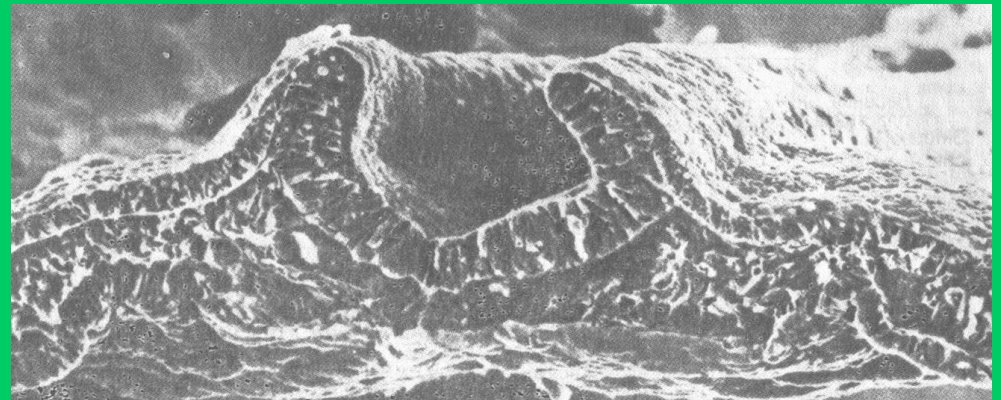


РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДНЫХ ЭКТОДЕРМЫ

лекция 11



Производные эктодермы (клеточные типы):

- клетки нервной трубки
- клетки эпидермиса кожи
- клетки нервного гребня

Нейруляция – трансформация плоского слоя эктодермальных клеток в полую *нервную трубку*

Формирование нервной трубки инициируется действием хордомезодермы – **первичная эмбриональная индукция**

Формирование головного и спинного мозга – **органогенез** (образование специфических тканей и органов)



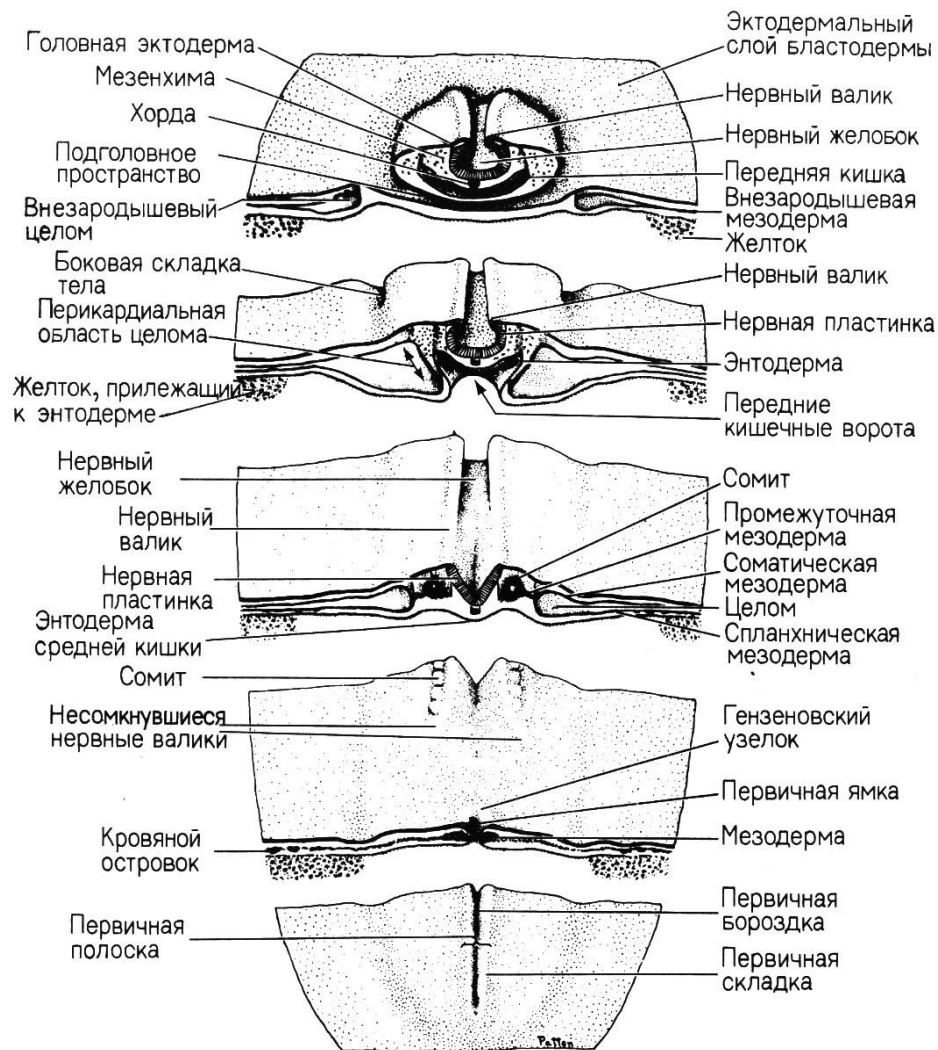
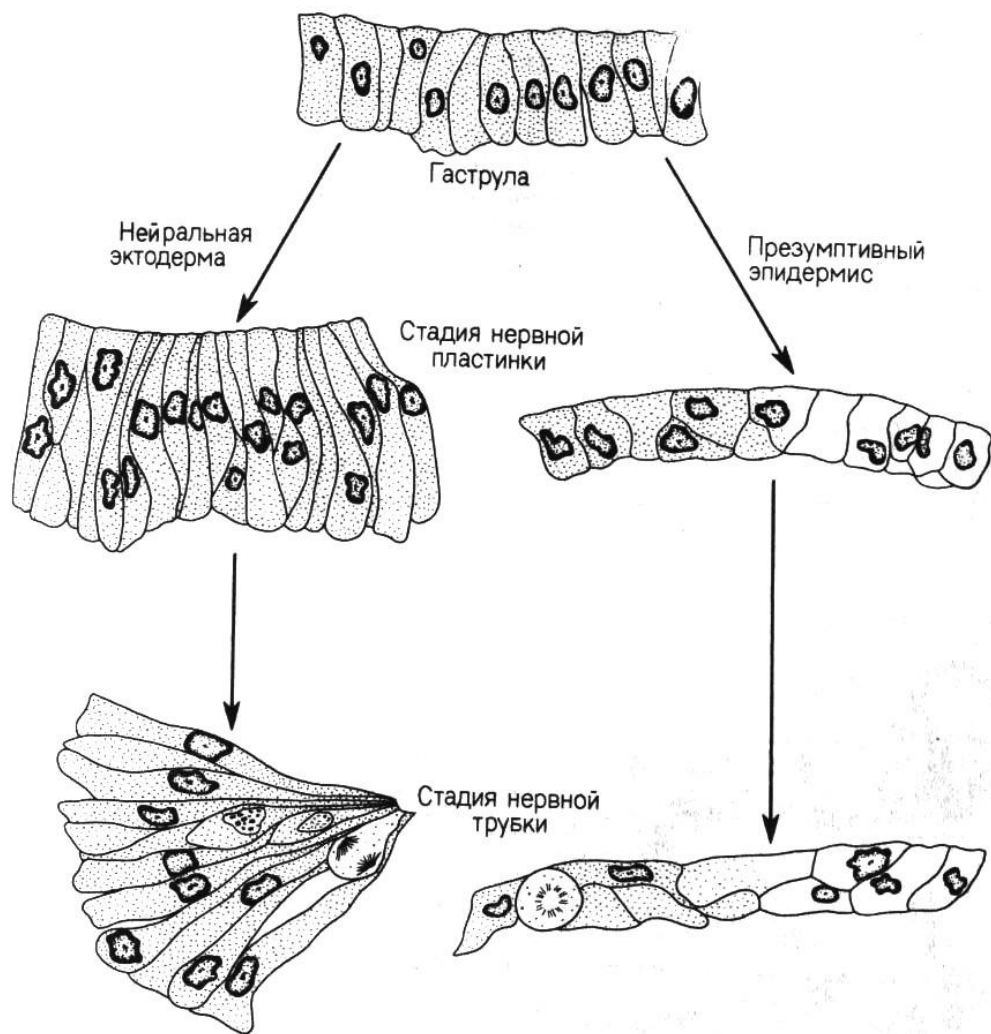
Схема образования нервной трубки

Клетки, предшественники нервного гребня обозначены черным цветом, клетки, предшественники нервной трубки обозначены белым цветом, клетки, предшественники эпидермиса обозначены серым цветом.

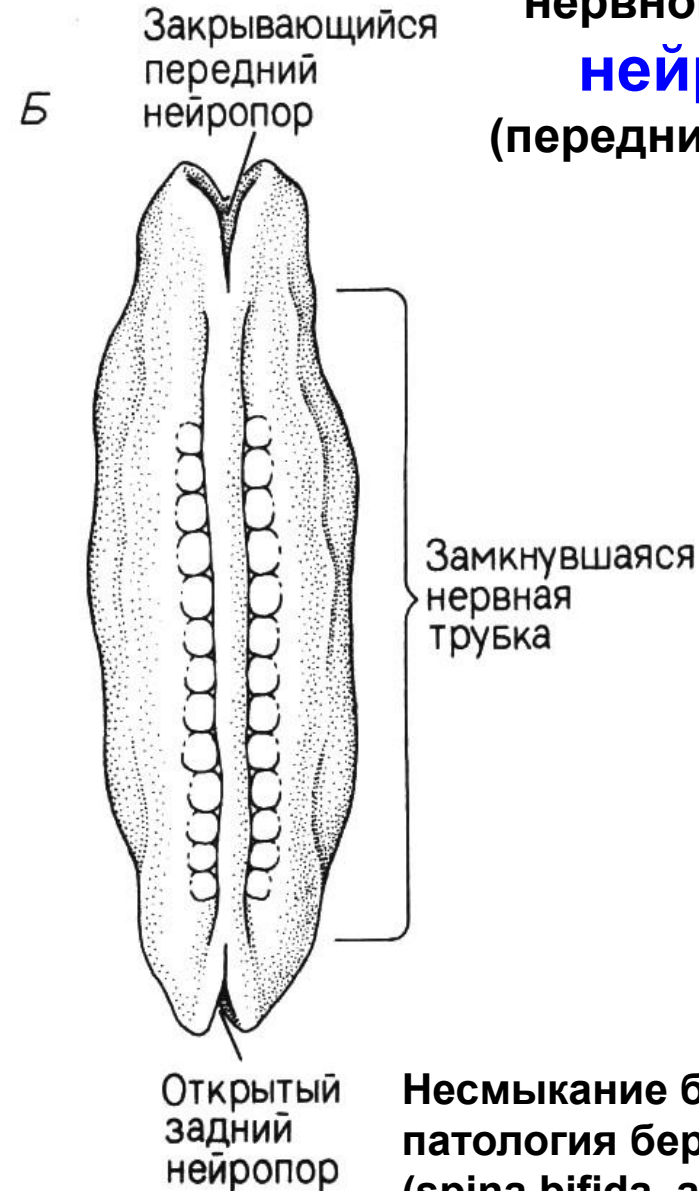
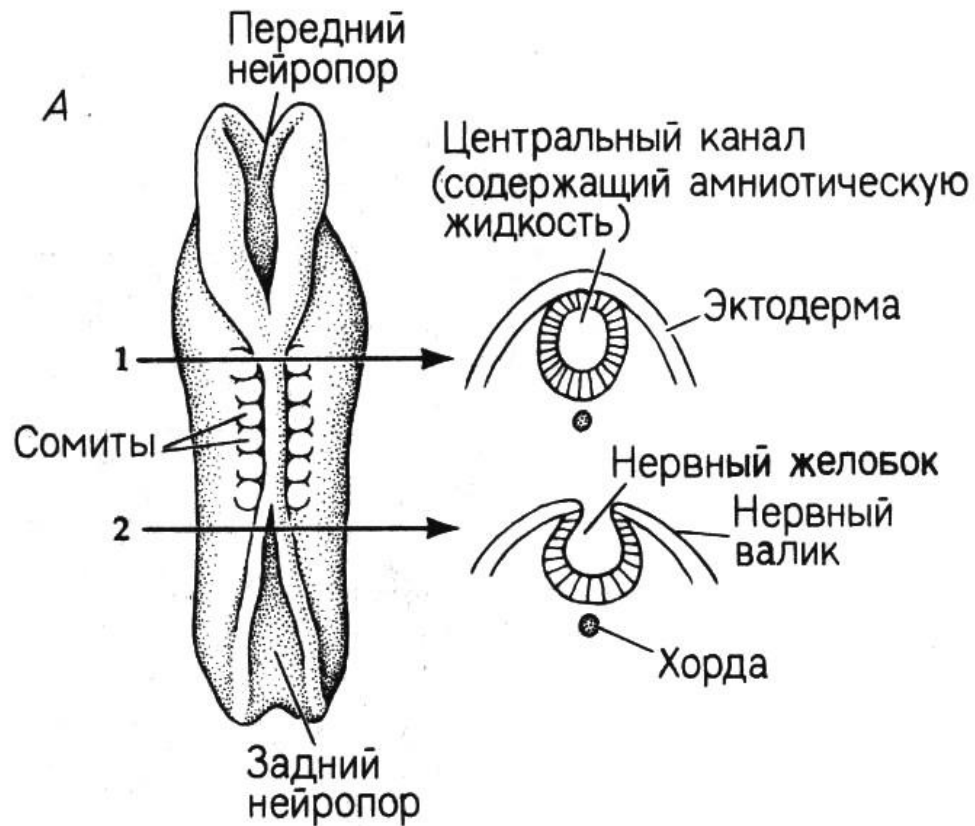
Нейруляция

Изменение формы эктодермальных клеток – сигнал и маркер нейруляции

Формирование нервной трубки происходит неодновременно по всей эктодерме



Нейруляция (зародыш человека)

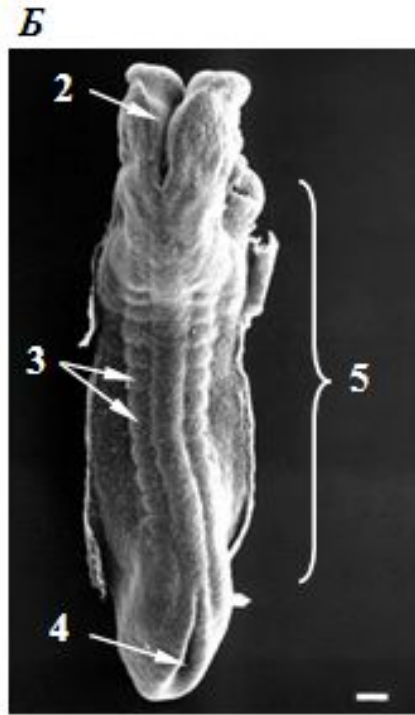
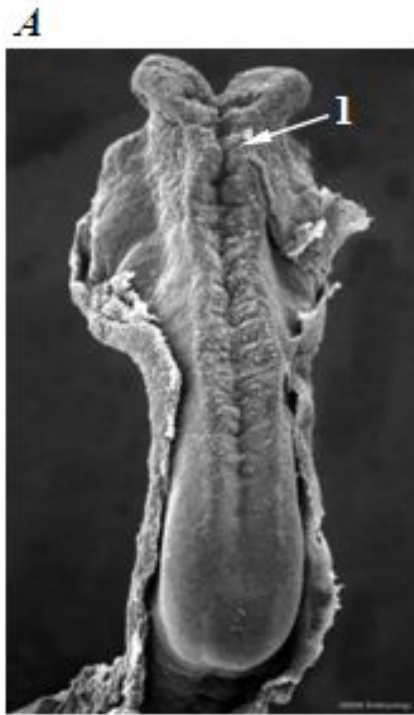


Открытые концы
нервной трубки –
нейропор
(передний и задний)

**А – начало нейруляции,
Б – стадия поздней
нейрулы**

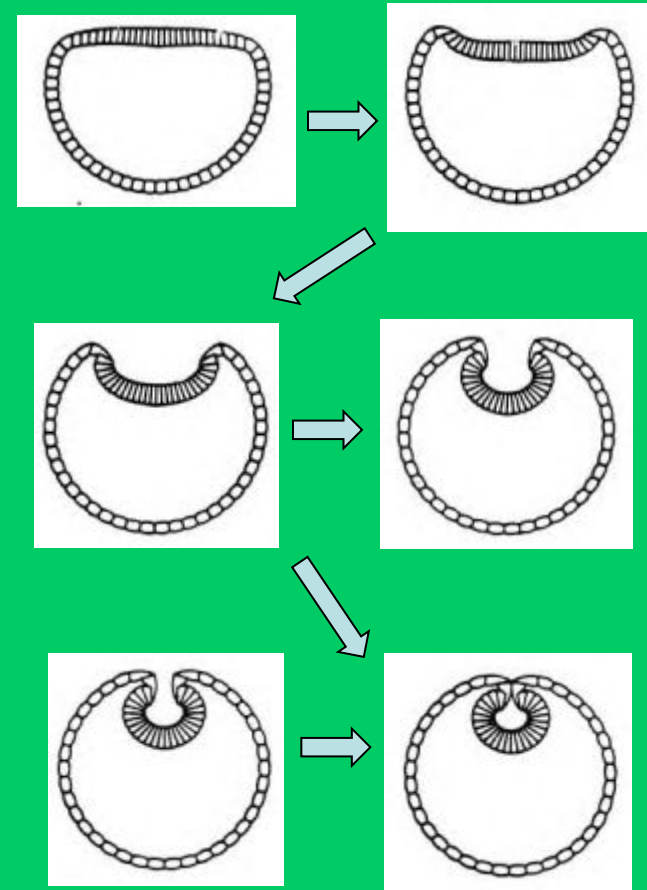
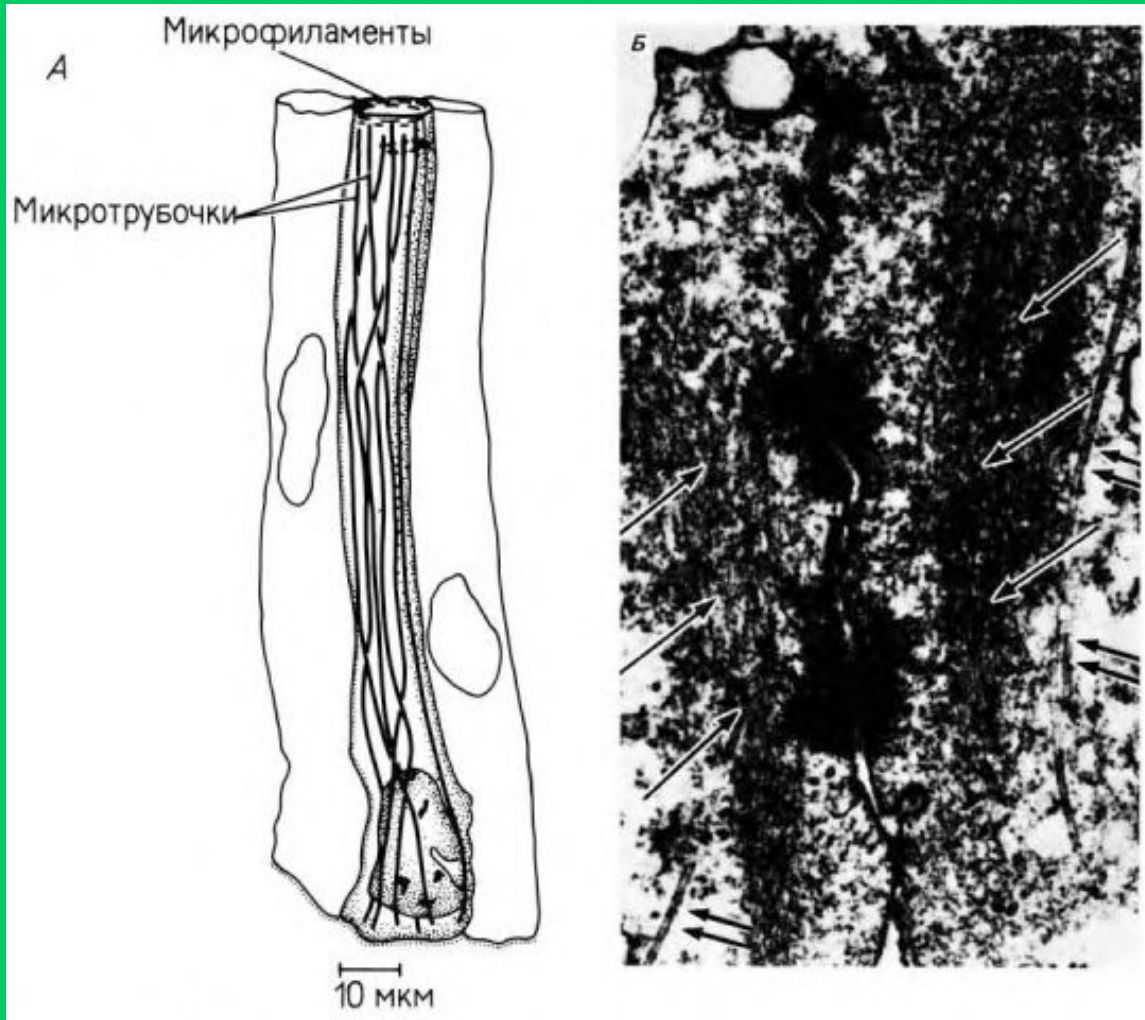
**Несмыкание бластопора –
патология беременности
(spina bifida, анэнцефалия)**

Нейруляция (зародыш человека)



Нейруляция у зародыша человека, 4-я неделя развития (по Hill, 2011):
А – 23 дня, 12 пар сомитов (вид с дорсальной стороны);
Б – 24 дня, 13 пар сомитов (вид с дорсальной стороны);
В – 26 дней, 21 пара сомитов (вид с боковой стороны);
Г – 25 дней, 19 сомитов (поперечный разрез);
1 – смыкающиеся нервные валики;
2 – передний нейропор (незамкнувшийся);
3 – сомиты;
4 – задний нейропор (незамкнувшийся);
5 – замкнувшаяся нервная трубка;
6 – замкнувшийся передний нейропор

Нейруляция (механизм формирования нервной трубки)

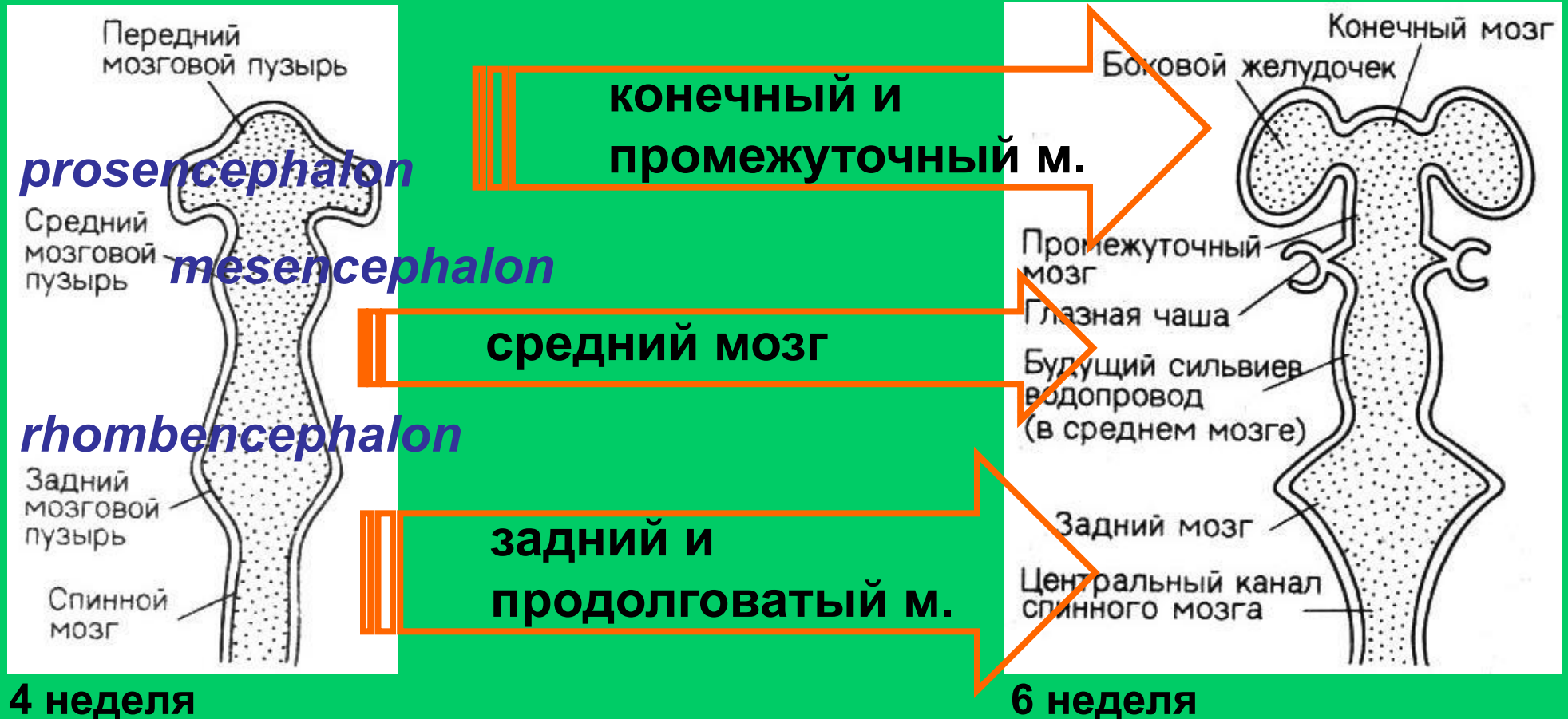


Компьютерная модель формирования нервной трубки

Ориентация микротрубочек и микрофиламентов в клетках нервной пластинки

Дифференцировка нервной трубки

(анатомический уровень)

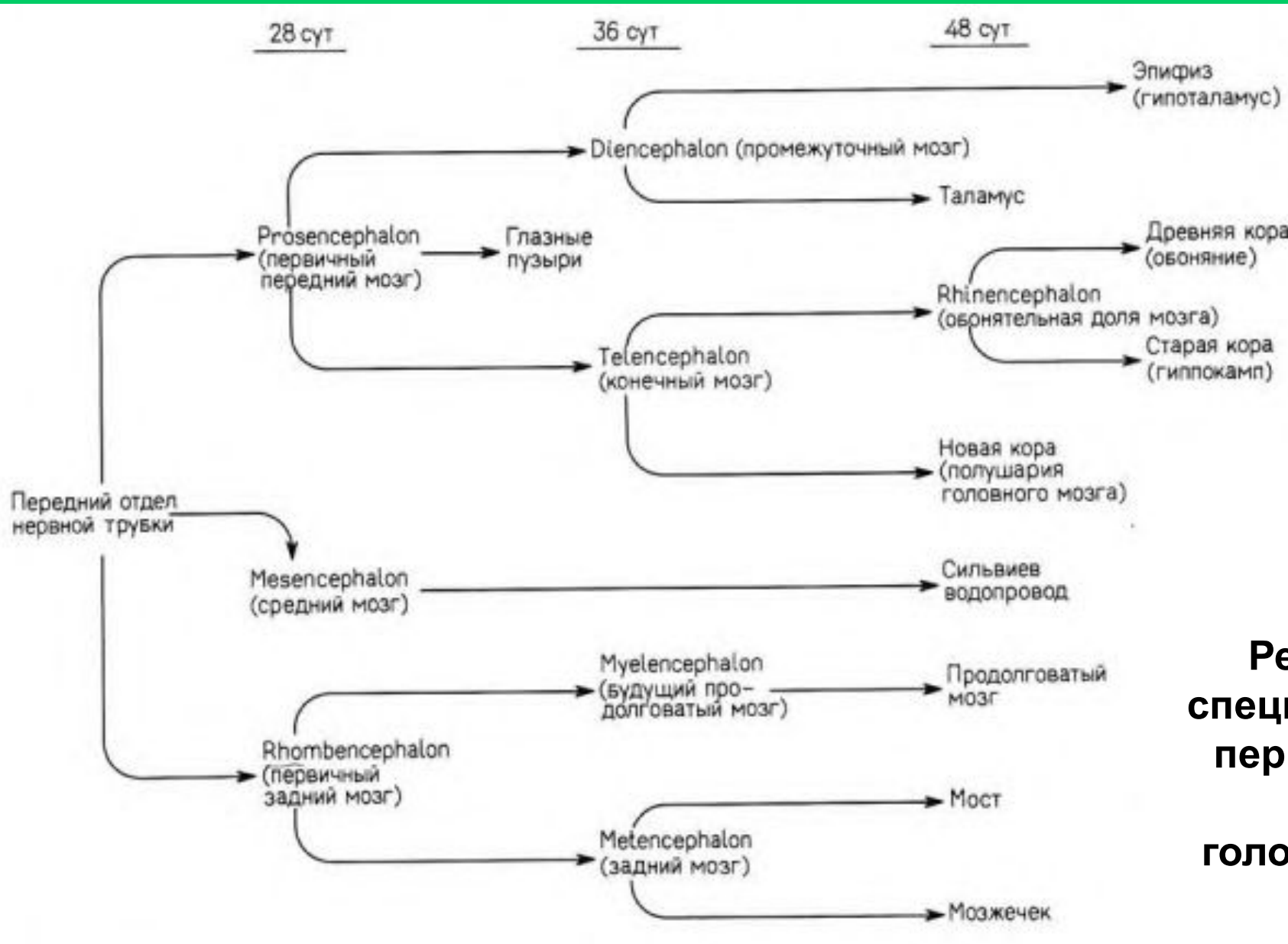


4 неделя

6 неделя

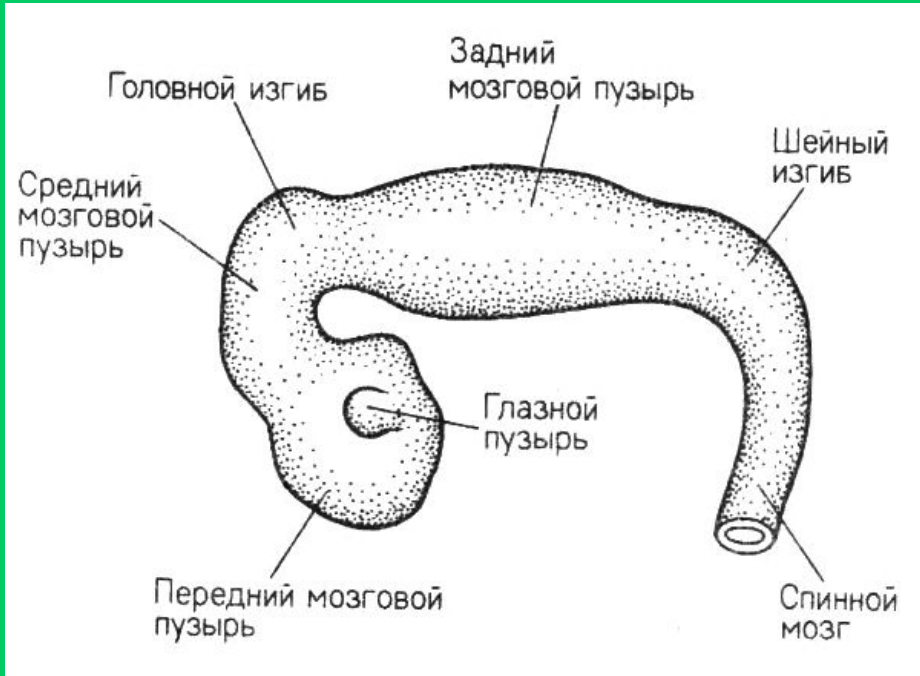
Нервная система появляется у зародыша в виде трубки. Передний отдел расширен и представлен *первичными мозговыми пузырями* (3)

