

ЛЕКЦИЯ 9 НЕЙРУЛЯЦИЯ

1. Образование нервной трубки, нервного гребня. Формирование хордального тяжа.
2. Дифференциация мезодермы: сегментированная и несегментированная мезодерма (сомиты, париетальный и висцеральный листки спланхнотома, образование целома).
3. Формирование кишечной трубки.

Общая характеристика процесса нейруляции

У позвоночных в результате *гастроуляции* образуется зародыш, состоящий из трех зародышевых листков. Непосредственно под дорсальным участком эктодермы располагается материал хордомезодермы. Хордальный материал индуцирует материал эктодермы, лежащий над хордой, заставляет его утолщаться и превращаться в **нервную пластинку**.

Действие, посредством которого хордомезодерма инициирует развитие нервной трубки из эктодермы, называется **первичной эмбриональной индукцией**, а клеточный ответ на индукцию, приводящий к трансформации плоского слоя эктодермальных клеток в полую нервную трубку, называется **нейруляцией**.

В эктодерме образуются клетки трех типов:

- 1) клетки нервной трубки,
- 2) клетки эпидермиса кожи
- 3) клетки нервного гребня, мигрирующие из области, которая соединяет нервную трубку с эпидермисом.

Движения гастроуляции у зародышей позвоночных без существенного перерыва переходят в движения, связанные с **нейруляцией** – закладкой центральной нервной системы. На этой стадии формируется комплекс осевых структур – нервная трубка, хорда и кишечная трубка. Зародыш в период нейруляции называется **нейрулой**.

1 Образование нервной трубки, нервного гребня. Формирование хордального тяжа

В целом движения состоят в конвергентном (сходящемся) смещении материала эктодермы и мезодермы к средней линии спинной стороны зародыша (вентродорсальные движения). Происходит также растяжение дорсальной эктодермы зародыша в передне-заднем направлении.

Сначала нейральная эктодерма уплощается и превращается в **нервную пластинку**, которая в головной части зародыша шире, чем в туловищной. Края пластинки приподнимаются и образуют **нервные валики**, окаймляющие пластинку. Затем поверхность нервной пластинки начинает довольно сильно сокращаться в поперечном направлении. Одновременно она начинает складываться по средней линии. Возникающее углубление нервной пластинки называется **нервным желобом**. Еще чуть позже края нервной пластинки смыкаются и образуется **нервная трубка**, полость внутри которой называют **невроцелем**. Передняя расширенная часть трубки превращается в **головной мозг**, а ее **невроцель** – в **полость мозгового пузыря**. Более узкая туловищная часть трубки превращается в **спинной мозг**, а его **полость** – в **спинномозговой канал**. На переднем конце возникают локальные вздутия, образующие три пузыря – передний, средний и задний мозг. Далее передний и задний мозговые пузыри подразделяются на два вторичных мозговых пузыря. В результате возникает пять сообщающихся между собой посредством желудочков **мозговых**

пузырей: конечный, промежуточный, средний, задний, добавочный. Одновременно появляются изгибы головного мозга.

Тем временем в спинном мозге идут клеточные деления, он увеличивается в размерах. Сначала клетки спинного мозга большие и округлые. Затем у них появляются длинные отростки, и они принимают форму типичных **нейронов**.

Из нервной трубки образуются **нейроциты и нейроглия головного и спинного мозга, сетчатки глаза и органа обоняния**.

Одновременно обособляются полосы свободно лежащих клеток (**нервный гребень**). Клетки нервного гребня не входят в состав ЦНС, они дают множество производных (периферическая НС, пигментные клетки), которые мигрируют на значительные расстояния и образуют **нейробласты** спинальных и симпатических ганглиев, миелиновую оболочку нервных волокон, мозговую оболочку надпочечников, пигментные клетки различных тканей.

Клетки **нервной трубки** дают начало нейробластам (**образуют нервные клетки и волокна**), спонгиобластам (**опорные клетки**) и клеткам эпэндимы (выстилают центральный канал). Часть клеток остается в области нервного гребня, формируя ганглиозные пластинки, которые сегментируются и дают начало спинномозговым узлам.

Вскоре после формирования трех первичных пузырей отмечаются первые признаки развития глаз. Т.е. из эктодермы в процессе нейруляции образуются **зрительный анализатор**. Из боковых выростов эмбрионального промежуточного мозга, образуются глазные пузыри, которые отдаляются от мозга, но связи с ним не теряют – образуя зрительный тракт (нерв). Зачаток глаза при этом меняет свою формы, напоминая бокал на ножке – стадия глазной чаши (глазного бокала). Из внутреннего листка бокала развивается светочувствительная часть глаза – **сетчатка**.

2 Дифференциация мезодермы: сегментированная и несегментированная мезодерма (сомиты, париетальный и висцеральный листки спланхтонома, образование целома)

Мезодермальные и энтодермальные органы формируются не после образования нервной трубки, а одновременно с ней. У куриного зародыша мезодермальные клетки, не участвующие в формировании хорды, мигрируют латерально, образуя толстые полосы, идущие продольно вдоль каждой стороны хорды и нервной трубки. Эти полосы дорсальной мезодермы называют у птиц **сегментной пластинкой**, а у млекопитающих – **несегментированной мезодермой**. В мезодермальном материале выделяется дорсальная осевая часть – **сомиты**, и вентральная – **спланхнотомы** или **боковые пластинки**.

Когда первичная полоска претерпевает регрессию, а нервные валики в центральной части зародыша начинают сближаться, дорсальная мезодерма постепенно разделяется на треугольные блоки клеток, называемые **сомитами**. Первые сомиты появляются в переднем отделе зародыша, новые сомиты формируются позади них. Вскоре после обособления хорды, начинается метамеризация осевой мезодермы через равные интервалы времени

Внутри зачатков сомитов возникает полость, переходящая в узкую щель, разделяющую боковую пластинку на два листка: **париетальный** (прилежит и эктодерма) и **висцеральный** (прилежит к энтодерме). Внутренняя полость и щель

формируют вторичную полость тела – **целом**.

В сомитах различают **склеротом, дерматом, миотом**.

Из склеротома в последующем формируется осевой скелет, все виды соединительной ткани (собственно соединительная, хрящевая, костная).

Из дерматома – собственно кожа, а из миотома – скелетная мускулатура.

3. Формирование кишечной трубки.

Из энтодермы развиваются органы пищеварения и связанные с ними железы, а также органы дыхания. По мере того как концы энтодермы загибаются в вентральном направлении и перемещаются к центру зародыша, формируются передняя кишка и задняя кишка, представляющие собой части будущей пищеварительной трубки. На месте будущего ротового отверстия образуется эктодермальное углубление – **стомодеум**, которое потом приходит в контакт со стенкой передней кишки. Область их объединения называется **ротовой пластинкой**. После её разрыва стомодеум превращается в ротовую полость.

Проктодеум – углубление эктодермы на месте будущего анального отверстия. Место контакта со стенкой задней кишки – заднепроходная перепонка или клоакальная мембрана (после ее прорыва образуется анальное отверстие со сфинктерами).

Энтодермальная часть пищеварительной трубки образует жаберные (глоточные) карманы: борозды между этими карманами – жаберные щели, а промежутки между ними (в боковых стенках передней кишки) – жаберные дуги (висцеральный скелет).

У человека первая пара глоточных карманов преобразуется в полость среднего уха и евстахиевой трубы. Оставшиеся карманы принимают участие в формировании желёз внутренней секреции. Из второй пары развиваются стенки миндалин, из третьей – тимус (вилочковая железа) и первая пара паращитовидных желёз, из четвёртой – вторая пара паращитовидных желёз. Кроме того, из энтодермы дна глотки между 1-й и 2-й жаберными дугами (т. е. между второй парой глоточных карманов) формируется щитовидная железа и эпителий языка. Эмаль зубов и эпителий преддверия ротовой полости – из эктодермы.

Верхняя часть 1-й жаберной (челюстной, или мандибулярной) дуги участвует в формировании верхней челюсти, включая нёбо, а нижняя даёт начало меккелеву хрящу, на основе которого из мезенхимы развивается нижняя челюсть. Оставшиеся части дуги превращаются в слуховые косточки: молоточек и наковальню.

Из верхней части 2-й жаберной (подъязычной, или гиоидной) дуги формируется третья слуховая косточка – стремечко и шиловидный отросток височной кости. Нижняя часть участвует в образовании малых рогов и части тела подъязычной кости.

Материал 3-й жаберной дуги даёт начало большим рогам и телу подъязычной кости, а IV и V – хрящам гортани.

Желудок развивается как расширенный, веретенообразный участок пищеварительной трубки. Каудальнее желудка формируется кишечник.

Печень и поджелудочная железа развиваются из отдела средней кишки, дающего также начало двенадцатиперстной кишке.