

Дзевульская И. В.,
*доктор медицинских наук, профессор,
профессор кафедры описательной и клинической анатомии
Национального медицинского университета имени А. А. Богомольца*

Маликов А. В.,
*кандидат медицинских наук, доцент,
доцент кафедры описательной и клинической анатомии
Национального медицинского университета имени А. А. Богомольца*

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Были рассмотрены основные уровни развития нервной системы в эмбриогенезе. Рассмотрена центральная нервная система человека, а именно развитие головного мозга с развитием пяти основных его мозговых пузырей, а также развитие спинного мозга в эмбриогенезе, развитие нервной деятельности зародыша человека. Внимательное исследование эмбриогенеза позволяет не только исследовать механизмы формирования органов, но и понять причины врожденных патологий нервной системы закладывающихся в этот период.

Ключевые слова: нервная система, мозг, нервная трубка, зародыш.

Були розглянуті основні рівні розвитку нервової системи в ембріогенезі. Розглянута центральна нервова система людини, а саме розвиток головного мозку з розвитком п'яти основних його мозкових пухирів, а також розвиток спинного мозку в ембріогенезі, розвиток нервової діяльності зародка людини. Ретельне дослідження ембріогенезу дозволяє не лише досліджувати механізми формування органів, але й зрозуміти причини вроджених патологій нервової системи, що закладаються в цей період.

Ключові слова: нервова система, мозок, нервова трубка, зародок.

The basic levels of development of the nervous system were considered in the stage of embryonic development. The central nervous system of man is considered, namely development of cerebrum with development of five his basic cerebral bubbles, and also development of spinal cord in эмбриогенезе, development of nervous activity of embryo of man. Attentive research of эмбриогенеза allows not only to investigate the mechanisms of forming of organs but also understand reasons of innate pathologies of the nervous system mortgaged in this period.

Key words: nervous system, brain, neural tube, fetus.

Зачаток нервной системы (нейроэктодерма, нейральный зачаток) у позвоночных возникает в составе эктодермы. Погружаясь при нейруляции под остальную эктодерму, которая становится кожей эктодермой и образует кожный эпителий (эпидермис), нейральный зачаток полностью обособляется от неё и в дальнейшем долгое время находится в непосредственном контакте только с мезенхимой и её тканевыми производными [1].

Нейральный зачаток представлен нервной трубкой (возникающей из нервной пластинки), ганглиозной пластинкой (образующейся из материала нервных валликов) и плакодами (местными утолщениями в составе кожной эктодермы, дающими, однако, не эпидермис, а нейральные производные – нейроны и нейроглию) [4; 5].

Нервная трубка даёт начало мозгу. Более просто протекают процессы развития нервной трубки в области шеи и туловища, где она превращается в спинной мозг. Дорсальная и вентральная стенки нервной трубки отстают в росте, боковые же сильно разрастаются. Просвет нервной трубки превращается в центральный спинномозговой канал [1].

Клетки нервной трубки вначале однородны и расположены наподобие ложно многорядного эпителия (ядра лежат на разных уровнях, образуя несколько рядов, сами же клетки достигают своими концами и наружной пограничной перепонки, отделяющей нервную трубку от окружающей её мезенхимы, и внутренней пограничной перепонки, выстилающей просвет нервной трубки). Делящиеся

клетки, округляясь, смещаются к просвету. На этой стадии, когда клеточный состав нервной трубки однороден, её клетки называются медуллобластами.

Затем наступает дифференцировка клеток нервной трубки в двух направлениях: одни клетки становятся спонгиобластами, образующими в дальнейшем нейроглию, другие – нейробластами, превращающимися в дальнейшем в нервные клетки – нейроны. Спонгиобласты частично сливаются друг с другом в губчатый синцитий (откуда и их название), в петлях которого лежат нейробласты. Ложно многорядная структура нервной трубки сменяется неправильно многослойной, так как теперь многие клетки не достигают либо наружной, либо внутренней пограничных перепонки, либо ни той, ни другой. Клетки, прилегающие к просвету трубки, некоторое время сохраняют значение общего камбия, образуя в процессе своего размножения как нейробласты, так и спонгиобласты. Нейробласты, выселяясь в периферические части нервной трубки, некоторое время продолжают здесь митотически размножаться, однако способность к размножению сохраняют только те нейробласты, у которых ещё не зашла далеко специфическая дифференцировка (образование отростков и нейрофибрилл). Спонгиобласты сохраняют неограниченную способность к размножению. В цитоплазме многих из них развиваются опорные тонофибриллы [3; 7].

