

*<sup>1</sup>Заточная В. В., <sup>2</sup>Мохаммади М. