комиссуры
3. Окологлоточные комиссуры
4. Сегментальные нервы
5. Брюшная нервная цепочка
6. Подглоточный ганглий
7. ...

III этапом является образование трубчатой нервной системы.



1. Хорда

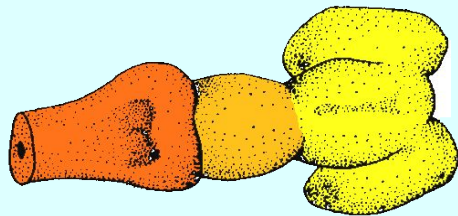
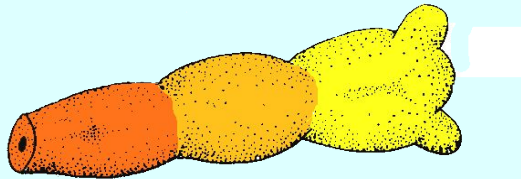
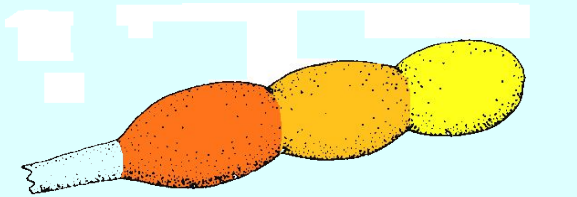
2. Нервная трубочка

Такая ЦНС впервые возникла у хордовых (ланцетник) в виде непрерывной нервной трубки с отходящими от неё сегментарными нервами ко всем сегментам туловища – *туловищный мозг*

IV этап связан с образованием ГОЛОВНОГО МОЗГА.

- Этот процесс называется *цефализацией* (от греч. «*encephalon*» – головной мозг).
- Дальнейшая эволюция ЦНС связана с обособлением переднего отдела нервной трубки, что первоначально обусловлено развитием анализаторов, и приспособлением к разнообразным условиям обитания.
- Филогенез головного мозга, согласно схеме Е. К. Сеппа и соавт. (1950), также проходит несколько этапов.

На первом этапе цефализации



- из переднего отдела нервной трубки формируются три первичных пузыря.
- Развитие заднего пузыря (первичный задний, или ромбовидный мозг, rhombencephalon)
- Задний мозг по мере развития делится на собственно задний мозг (metencephalon), состоящий из моста и мозжечка, и продолговатый мозг (myelencephalon), являющийся переходным между головным и спинным мозгом.

- На втором этапе цефализации произошло развитие *второго первичного пузыря (mesencephalon)* под влиянием формирующегося здесь зрительного анализатора.
- На третьем этапе цефализации формировался *передний мозг (prosencephalon)*
- В последующем передний мозг разделился на *промежуточный* и *конечный мозг (diencephalon et telencephalon)*.

V этап эволюции нервной системы – кортиколизация функций

(от лат. «*cortex*» – кора)

- Кора, сформировавшаяся на этом этапе и выполняющая функцию переработки обонятельной информации, называется **древней корой** (paleocortex, палеокортекс).
- У человека древняя кора представлена в области нижнемедиальной поверхности височной доли, функционально она входит в лимбическую систему и отвечает за инстинктивные реакции

Прозрачная перегородка

Таламус

Мозолистое тело: аксоны, соединяющие правое и левое полушарие

Обонятельная луковица

Эпифиз

Гипоталамус

Ножки мозга

Четверохолмие

Мост

Продолговатый мозг

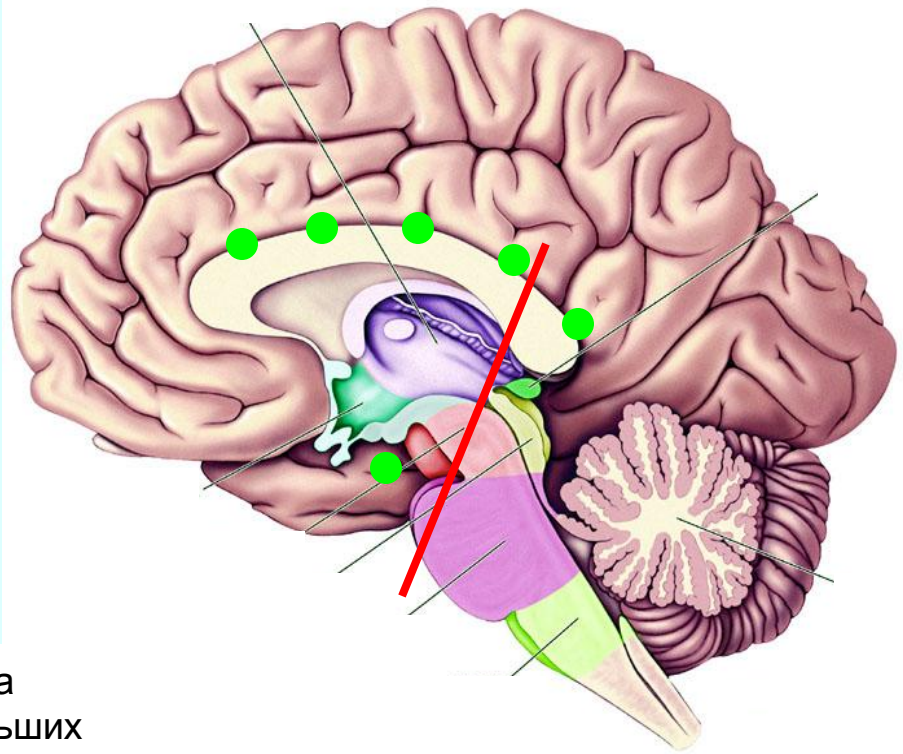
Мозжечок

Кора
больших
полушарий:
древняя,
старая
и новая

Древняя кора: обонятельные структуры
(обонятельная луковица, прозрачная перегородка,
область вокруг передней части мозолистого тела)

- **Старая кора** (*archicortex*, *архикортекс*), как и древняя, состоит только из 2–3 слоёв нейронов.
- У амфибий и рептилий она занимает верхние участки больших полушарий.
- Однако, начиная с примитивных млекопитающих, по мере увеличения новой коры, она постепенно смещается на срединную поверхность полушарий.
- У человека этот вид коры находится в зубчатой извилине и гиппокампе.

Старая кора больших полушарий:
сверху – на границе с мозолистым телом;
внутри височной доли – гиппокамп (центры кратковременной памяти).



Мозолистое тело

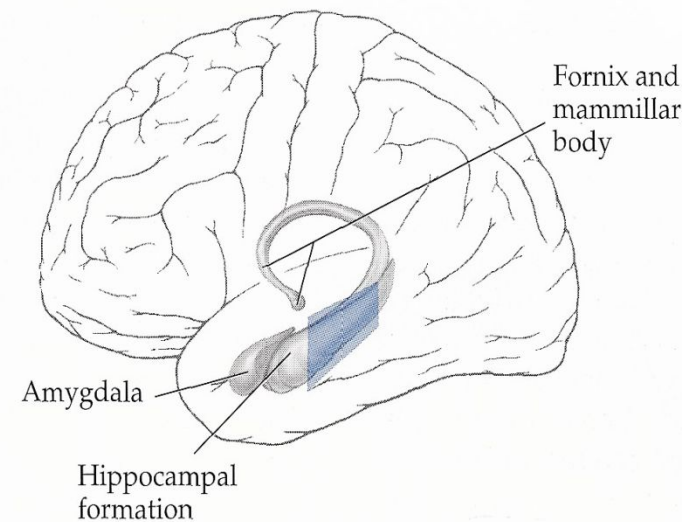
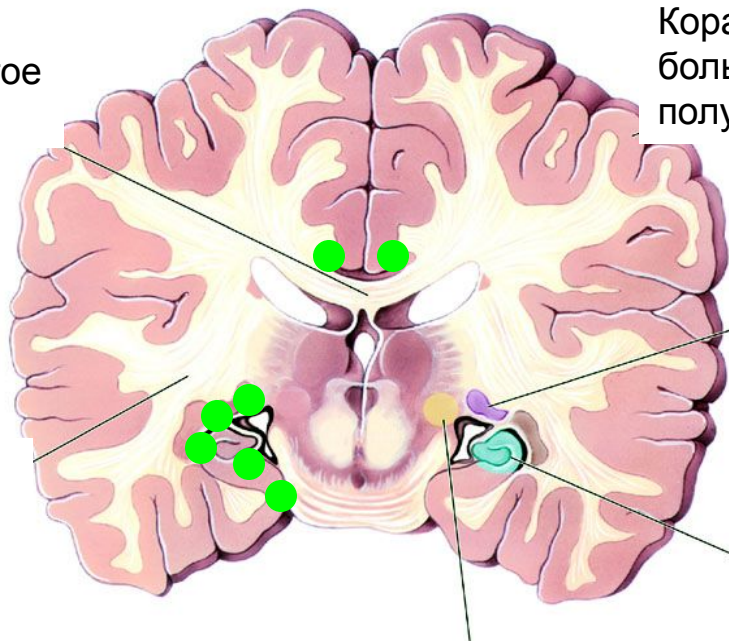
Кора больших полушарий

Задние (зрит.) ядра таламуса

Гиппокамп

Внутриполушарное белое вещество

Задние (слуховые) ядра таламуса



Fornix and mammillary body

Amygdala

Hippocampal formation

- Дальнейшее совершенствование сложных форм поведения связано с формированием **новой коры** (*neocortex*, неокортекс).
- У высших млекопитающих неокортекс покрывает увеличившиеся большие полушария, оттесняя вниз и медиально структуры древней и старой коры.
- Новая кора наиболее развита у человека, её площадь достигает 220 000 мм², при этом две трети площади коры находится в её складках.
- Неокортекс становится центром обучения, памяти и интеллекта, может контролировать функции других отделов мозга, влияя на реализацию эмоциональных и инстинктивных форм поведения.