Стенка нервной трубки начинает подразделяться на три слоя: внутренний, ближайший к просвету – эпендимный, который вскоре перестаёт проду-

цировать нейробласты и становится камбиальным слоем только для нейроглии, а в дальнейшем превращается в эпендиму, выстилающую спинномозговую канал; средний слой – плащевой, содержащий нейробласты и дифференцирующиеся из них нейроны, а также примитивный нейроглиальный остов из спонгиобластов (позднее этот слой образует серое вещество спинного мозга); и наружный слой – краевую вуаль, где нейробластов нет, но куда врастают их отростки и, заворачивая вдоль нервной трубки, дают начало проводящим путям мозга (это – зачаток белого вещества). Раньше всех других и непосредственно прилегая к серому веществу возникают проводящие пути собственного аппарата спинного мозга, образованные отростками пучковых клеток. Позднее возникают длинные проводящие пути: восходящие – за счёт отростков клеток спинного мозга и спинальных ганглиев, нисходящие – за счёт отростков нейробластов головного мозга. Отростки клеток, переходящие с правой половины спинного мозга на левую или наоборот, образуют переднюю белую комиссуру.

В вентральной части нервной трубки (эмбрионального спинного мозга) в плащевом слое намечаются группы быстро растущих в размерах нервных клеток; это – зачатки двигательных ядер. Их отростки вырастают из спинного мозга на периферию, образуя парные сегментарно расположенные пучки – вентральные корешки спинномозговых нервов. Одеваясь миелином, эти отростки становятся двигательными нервными волокнами и прорастают через мезенхиму к развивающейся скелетной мускулатуре, иннервируя её волокна и образуя на них двигательные нервные окончания (моторные бляшки).

Во время замыкания нервного желобка в трубку утолщённые края нервного желобка (нервные валики), лежащие между образующейся и погружающейся нервной трубкой и срастающейся над ней кожной эктодермой, образуют ганглиозную пластинку, которая тянется вдоль всего спинного мозга. Вначале нервная пластинка сплошная, затем сегментируется, образуя парные метамерные зачатки спинальных узлов. Эти зачатки затем спускаются в вентральном направлении и ложатся по бокам от нервной трубки. Клетки зачатков спинальных узлов – ганглиобласты, как и медуллобласты нервной трубки, дифференцируются в двух направлениях: одни становятся нейробластами, другие – элементами нейроглии. Нейробласты приобретают биполярную форму, образуя одновременно два отростка. Периферический отросток – дендрит растёт на периферию в составе смешанного нерва и, покрываясь миелином, становится чувствительным нервным волокном; он образует в каком-либо из органов тела чувствительное нервное окончание (рецептор). Центральный отросток – аксон растёт в спинной мозг (пучки таких отростков, метамерно расположенные, образуют дорсальные, чувствительные корешки спинномозговых нервов) и там либо оканчивается на одном из уровней спинного мозга в сером веществе, либо дорастает до продолговатого мозга и там оканчивается в чувствительных ядрах – тонкого и клиновидного пучков [2].

Ещё у зародыша биполярные нервные клетки зачатков спинальных узлов постепенно изменяют форму на псевдоуниполярную путём сближения мест отхождения обоих отростков (аксона и дендрита) и вытягивания прилегающей части клеточного тела в так называемый клеточный отросток. Биполярная форма клеток сохраняется во взрослом состоянии только в узлах VIII пары нервов (у многих низших позвоночных нервные клетки всех чувствительных узлов остаются биполярными в течение всей жизни).

Часть клеток ганглиозной пластинки мигрирует далеко от места своего первоначального возникновения и, группируясь, даёт начало вегетативным узлам (симпатического пограничного ствола, превертебральных сплетений и, частично интрамуральных сплетений). Клетки интрамуральных узлов (в стенках внутренних органов) берут начало главным образом от нейробластов, мигрирующих вдоль ветвей блуждающих и тазовых нервов. К клеткам вегетативных узлов подрастают из спинного и головного мозга отростки клеток вегетативных ядер, становящиеся преганглионарными нервными волокнами. Аксоны клеток вегетативных узлов подрастают к гладкой мускулатуре внутренних органов и сосудов, железам и т. д. и иннервируют их, образуя постганглионарные нервные волокна.

Кроме клеток узлов, из ганглиозной пластинки выселяются на периферию также хромаффинобласты, образующие хромаффинную ткань (мозговое вещество) надпочечников. Осевшие по дороге хромаффинобласты дают начало мелким добавочным хромаффинным (адреналовым) органам. Из ганглиозной же пластинки у многих позвоночных берут начало хроматофоры (пигментные клетки), примешивающиеся к соединительной ткани и обуславливающие окраску покровов (а иногда и внутренних органов). Наконец, часть клеток ганглиозной пластинки превращается в эктомезенхиму, образующую в дальнейшем некоторые из хрящей (например гортани).

Начиная с 4-го месяца внутриутробного развития, спинной мозг начинает отставать в своём росте от позвоночного столба и поэтому к моменту рождения оканчивается не на одном уровне с концом позвоночного канала, а значительно краниальнее (на уровне III поясничного позвонка, а через несколько лет внеутробной жизни – даже на уровне I поясничного позвонка). Это явление как бы смещения спинного мозга по отношению к позвоночному столбу носит название *ascensus medullae spinalis*. Благодаря ему корешки поясничных и крестцовых спинномозговых нервов, выходящих из соответствующих межпозвоночных отверстий, сильно удлиняются и приобретают косое направление по отношению к спинному мозгу. Поэтому задний конец спинного мозга приобретает характерный вид «конского хвоста».

Передний отдел нервной пластинки у высших позвоночных, особенно у млекопитающих и в наибольшей мере у человека, с самого начала расширен, и поэтому его сворачивание в трубку отстаёт по сравнению с передним концом спинного мозга. Когда это заворачивание завершается, головной от-

дел мозга в силу неравномерного роста образует три следующих друг за другом расширения – мозговые пузыри: передний (prosencephalon), средний (mesencephalon) и задний (rhombencephalon). Передний мозговой пузырь подразделяется на два: telencephalon (зачаток большого, или конечного, мозга) и diencephalon (зачаток промежуточного мозга). Средний мозговой пузырь, оставаясь неразделённым, даёт начало среднему мозгу. Задний мозговой пузырь подразделяется на metencephalon (зачаток мозжечка и моста) и myelencephalon (зачаток продолговатого мозга, без резкой границы переходящий в эмбриональный спинной мозг). Боковые стенки зачатка промежуточного мозга образуют объёмистые выпячивания – глазные пузыри, являющиеся зачатками глаз [6].

Первоначальное расположение мозговых пузырей по одной прямой линии, являющейся продолжением спинного мозга, у высших позвоночных, особенно у человека, вскоре изменяется в связи с мощным развитием некоторых отделов головного мозга. Головной отдел нервной трубки образует три изгиба, обусловленных усиленным ростом мозговых пузырей: теменной – на уровне среднего мозгового пузыря, где оба передних мозговых пузыря перегибаются вентрально над передним концом хорды; затылочный – в области заднего мозгового пузыря на месте перехода спинного мозга в продолговатый, также вентральный, и мостовой, направленный в противоположную сторону по сравнению с двумя первыми, а именно дорсально. Благодаря этому

изгибу мозжечок нависает над дорсальной стенкой продолговатого мозга.

Дальнейшие преобразования отделов головного мозга заключаются, во-первых, в резко неравномерном росте отдельных частей его стенки, благодаря чему одни части резко утолщаются, становятся массивными, а другие отстают в развитии или растягиваются в тонкие пластинки, состоящие из одного слоя эпендимных клеток (например, в области образования сосудистых сплетений); во-вторых, возникают различного рода глубокие и поверхностные складки мозговых стенок, определяющие рельеф различных отделов мозга (доли больших полушарий и мозжечка, борозды и извилины). Наконец, происходит дифференцировка стенок мозговых пузырей, протекающая в принципе так же, как при развитии спинного мозга, но с тем существенным отличием, что массы серого вещества, содержащие нервные клетки и синаптические связи между ними, развиваются в головном мозге не только внутри от белого вещества (проводящих путей), но и снаружи от него (кора больших полушарий, среднего мозга и мозжечка). Эти корковые, или экранные, центры головного мозга постепенно приобретают сложное и весьма закономерное слоистое строение.

Мозговые оболочки развиваются из мезенхимной (или эктомезенхимной) основы. Эпителиоидные клетки, выстилающие субарахноидальную и субпиаальную полости, имеют нейральное происхождение (выселяются на ранних стадиях развития из нервной трубки или ганглиозной пластинки).

Литература:

1. Данилов Р.К., Боровая Т.Г. Курс эмбриологии с основами тератологии: учебник. СПб.: ВМА. 2016. 316 с.
2. Дзевульская И. В., Маликов А. В. Развитие черепа: некоторые литературные данные. «Південноукраїнський медичний науковий журнал». №2. Одеса 2018. С. 43–46.
3. Кузьменко Ю. Ю., Маликов А. В. Некоторые аспекты морфологических особенностей сердечно-сосудистой системы до и после рождения. «Вісник проблем біології та медицини». Вип.1, том 2 (143). Полтава 2018. С. 17–23.
4. Обухов Д.К. Современные представления о развитии, структуре и эволюции неокортекса конечного мозга млекопитающих животных и человека // В сб.: Вопросы морфологии XXI века, 2008. Вып. 1. С. 200–223.
5. Савельев С.В. Стадии эмбрионального развития мозга человека. М.: «Веди», 2002 г.
6. Baker K. Neuronal crest and cranial ectodermal placodes. In: Development of the Nervous system, 2006 (2 ed.) (Sanes D.H., Ren T.A., Harris W.A. eds.) Elsevier Acad. Press. 2006.
7. Gilbert S.F. Developmental biology (8 ed.). USA, 2006. 817 p.