Дифференцировка нервной трубки

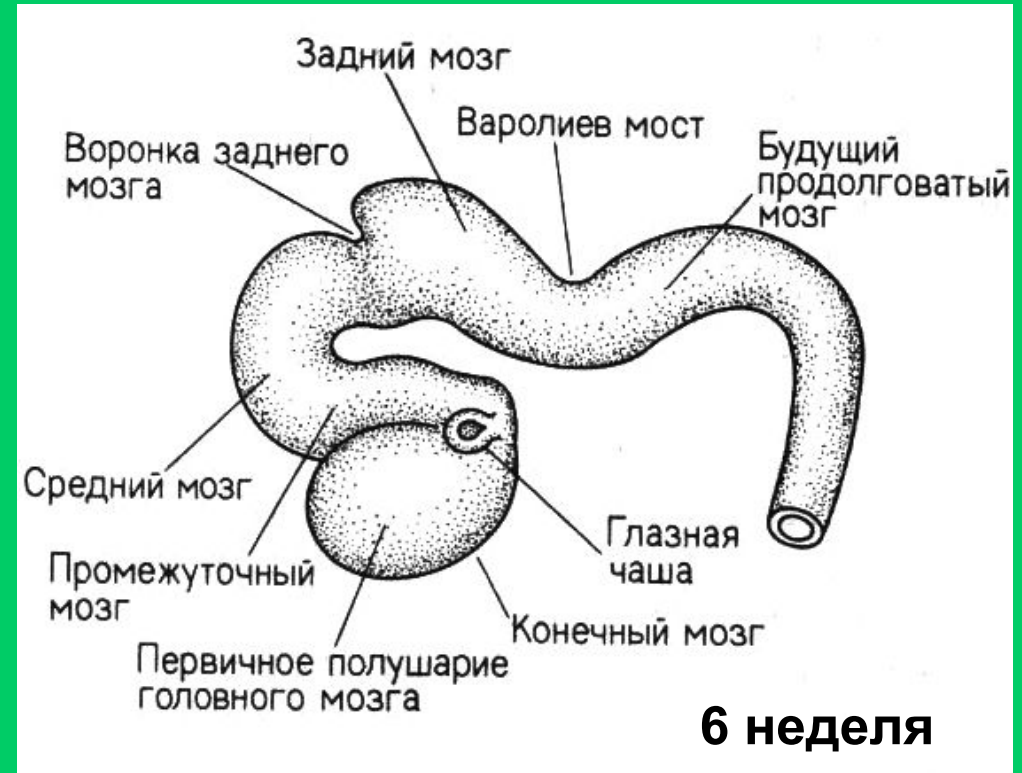


Региональная специализация в период раннего развития головного мозга человека

Дифференцировка нервной трубки (анатомический уровень)

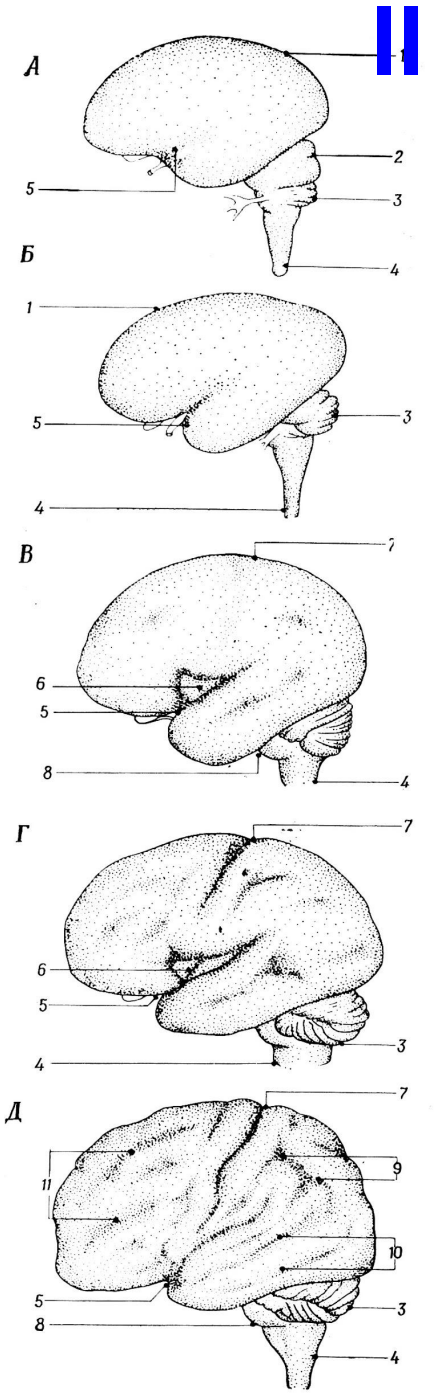
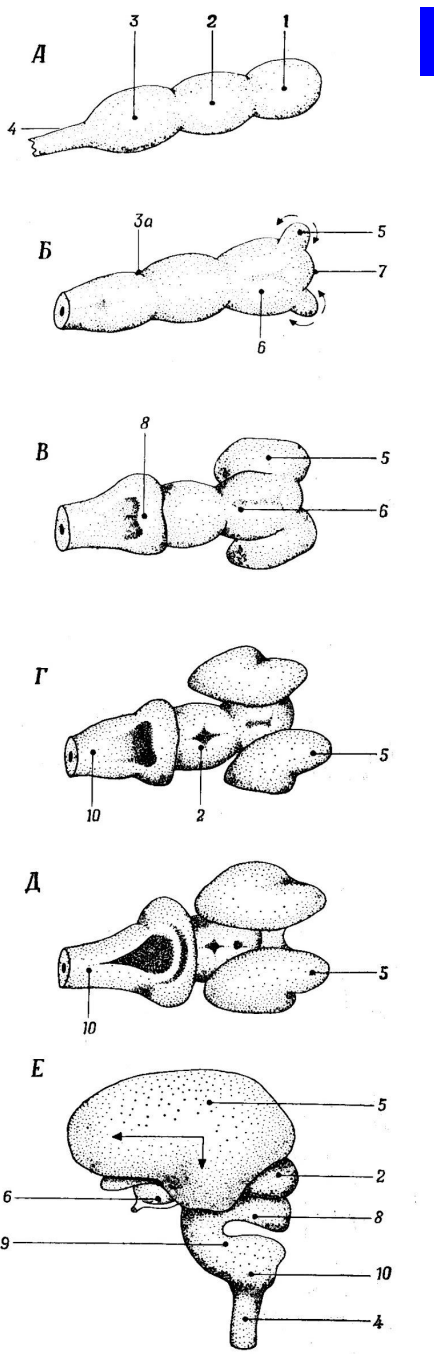


4 неделя

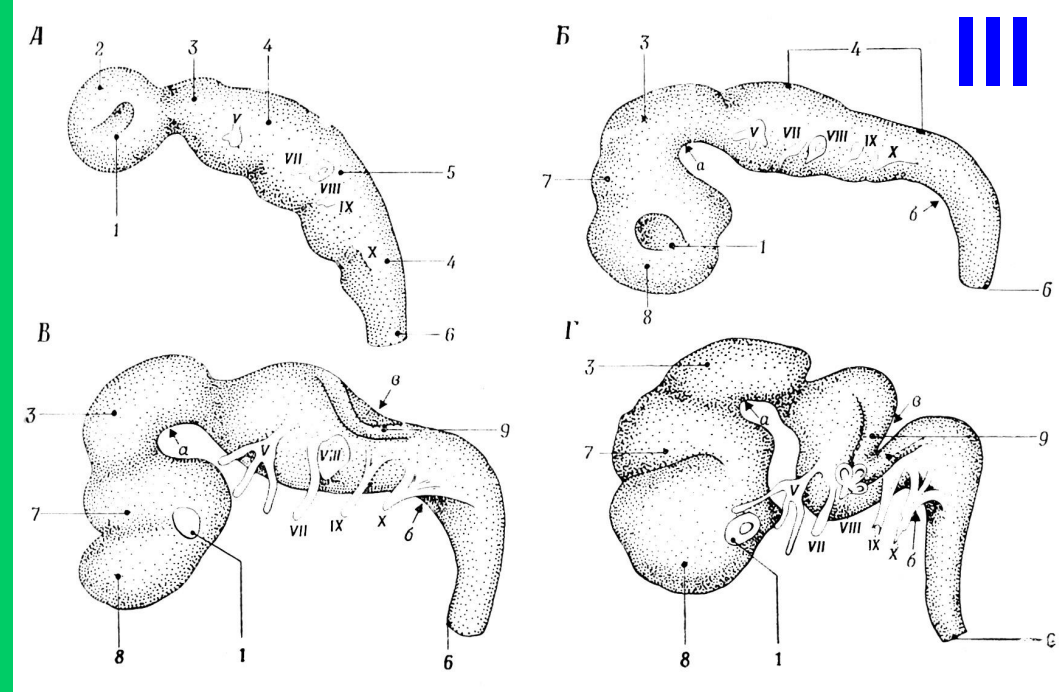


6 неделя

У раннего зародыша человека нервная трубка прямая. Места изгибов отмечают границы полостей мозга.



Дифференцировка нервной трубки (анатомический уровень)



Развивающийся мозг: **I** - формирование первичных и вторичных пузырей (к 14 нед.), **II** - формирование полушарий ГМ (с 11 по 40 нед.), **III** – формирование изгибов ГМ (с 3 по 7 нед. развития)

Возрастные особенности головного мозга

Мозг новорожденного – 390 г (♂) и 355 г (♀) - 12-13 % от массы тела (у взрослых – 2,5 %);

Соотношение масс мозг:тело 1:8 (у взрослых 1:40)

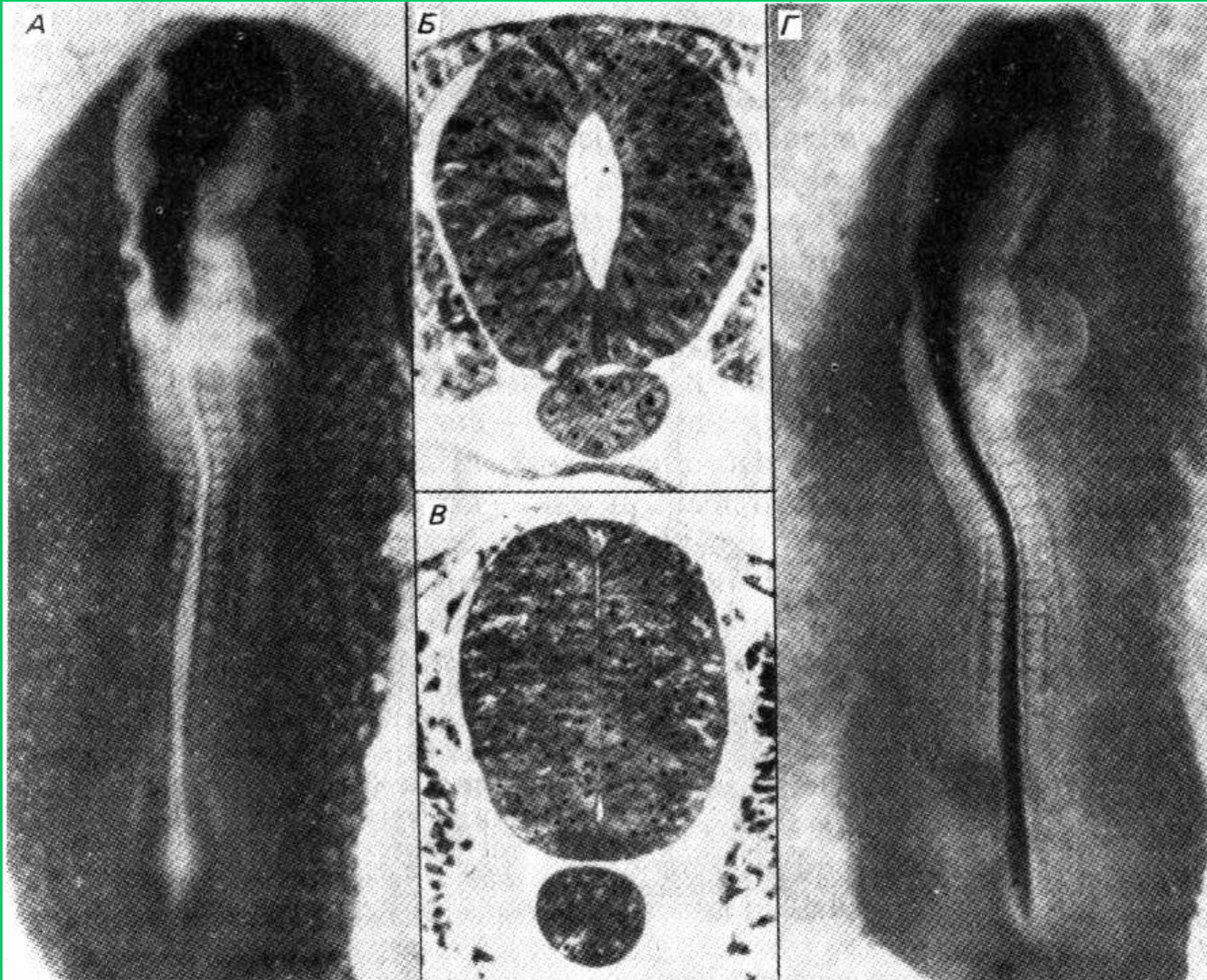
К концу 1 года масса мозга х2, к концу 3-4 года – х3, после 7 лет масса возрастает медленно, к 20-29 годам достигает максимума. До 4-х лет мозг растет равномерно, в дальнейшем преобладает рост в высоту (лобная и теменные доли)

У новорожденных лучше развиты филогенетически более древние отделы: ствол, мозжечок, промежуточный мозг

У новорожденного основные борозды (центральная и латеральная) выражены хорошо, остальные нет. С увеличением возраста борозды становятся глубже

Миелинизация волокон в филогенетически древних отделах мозга начинается и заканчивается раньше, чем в новых отделах. В коре раньше миелинизируются 1) волокна, проводящие различные виды чувствительности, 2) связывающие кору с подкорковыми структурами. Афференты – с 2-4(5) мес., эфференты – с 4(5) по 7(8) мес

Механизм формирования мозговых пузырей



Перегораживание участка нервной трубки, делающее возможным дальнейшее расширение головного мозга (3-х дневный куриный эмбрион)

Дифференцировка НТ (гистологический уровень)

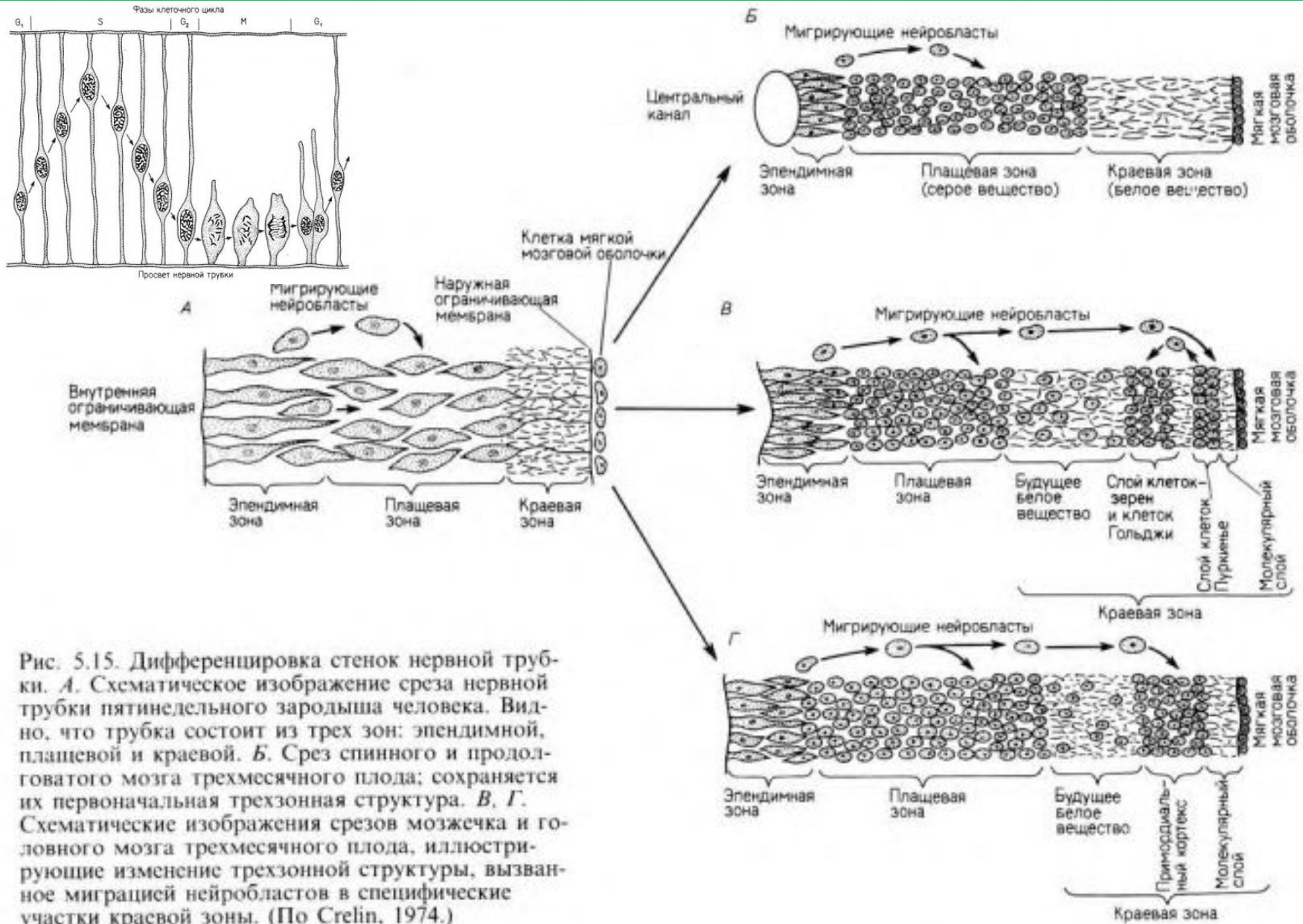


Рис. 5.15. Дифференцировка стенок нервной трубки. А. Схематическое изображение среза нервной трубки пятинедельного зародыша человека. Видно, что трубка состоит из трех зон: эпендимной, плащевой и краевой. Б. Срез спинного и продолговатого мозга трехмесячного плода; сохраняется их первоначальная трехзональная структура. В, Г. Схематические изображения срезов мозжечка и головного мозга трехмесячного плода, иллюстрирующие изменение трехзональной структуры, вызванное миграцией нейробластов в специфические участки краевой зоны. (По Crelin, 1974.)

Дифференцировка НТ (цитологический уровень)



Рост нервных клеток:

I – эфферентный нейрон (схема),

II - рост нервного волокна в культуре,

III – конус роста аксона

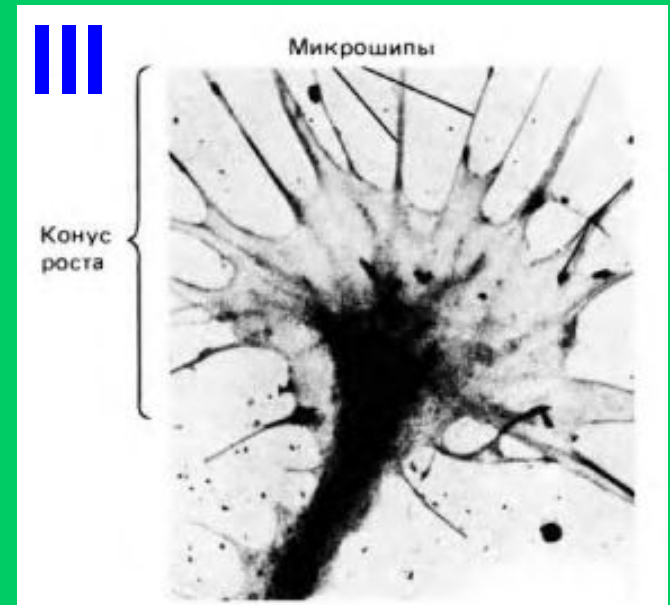
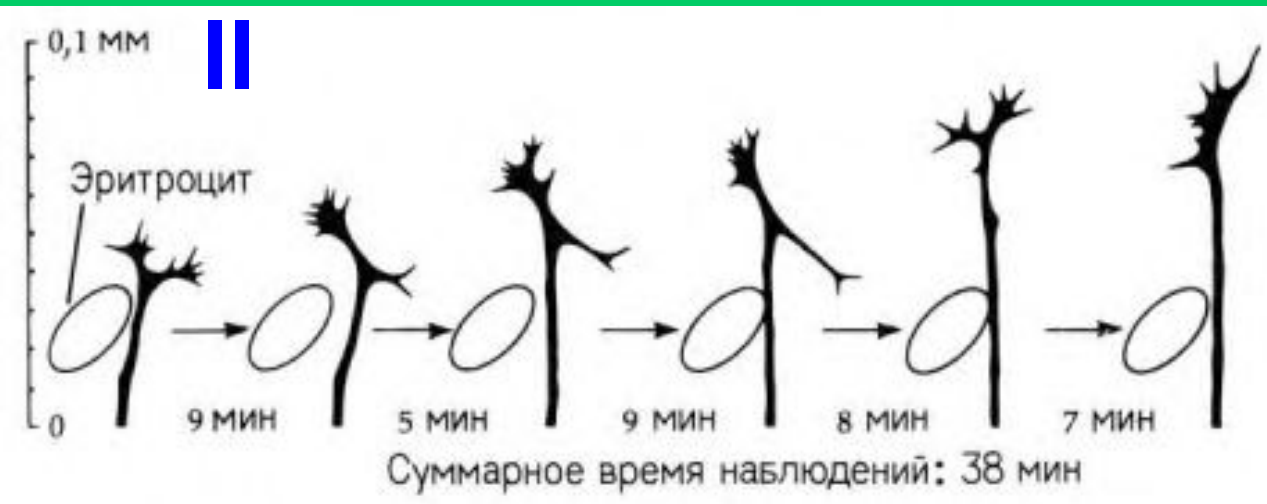
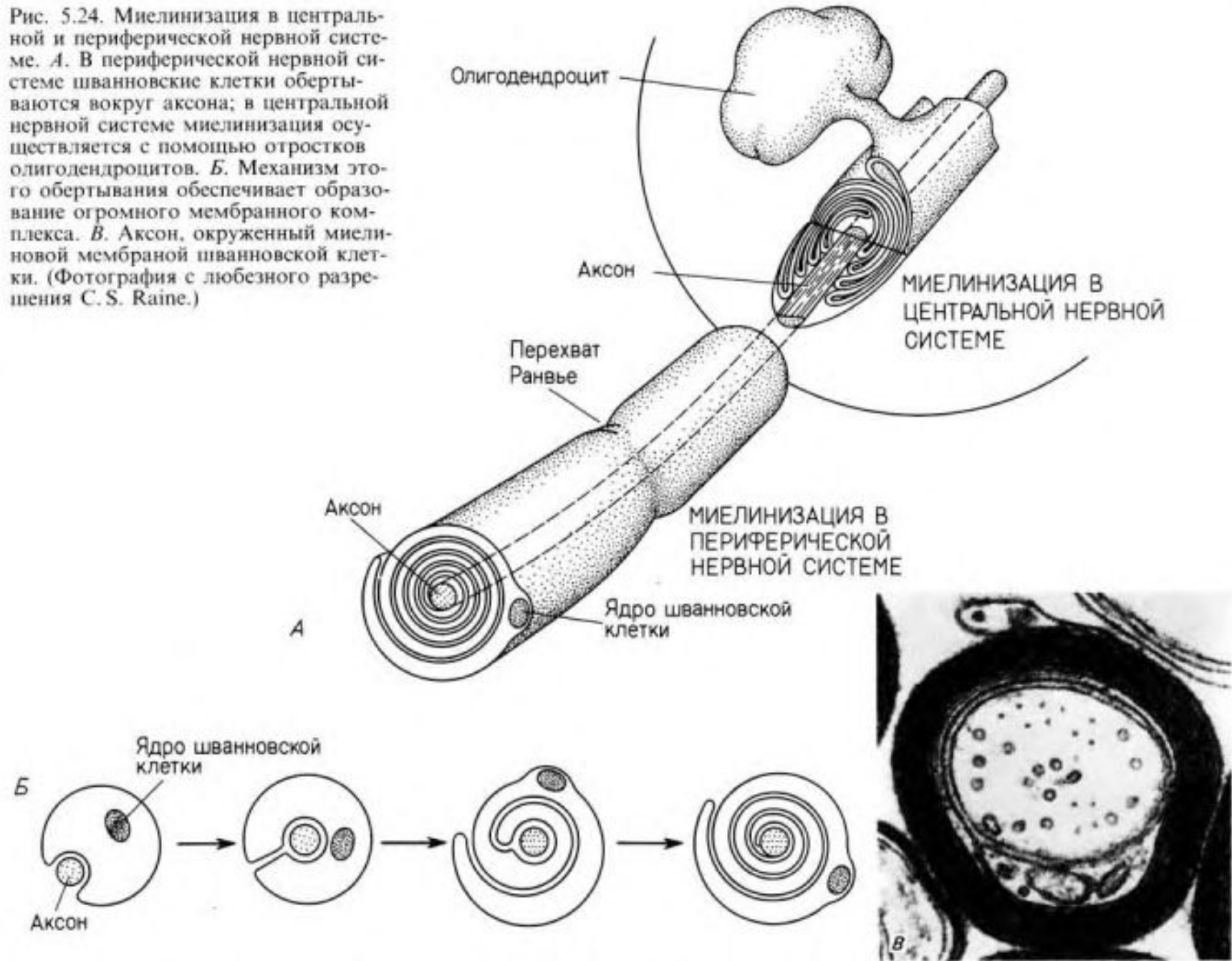


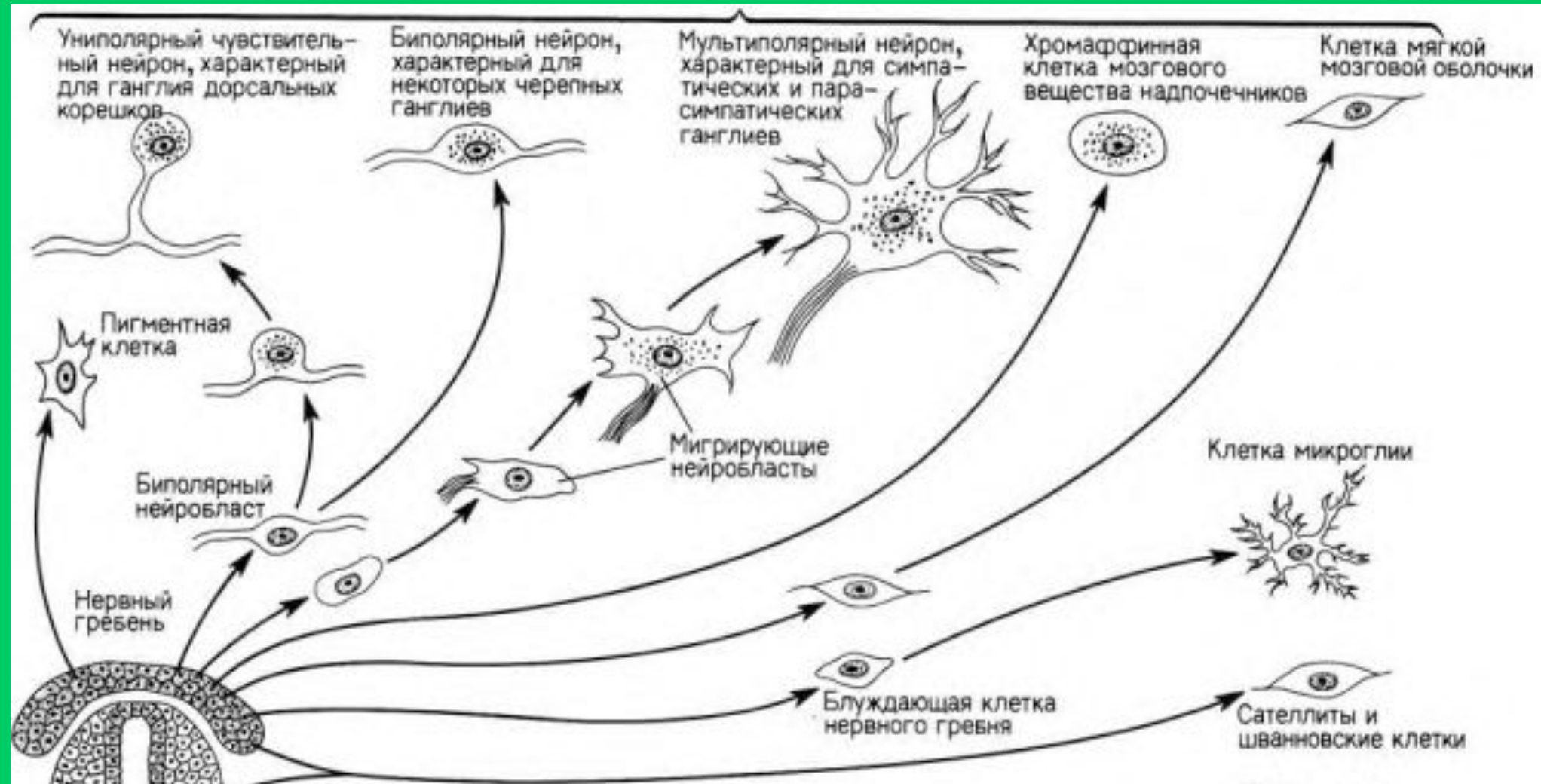
Рис. 5.24. Миелинизация в центральной и периферической нервной системе. *А.* В периферической нервной системе шванновские клетки обертываются вокруг аксона; в центральной нервной системе миелинизация осуществляется с помощью отростков олигодендроцитов. *Б.* Механизм этого обертывания обеспечивает образование огромного мембранного комплекса. *В.* Аксон, окруженный миелиновой мембраной шванновской клетки. (Фотография с любезного разрешения С. S. Raine.)



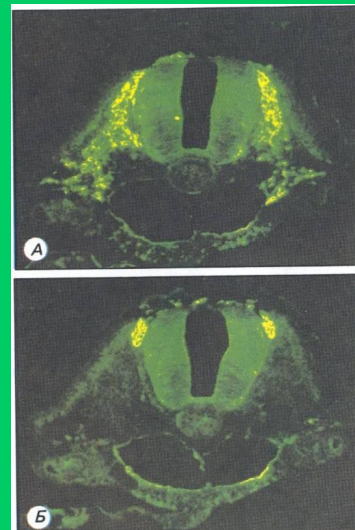
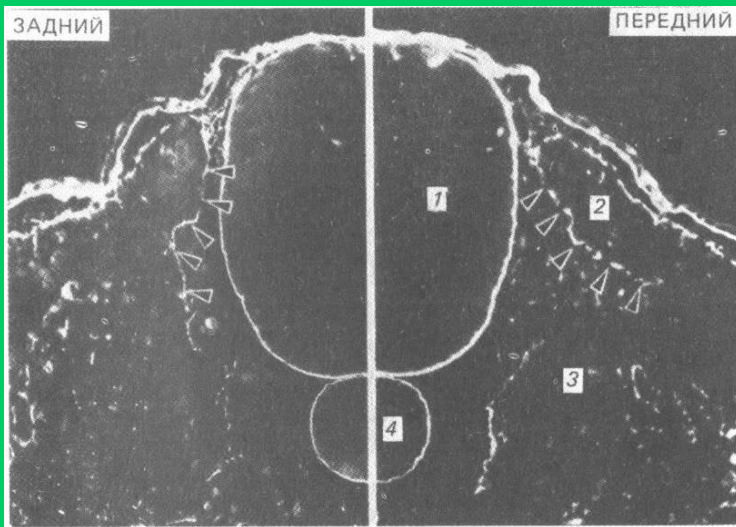
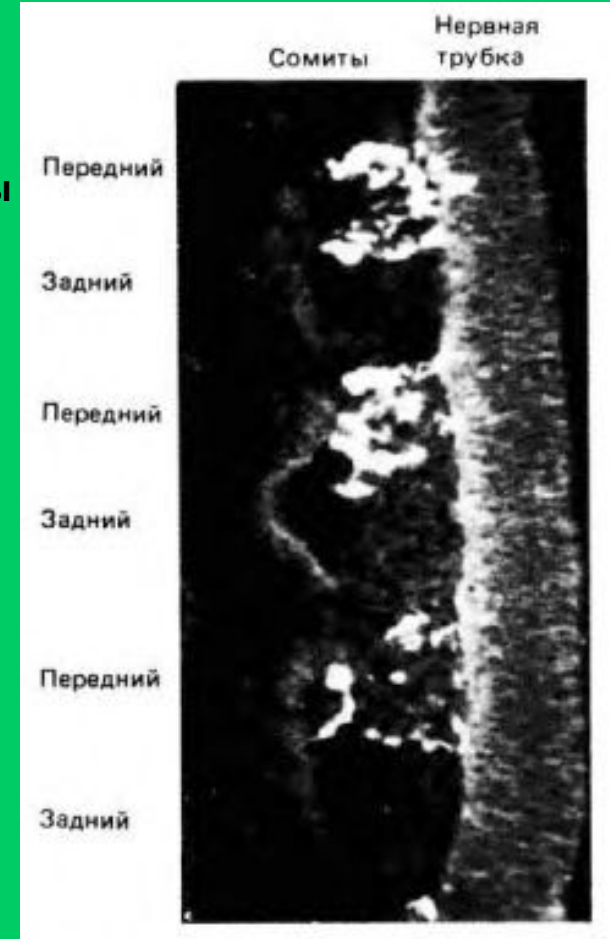
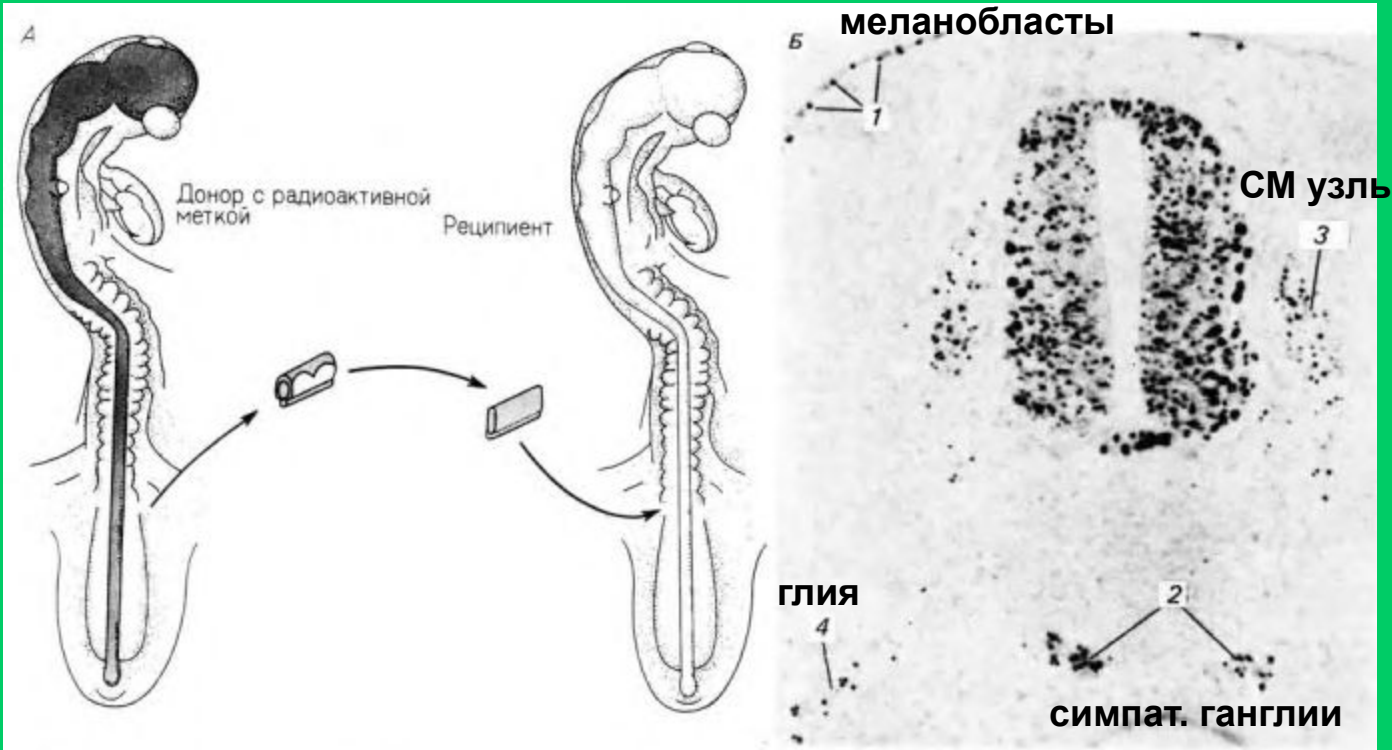
М
и
е
л
и
н
и
з
а
ц
и
я
в
д
т
с

Нервный гребень и его производные

Клетки нервного гребня активно мигрируют на значительные расстояния, давая начало огромному типу клеток (**полюпотентность**), в том числе: 1) нейроны и глия сенсорной, симпатической и парасимпатической систем, 2) адренергические клетки надпочечников, 3) пигментные клетки эпидермиса, 4) скелетные и соединительнотканые компоненты головы

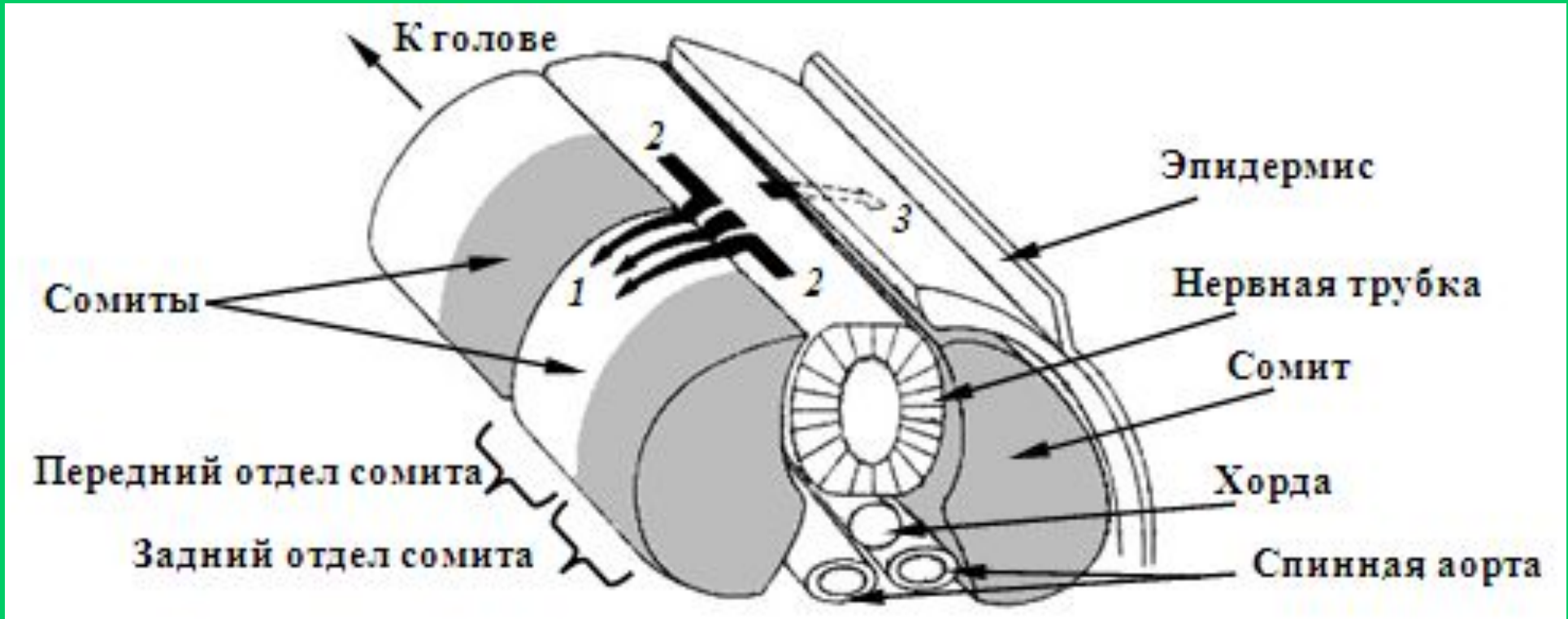


Нервный гребень (миграция клеток)



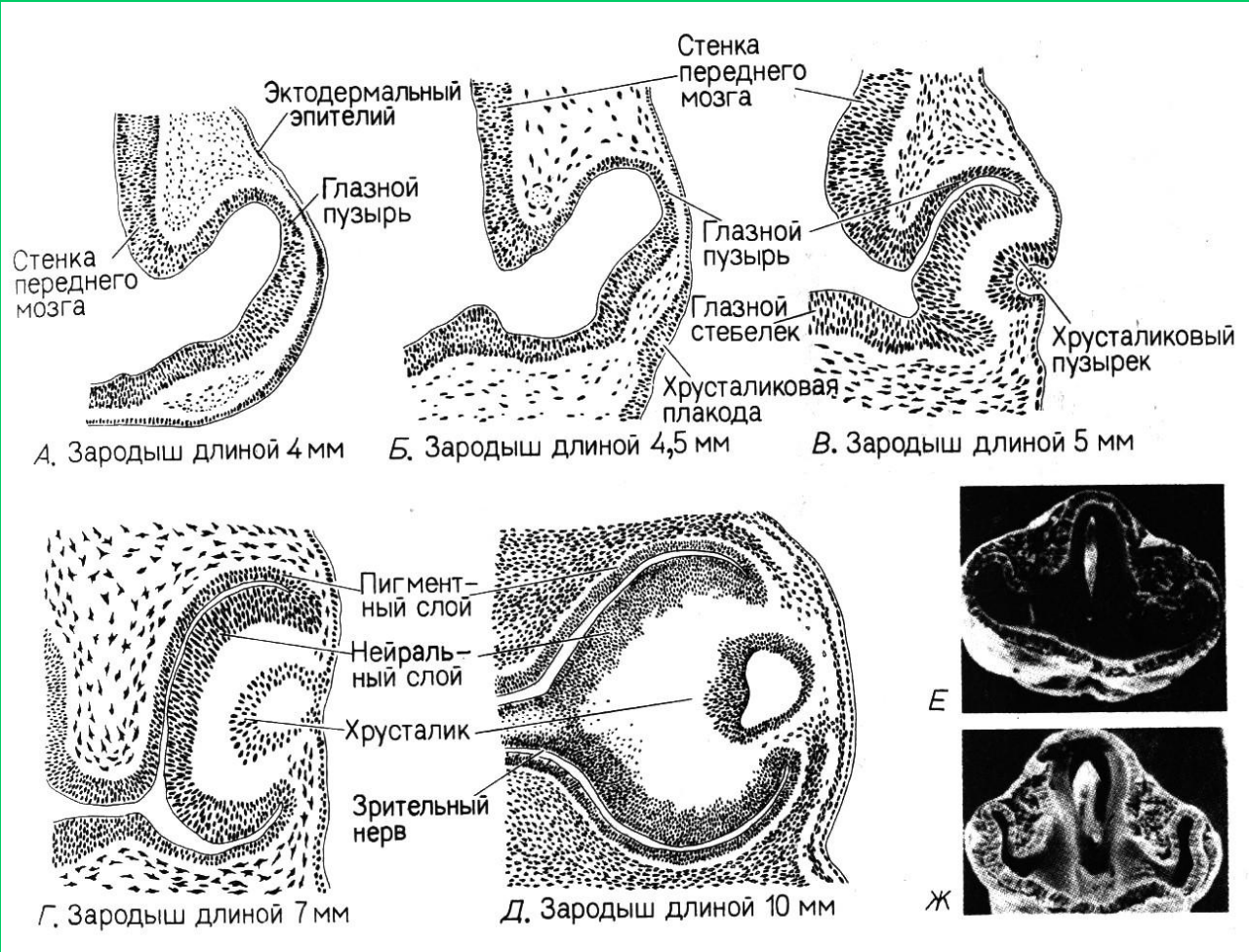
Миграция клеток ч/з передний отдел сомита (флуоресцентные антитела)

Нервный гребень (пути миграция клеток)

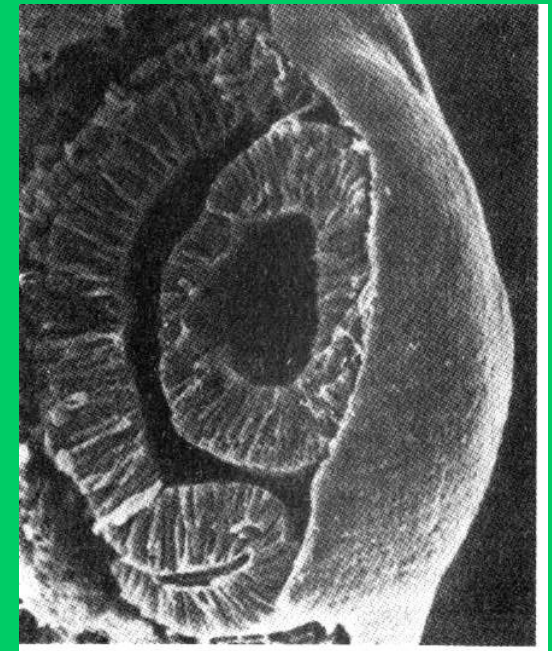


- 1** – в вентральном направлении через передний отдел сомита: симпатические ганглии и хромаффинные клетки надпочечников;
- 2** – между нервной трубкой и сомитом в передний отдел лежащего рядом сомита: клетки спинно-мозговых ганглиев;
- 3** – в дорсолатеральном направлении под покровным эпителием: меланоциты

Развитие глаза

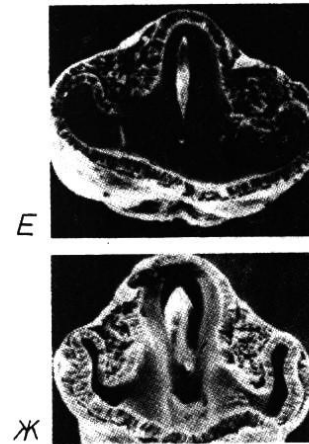


А



Б

**А, Б, В, Г, Д – последовательные стадии (схема);
Е, Ж – соответствуют А и Б (изображения со сканирующего электронного микроскопа).**



Е

Ж

Образование глазной чаши и хрусталиковой плакоды (А), округлый, погруженный в глазную чашу хрусталиковый пузырек (Б)

Развитие органа слуха и равновесия

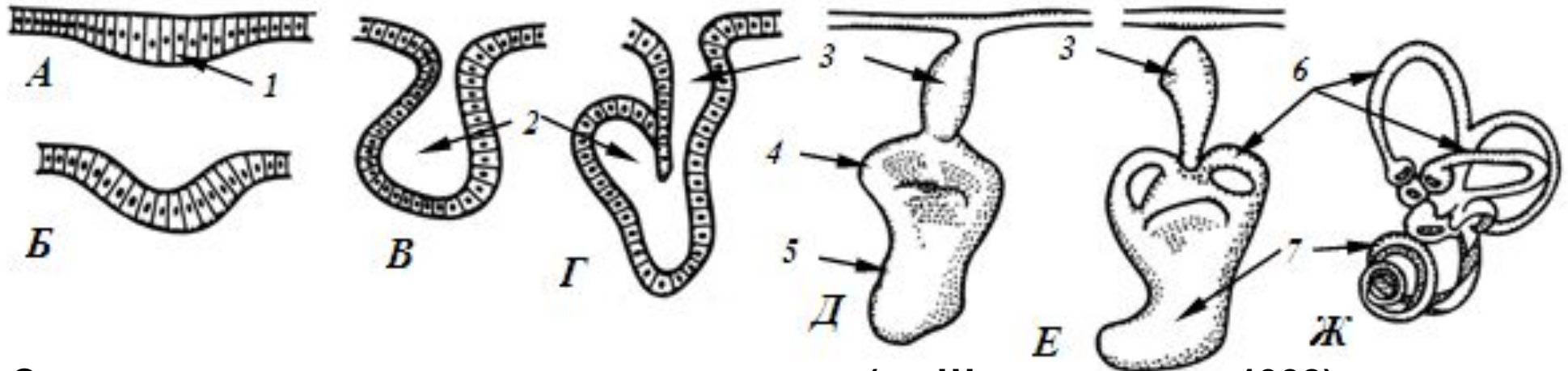


Схема развития органа слуха и равновесия (по Шмальгаузену, 1938):

А – Ж – последовательные стадии процесса;

1 – слуховая плакода; 2 – слуховой пузырьёк; 3 – эндолимфатический канал;
4 – верхний отдел слухового пузырьёка; 5 – нижний отдел слухового пузырьёка;
6 – полукружные каналы; 7 – улитка (кортиев орган)

Под воздействием слухового пузырьёка из окружающей мезенхимы формируется хрящевая слуховая капсула. Стенка внутреннего уха образует перепончатый, а слуховая капсула костный лабиринт.

Наружное и среднее (барабанная полость и слуховая труба) ухо развиваются из первого жаберного и первого глоточного кармана и боковой части верхней стенки глотки, соответственно. Слуховые косточки образуются из хряща первой (молоточек и наковальня) и второй (стремечко) жаберных дуг.

Дополнительная литература по теме:

- *Дж. Николс и др. От нейрона к мозгу.* М., 2004
- *Шаде Дж., Форд Д. Основы неврологии.* М., 1976.
- *Данилов Р.К., Боровая Т.Г. Общая и медицинская эмбриология.* СПб.: Наука, 2003.
- *Hill, M. UNSW Embryology [Electronic resource]. 2011.*
Mode of access:
<http://php.med.unsw.edu.au/embryology>