Минога



Продолговатый мозг

Акула



Мозжечок

Обонятельная доля

Зрительная доля

Треска



Другие доли головного мозга

Лягушка



Крокодил



Гусь



Лошадь



ОНТОГЕНЕЗ

"онтос"- существо, "генезис"- развитие - индивидуальное развитие организма от зачатия до смерти.



Оплодотворение
яйцеклетки



1 сутки
Зигота



3 суток
Морула



5 суток
Бластула



10 суток
Гаструла



3 недели.
Начало органогенеза



5,5 недель.
Длина зародыша 10-15 мм



6 недель.
Регистрируются движения
плода и сокращения сердца



8-10 недель.
Длина плода 10 см.
Все органы сформированы



11 недель.
Продолжается развитие
всех систем организма



12 недель.
Интенсивное развитие
нервной системы



16 недель.
Плод быстро растет, двигает
ручками и переворачивается



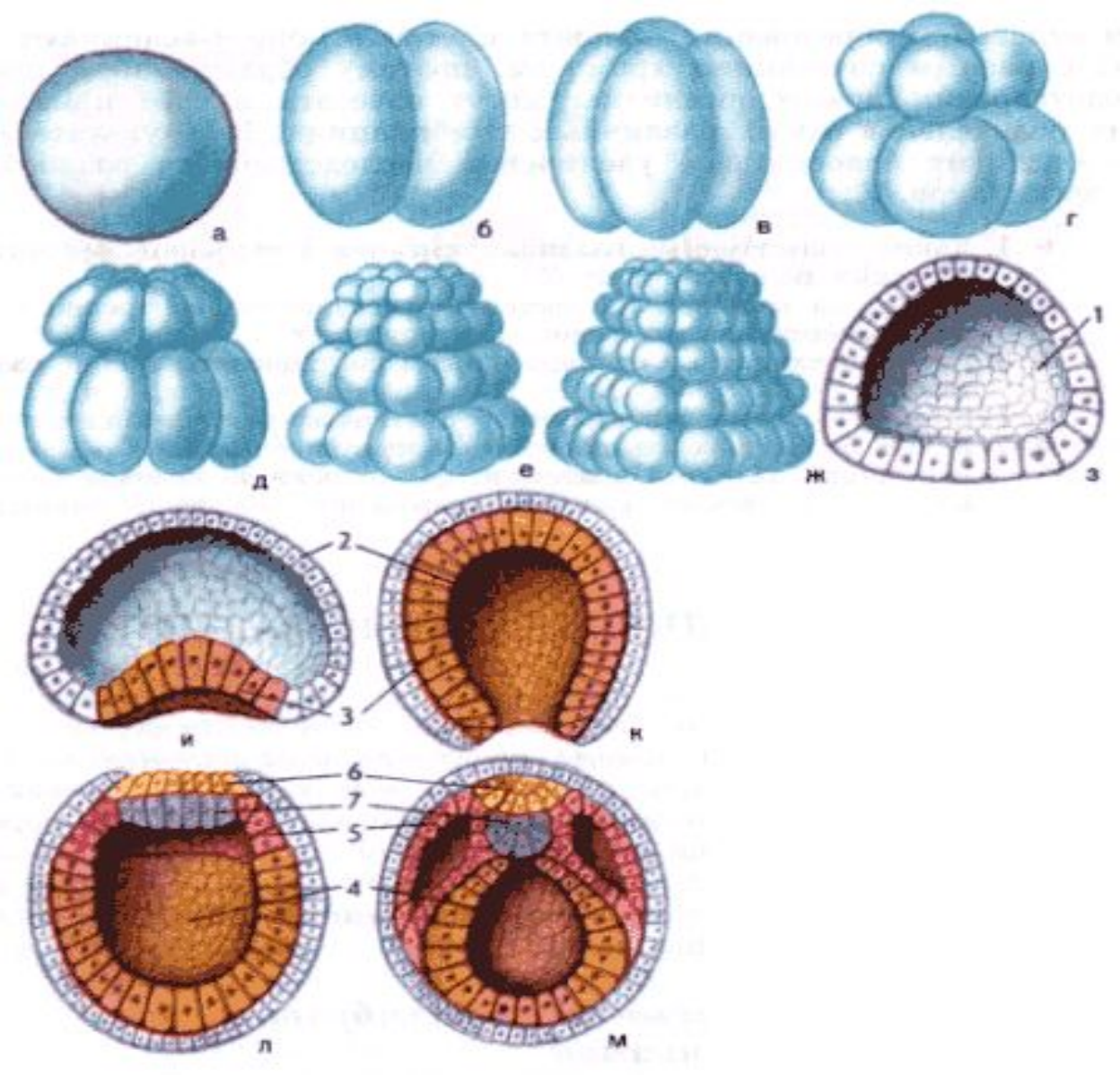
18 недель.
Длина плода 20 см.
Мать ощущает его движения



7 месяцев.
Завершающий период
развития



9 месяцев.
Рождение человека



Дробление и начало развития оплодотворенного яйца ланцетника.

а – оплодотворенное яйцо (зигота);

б-е – стадии 2, 4, 8, 16, 32 бластомеров;

ж – бластула;

з – бластула в разрезе;

и – начало образования гастрюлы;

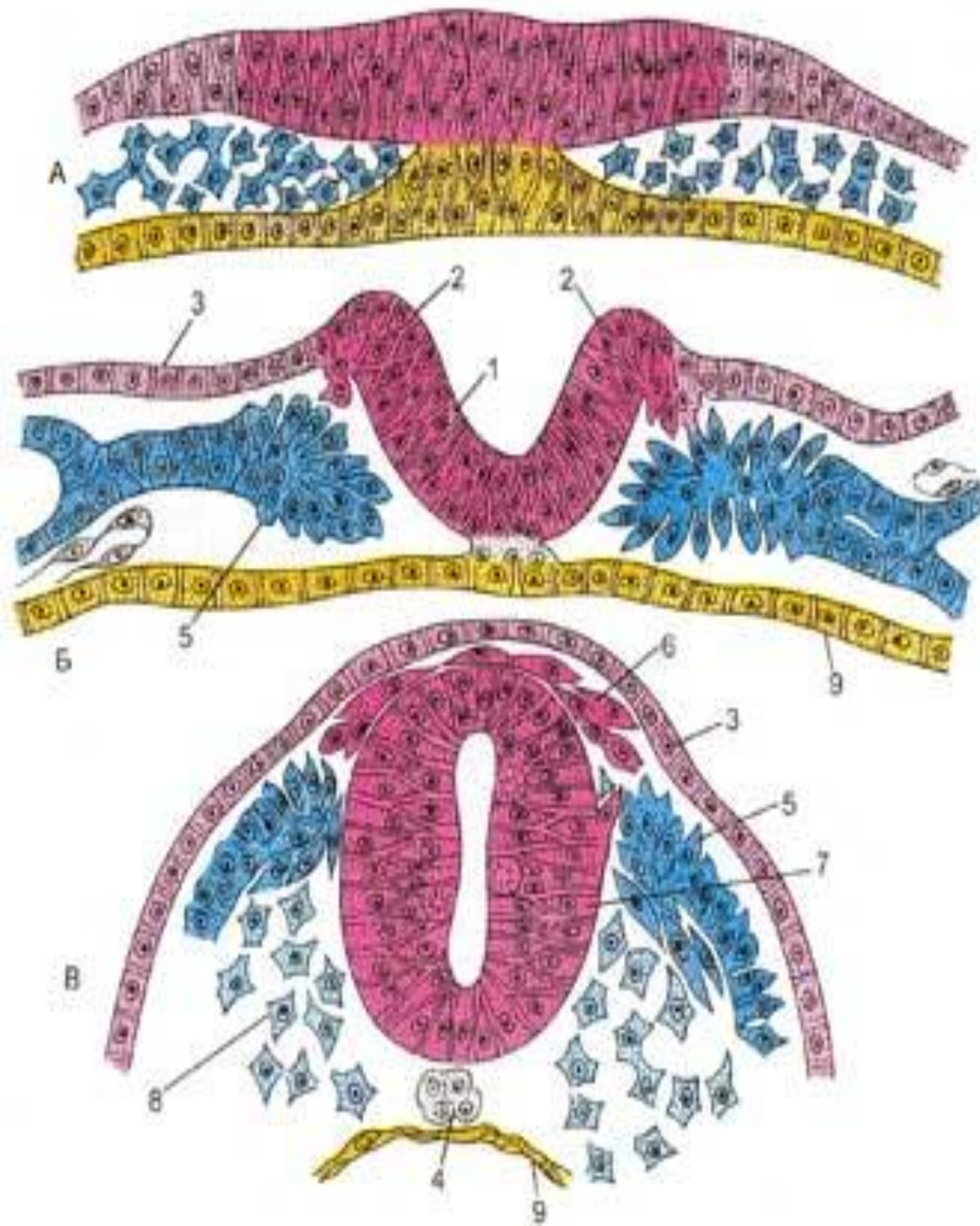
к – гастрюла;

л – ранняя нейрула;

м – нейрула;

1 – бластоцель; 2 – эктодерма; 3 – эндодерма; 4 – полость первичной кишки; 5 – мезодерма; 6 – нервная пластинка; 7 – хорда

- Из клеток наружной части эмбриобласта формируется зародышевый, или эмбриональный диск, который вскоре делится на два листка (слоя) – **энтодерму** (внутренний листок) и **эктодерму** (наружный листок).
- Через некоторое время между ними образуется **мезодерма** (средний листок).
- Из **эктодермы** в последующем образуются нервная ткань, хорда и кожа.
- Из **клеток энтодермы** сформируются дыхательная и пищеварительная трубки.
- Из **мезодермы** будут образовываться мышцы, соединительная ткань, клетки крови, мочеполовая система и части большинства внутренних органов.



Нейруляция (схема).

А — стадия нервной пластинки;

Б - стадия нервного желобка;

В - стадия нервной трубки.

1 - нервный желобок;

2 - нервный валик;

3 - кожная эктодерма;

4 - хорда;

5 - сомитная мезодерма;

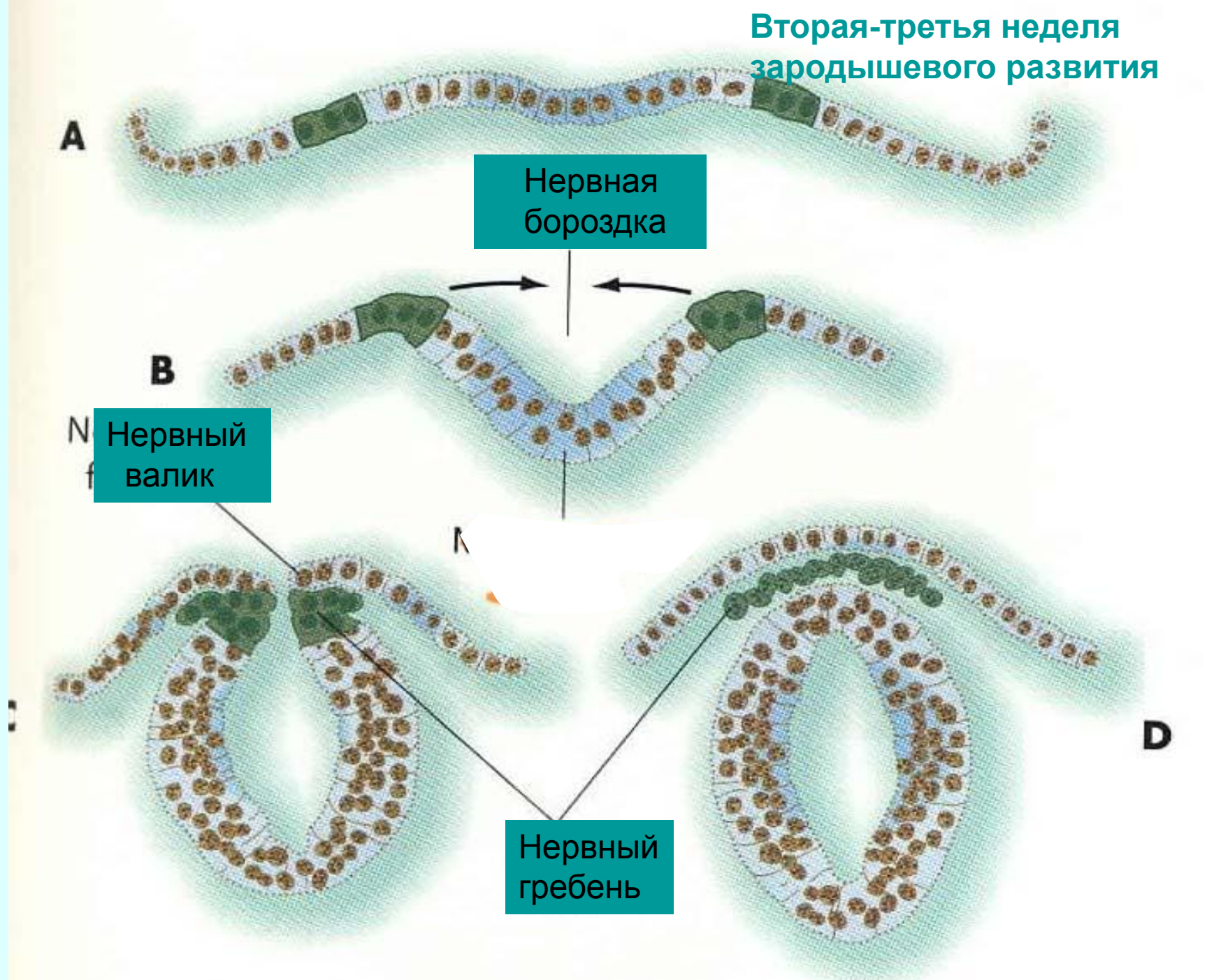
6 - нервный гребень (ганглиозная пластинка);

7 - нервная трубка;

8 - мезенхима;

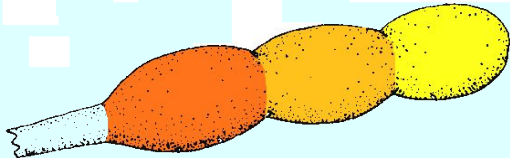
9 - энтодерма.

Вторая-третья неделя
зародышевого развития

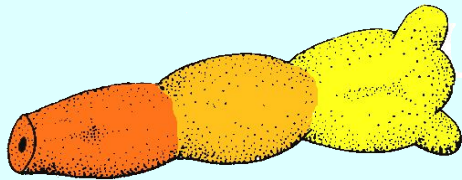


Образование из первичных пузырей *пяти вторичных мозговых пузырей* (стадия пяти мозговых пузырей). Первый и второй вторичные мозговые пузыри образуются за счёт деления на две части переднего первичного пузыря. Из этих пузырей в последующем формируются, соответственно, конечный мозг (полушария мозга) и промежуточный мозг. Третий вторичный мозговой пузырь образуется из неделищегося среднего первичного пузыря. Четвёртый и пятый мозговые пузыри образуются в результате деления третьего (заднего) первичного пузыря на верхнюю и нижнюю части. Из них в последующем образуется собственно задний мозг (мозжечок и мост) и продолговатый мозг.

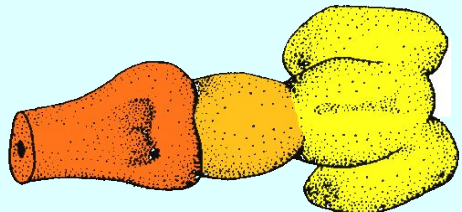
3-4



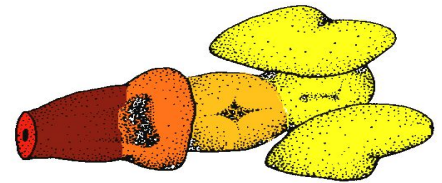
4



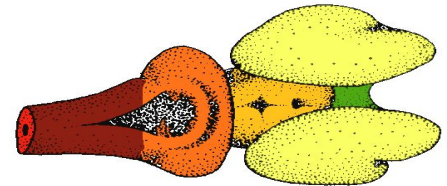
4-5



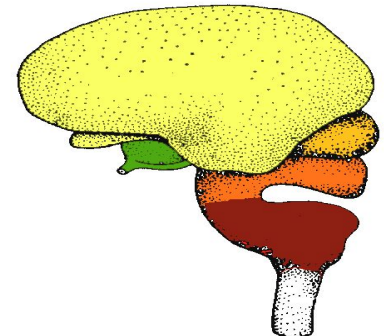
6



8-9



14



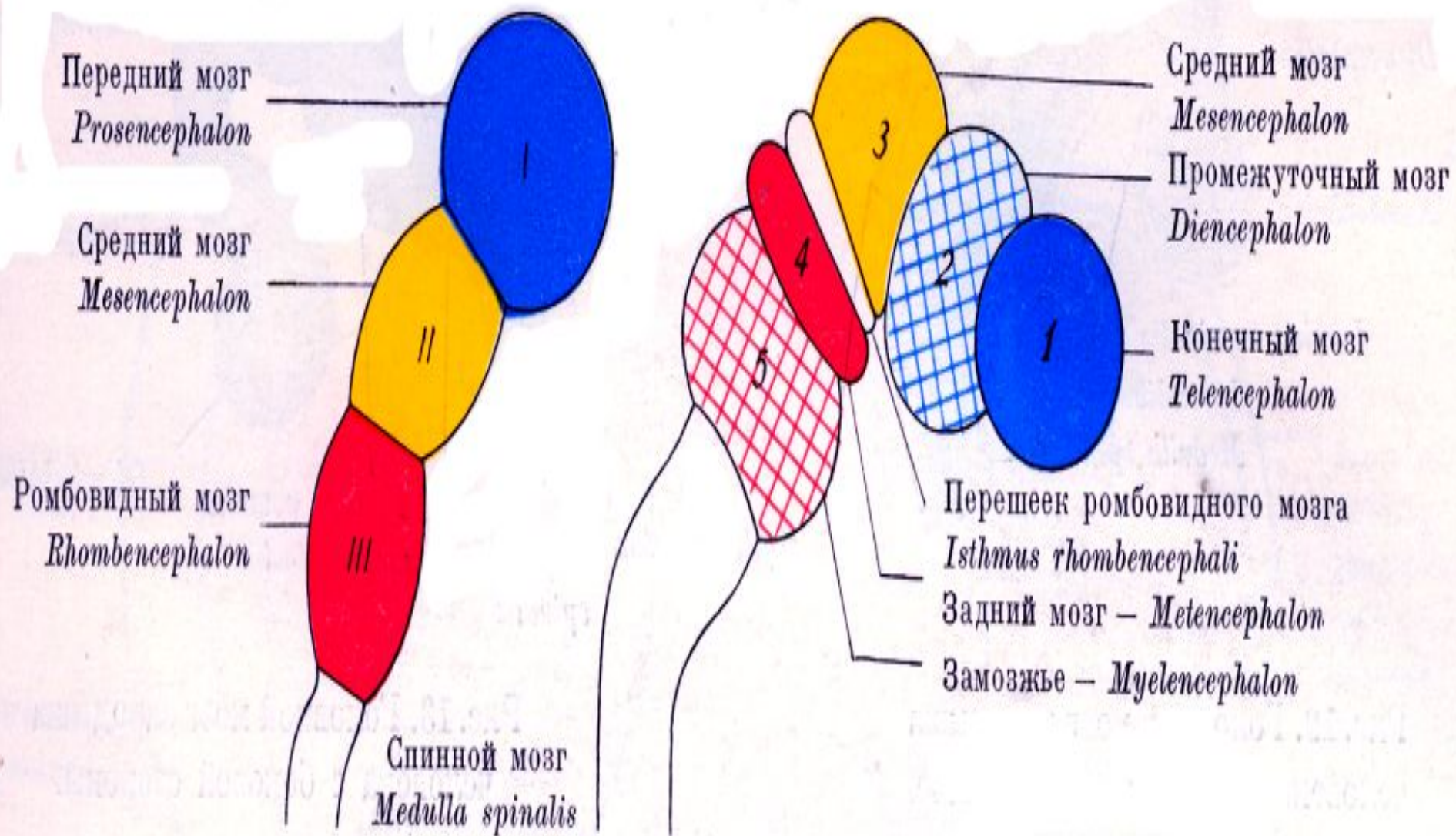
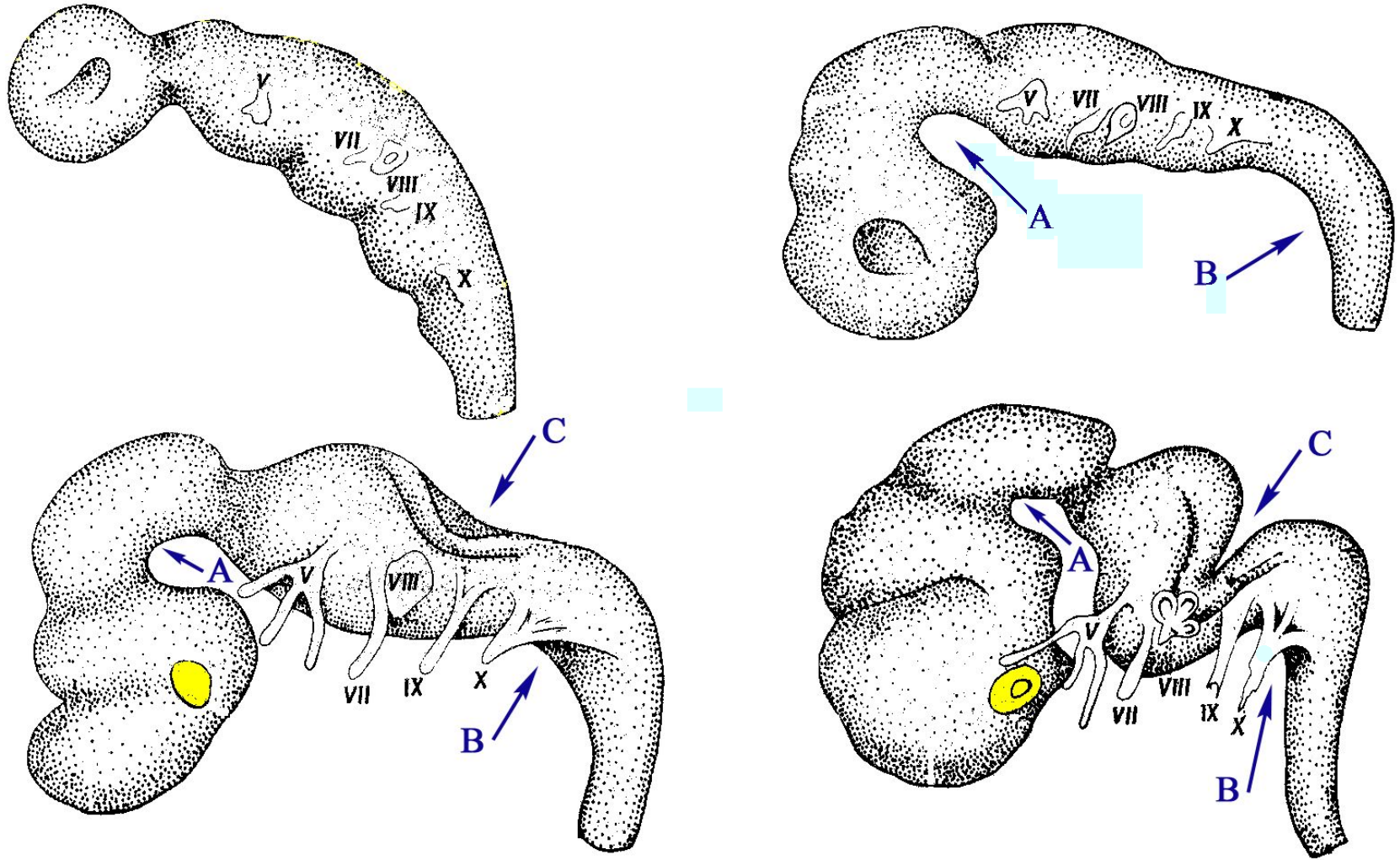


Рис. 8, 9. Образование мозговых пузырей (схема).

- Всего в процессе онтогенеза мозговая трубка изгибается три раза в сагиттальной плоскости.
- Сначала в области среднего мозгового пузыря, рядом с образующимся перешейком мозга, отделяющим передний и средний мозг, формируется выпуклый в дорсальную сторону *головной*, или *теменной изгиб*.
- Затем на границе с зачатком спинного мозга образуется *шейный изгиб*, также выпуклый дорсально.
- Третий, *мостовой изгиб* формируется в области заднего первичного пузыря, его выпуклая сторона обращена вперед (вентрально). Именно этот изгиб делит задний мозг на 4 и 5 вторичные пузыри.

Параллельно образованию пяти мозговых пузырей формируются три мозговые изгиба – первым **среднемозговой** (А, выпуклостью дорсально), затем **шейный** (В, также выпуклостью дорсально), последним – **мостовой** (С, выпуклостью вентрально).



- После деления первичных мозговых пузырей и формирования мозговых изгибов в зачатке мозга человека дифференцируется 5 отделов, из которых в дальнейшем образуются:
 - 1. конечный мозг (telencephalon),
 - 2. промежуточный мозг (diencephalon),
 - 3. средний мозг (mesencephalon),
 - 4. задний мозг (metencephalon),
 - 5. продолговатый мозг (myelencephalon seu medula oblongata).

Конечный
мозг

third ventricle

Третий
желудочек

cerebral
aqueduct

telencephalon

Мозговой
водопровод

fourth ventricle

Четвертый
желудочек

diencephalon

midbrain

pons

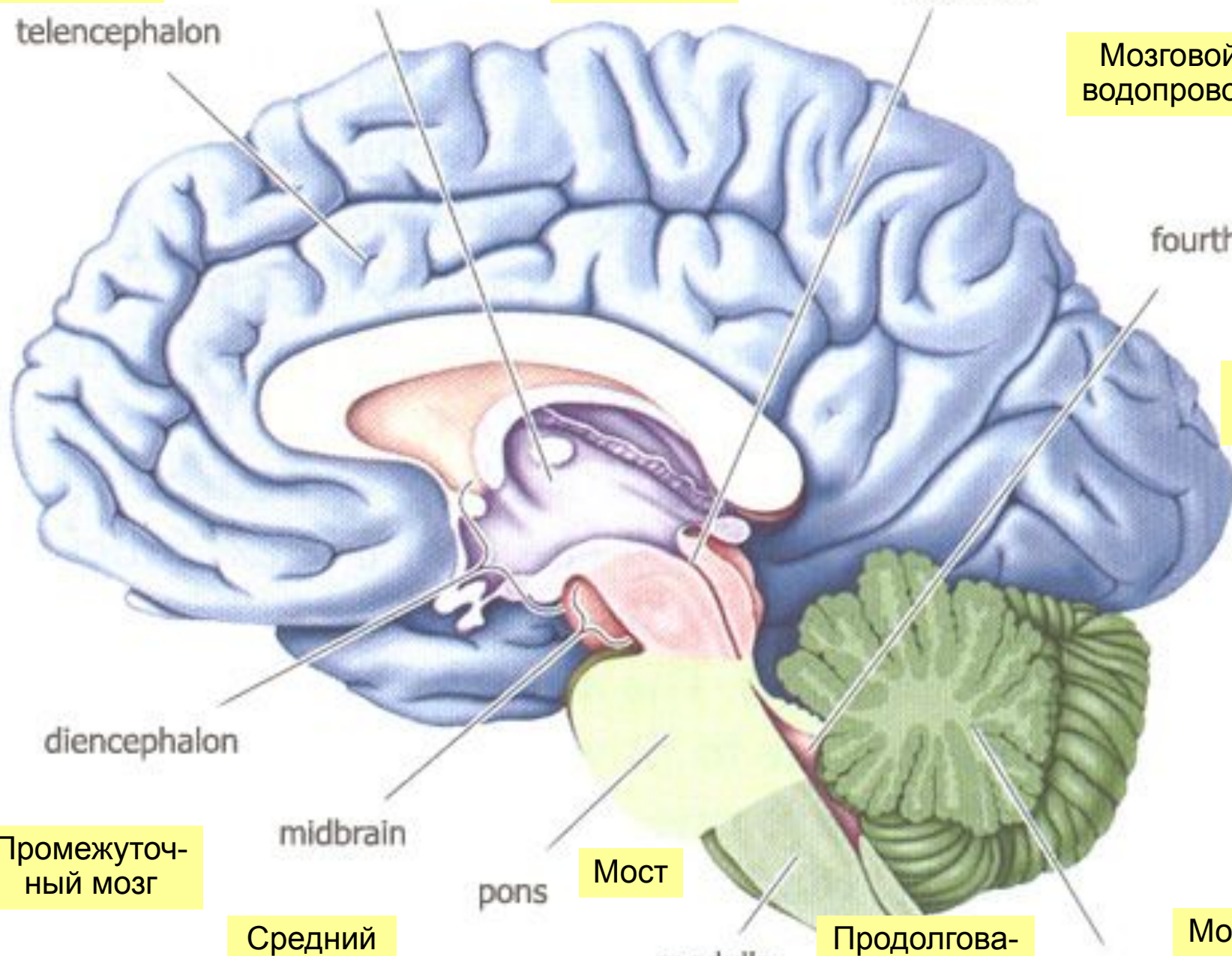
Мост

Средний

Продолгова-

Мозжечок

Промежуточ-
ный мозг



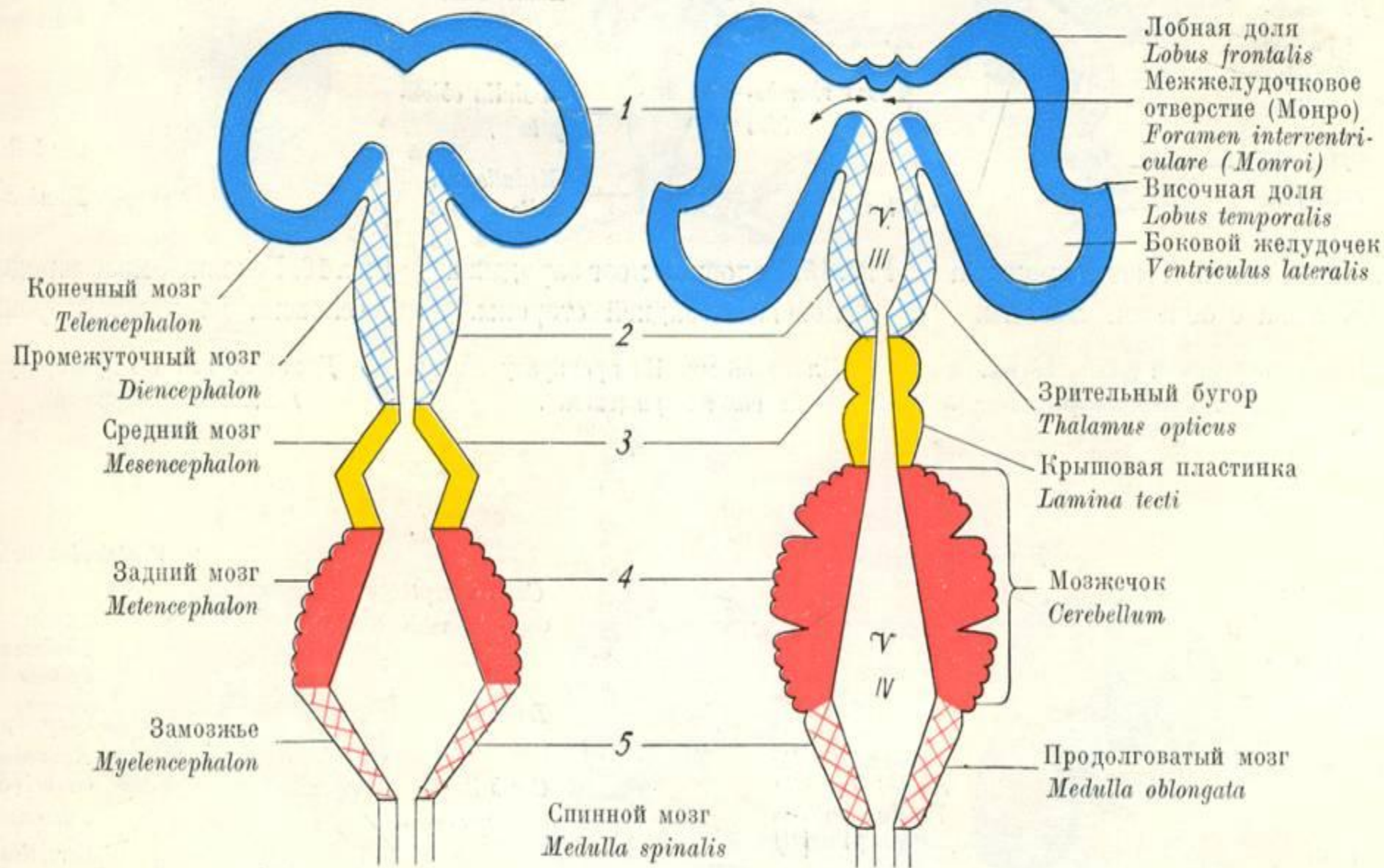
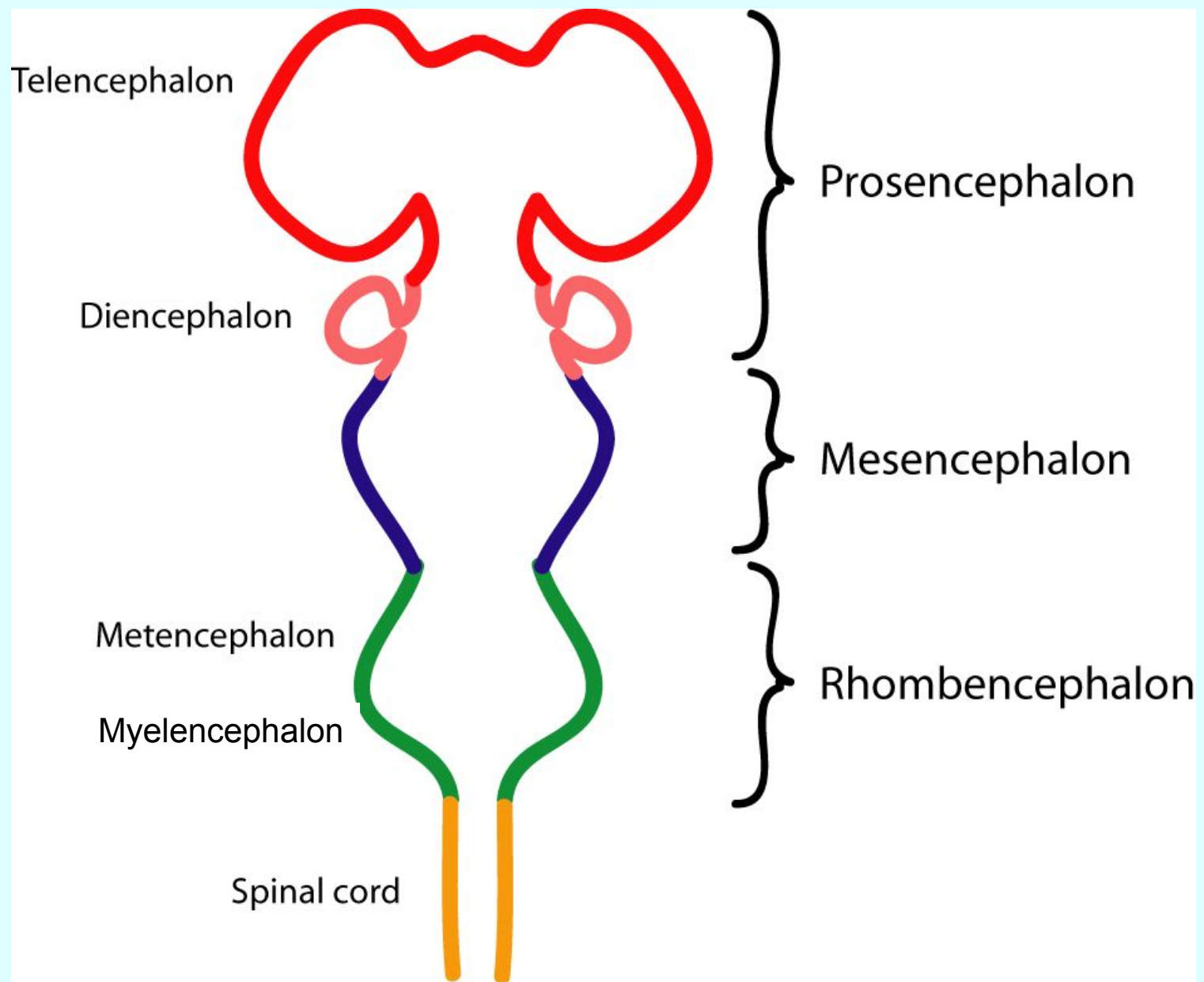
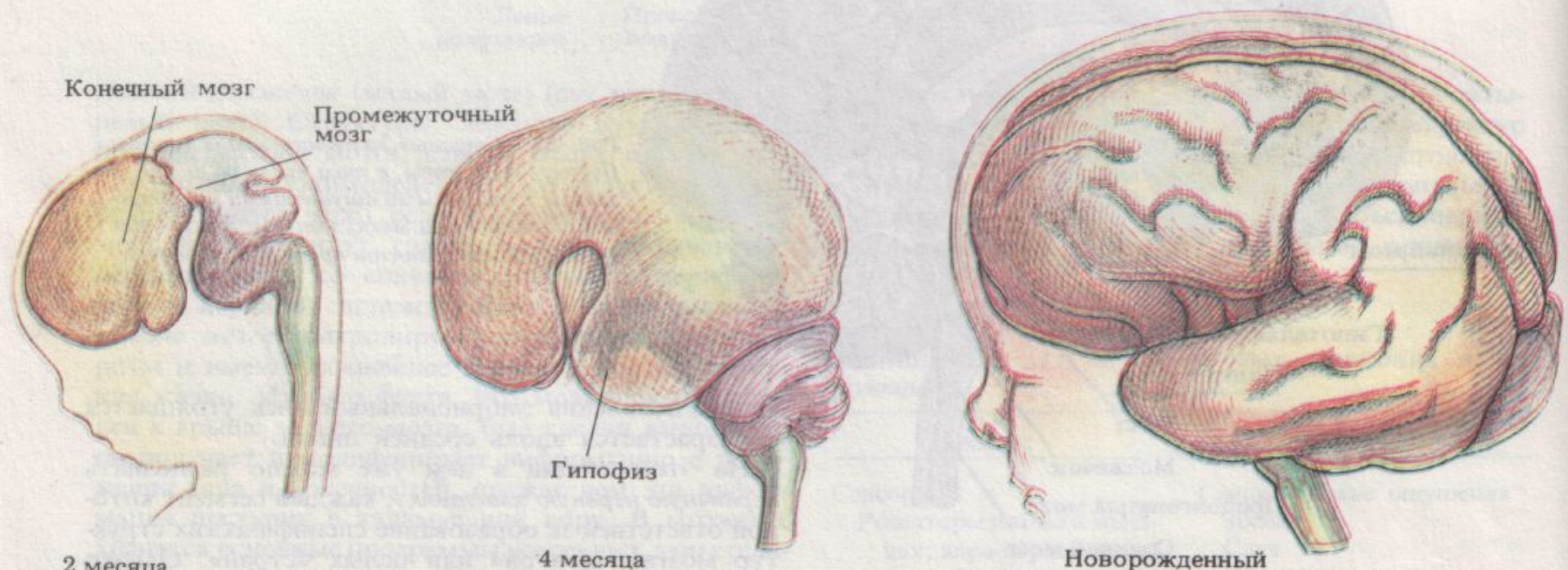
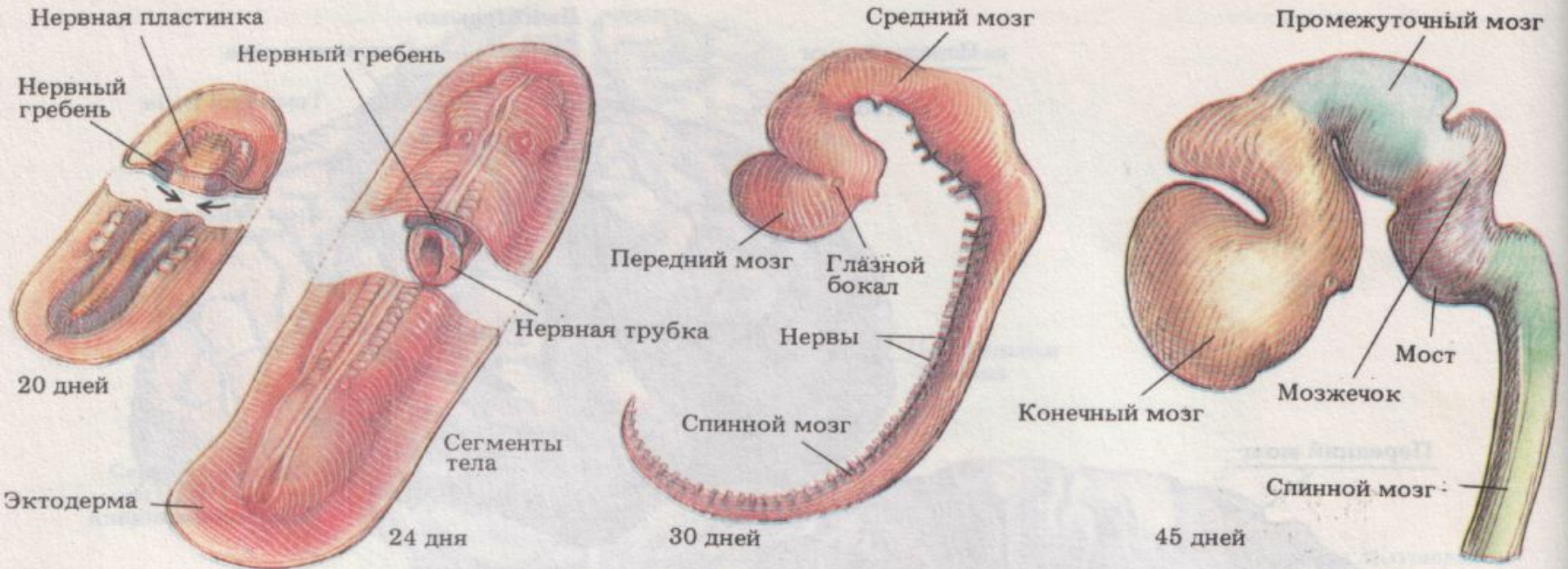
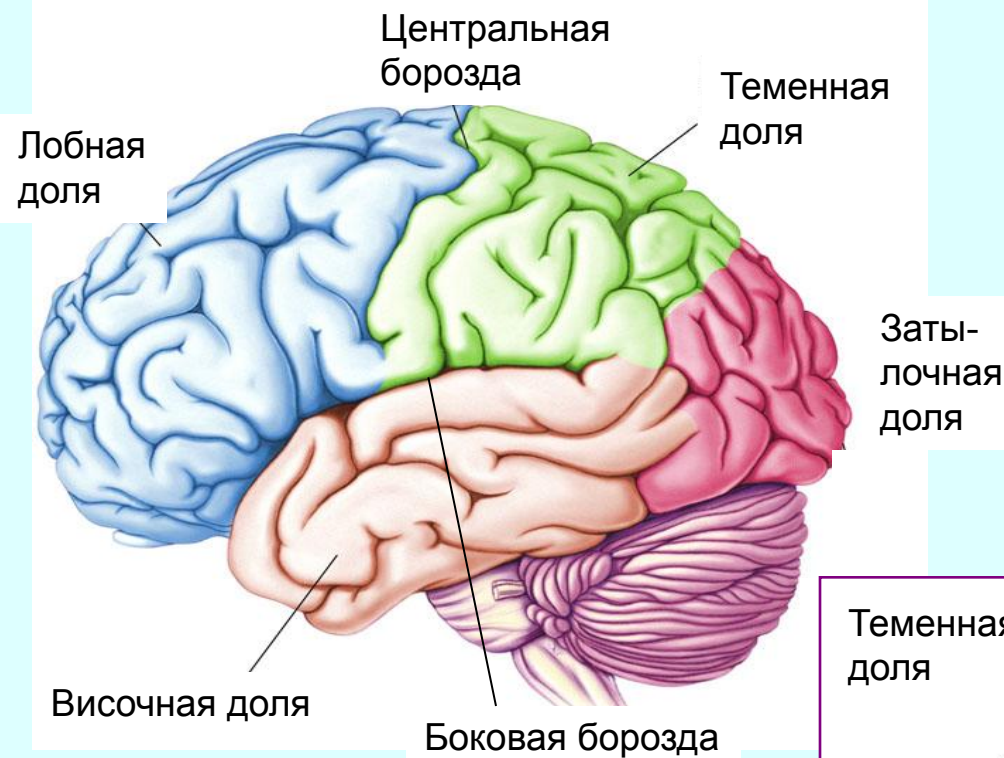


Рис. 10, 11. Образование отделов головного мозга из 5 пузырей (схема).



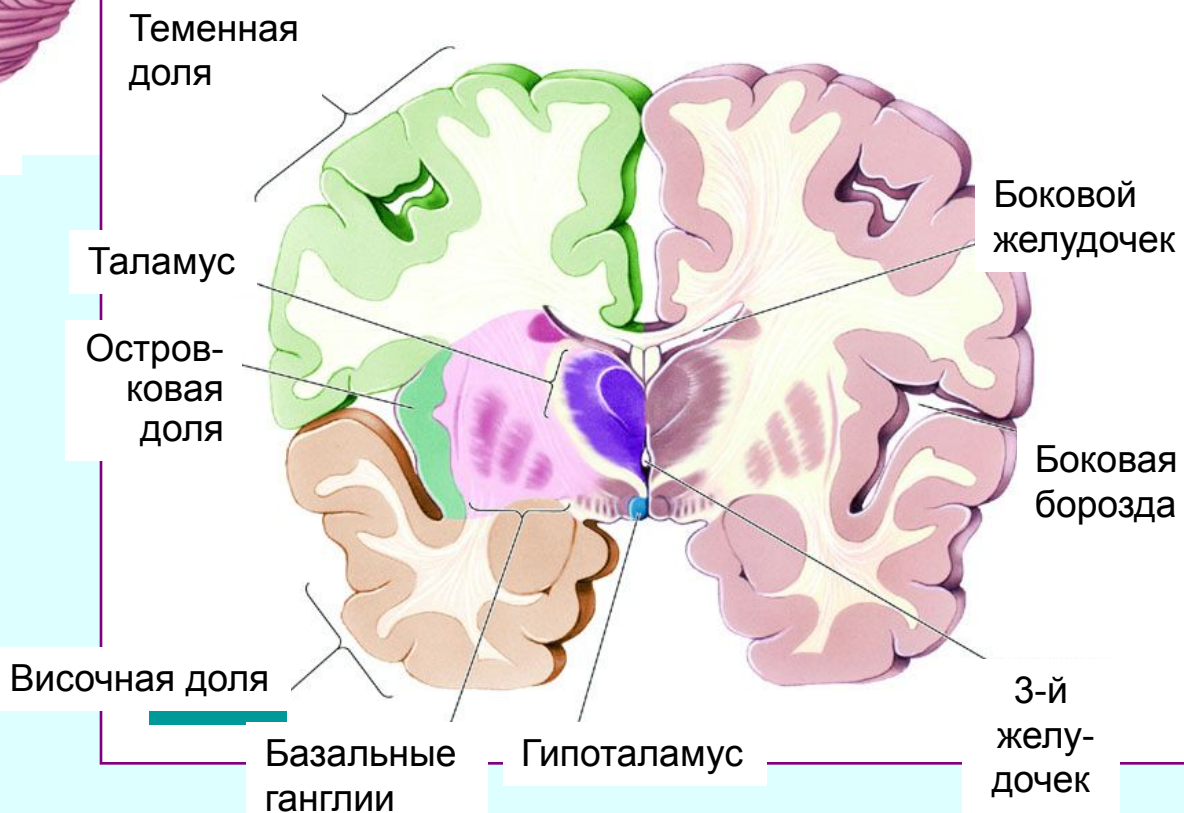
Стадия пяти мозговых пузырей

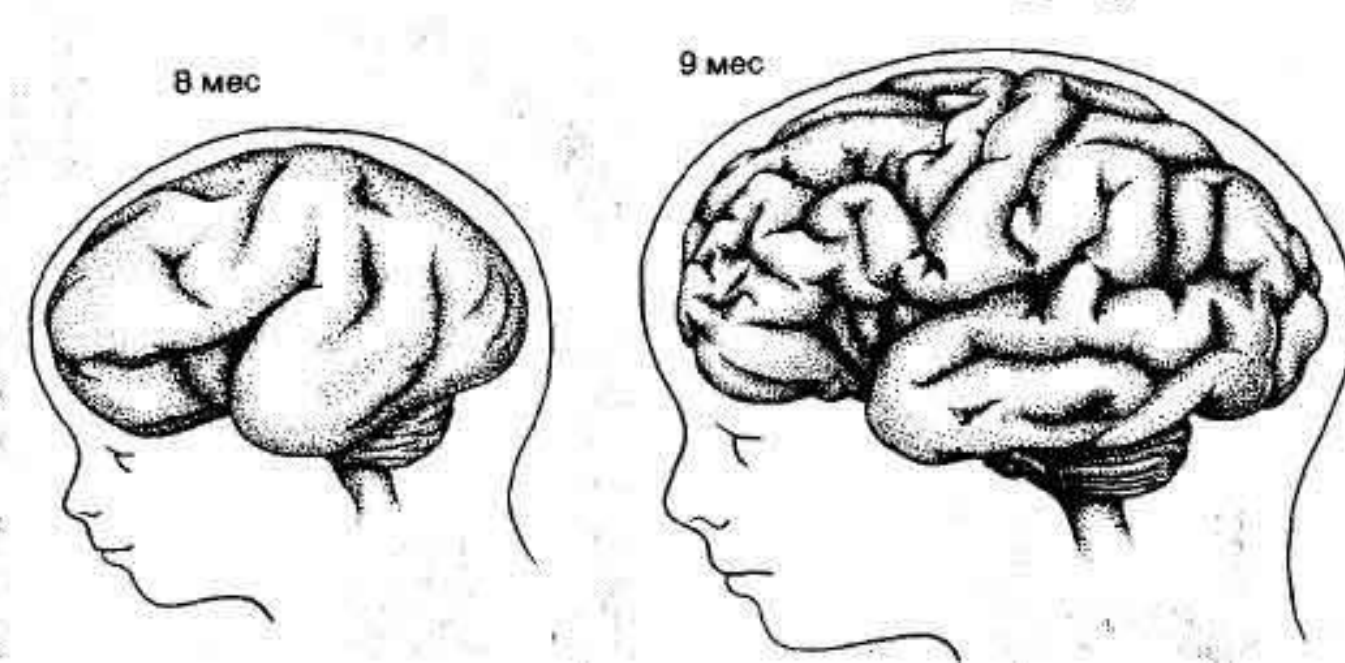
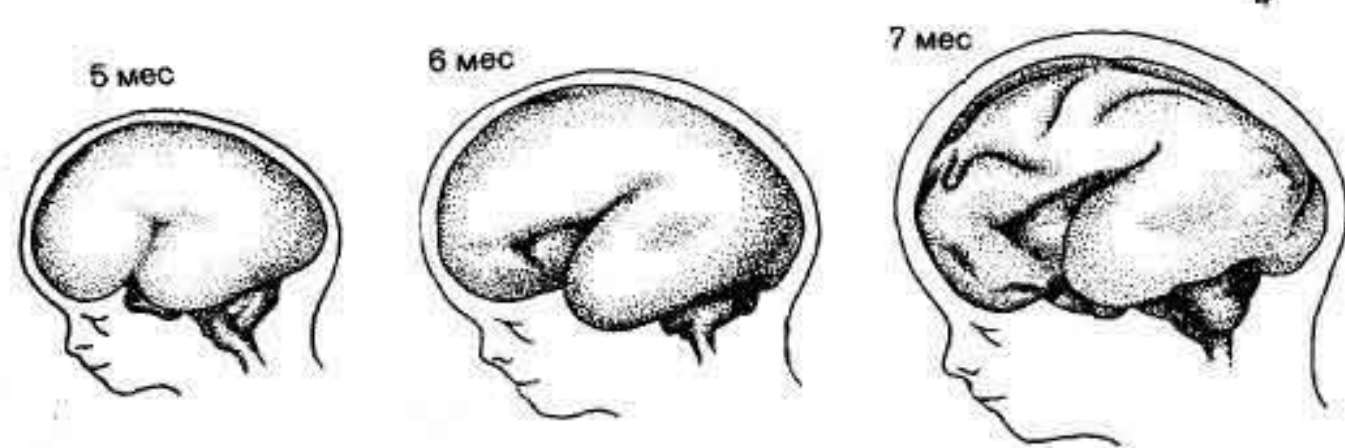
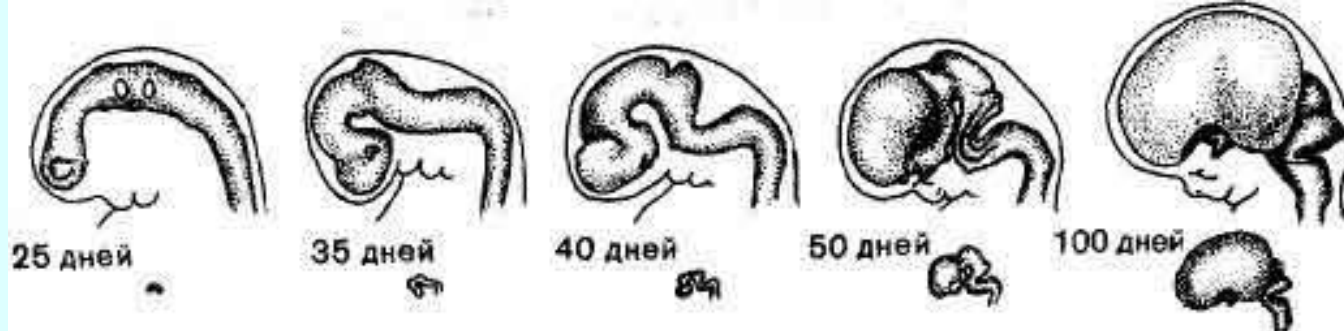




Новая кора больших полушарий:
на боковой поверхности —
две самых крупных
борозды (боковая и
центральная).

Доли новой коры:
височная, лобная,
теменная, затылоч-
ная, островковая
(на дне боковой
борозды),





Вес головного мозга и тела плодов человека (Г. Я. Михайлец, 1952)

К гл. VI, § 2

Возраст (в лунных месяцах)	Вес мозга (в г)			Вес тела (в г)	Прирост (в %)		Вес мозга (в % от веса тела)
	минимум	максимум	средняя арифмети- ческая		мозг	тело	
2	2,5	2,8	2,6	6,0	—	—	43,3
3	4,0	16,8	12,0	31,0	416,7	361,5	38,7
4	14,5	54,0	29,0	121,0	290,3	141,7	23,9
5	29,5	83,4	50,8	320,0	164,4	75,1	15,9
6	63,0	130,0	87,4	650,0	103,1	72,1	13,4
7	88,0	187,0	138,0	1420,0	118,5	58,8	9,8
8	158,0	241,0	189,0	1660,0	16,9	37,6	11,5
9	125,0	337,0	247,0	2360,0	42,2	28,0	10,4
Ново- рожденные	239,0	506,0	378,2	3365,0	42,6	53,2	11,2

**Рост объема, веса головного мозга и емкости черепа у человека
после рождения («Биологические таблицы», 1941)**

К гл. VI, § 2

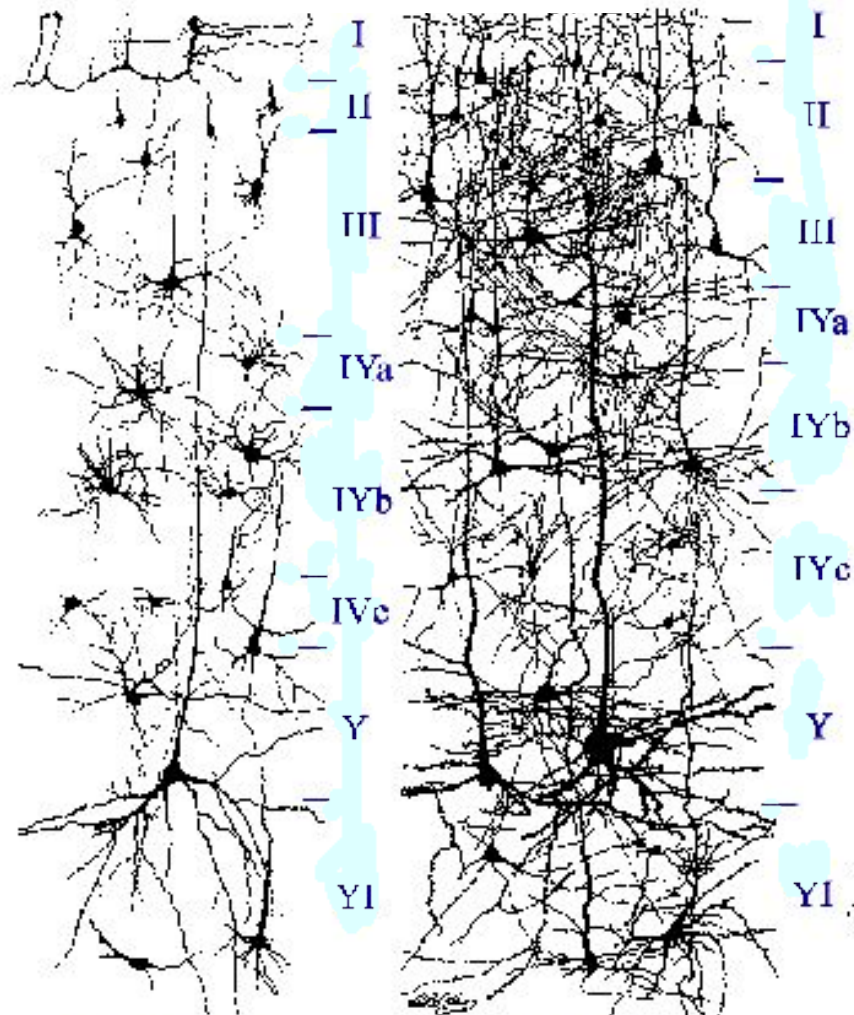
Возраст	Объем мозга (в см ³)	Вес мозга (в г)	Емкость черепа (в см ³)
Новорожденные	330	350	350
3 месяца	500	526	600
6 месяцев	575	656	775
9 »	675	750	925
1 год	750	825	1000
2 года	900	1010	1100
3 »	960	1115	1225
4 »	1000	1180	1300
6 лет	1060	1250	1350
9 »	1100	1307	1400
12 »	1150	1338	1450
20 »	1200	1378	1500

Дендритное дерево
с годами развивается.
Последний рисунок –
нейрон взрослого,
предпоследний –
двухлетнего ребенка



Развитие дендритного дерева

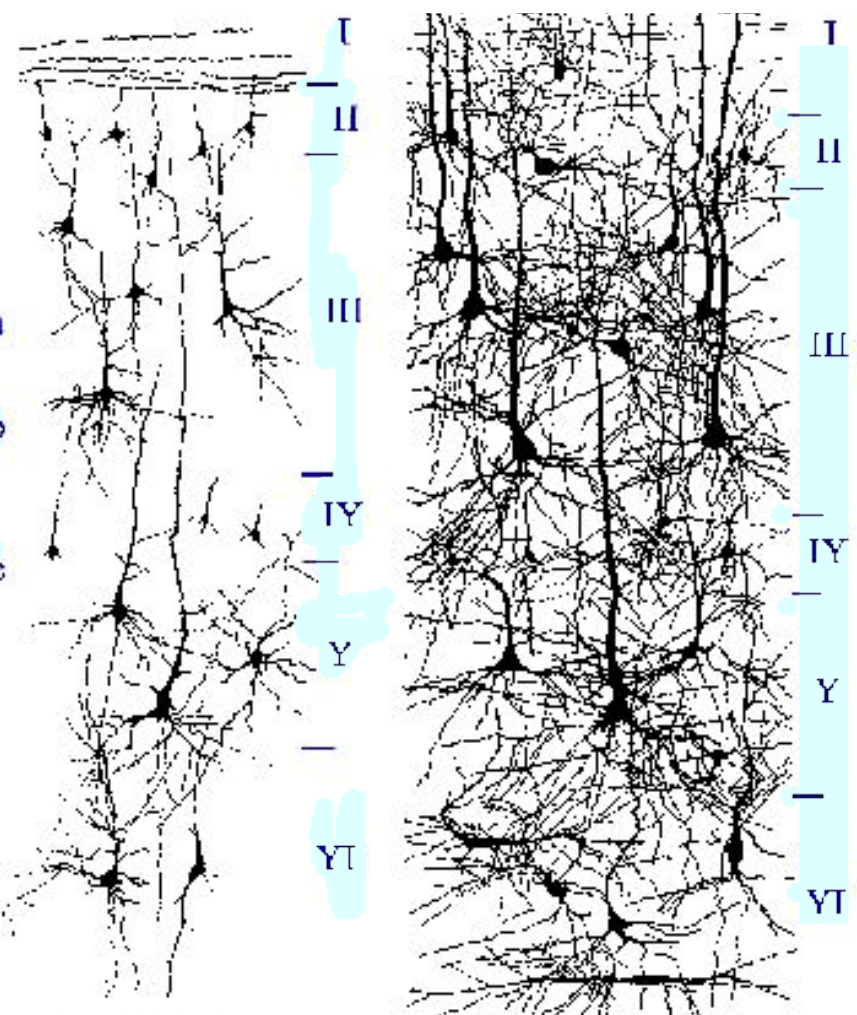
Зрительная кора



Новорожденный

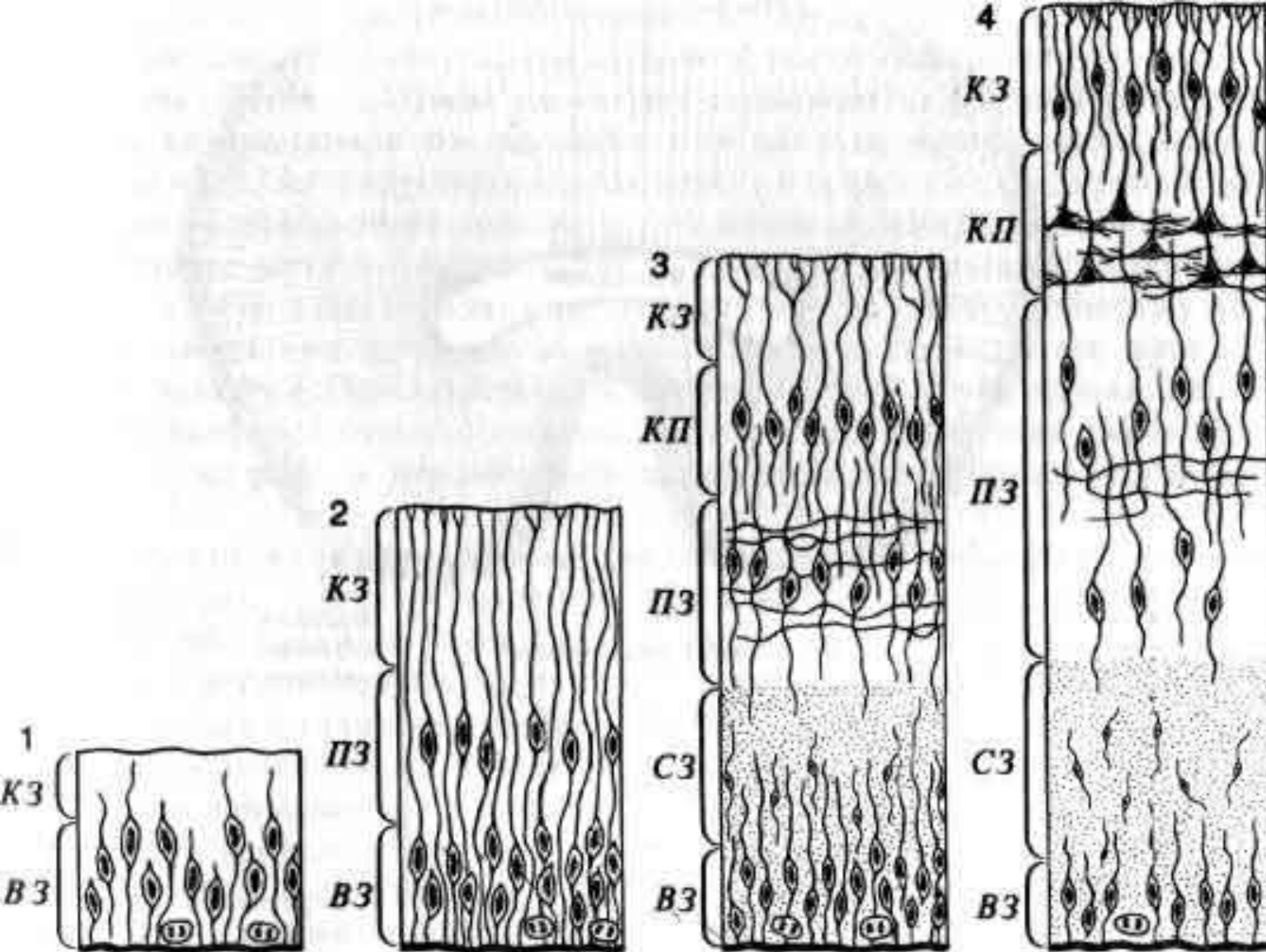
2 года

Теменная ассоциативная кора



Новорожденный

2 года



Постепенное утолщение стенки мозга. ВЗ – вентрикулярная зона, КЗ – краевая зона, ПЗ – промежуточная зона, СЗ – субвентрикулярная зона (вторичная зона размножения); КП – корковая пластинка (будущая кора больших полушарий)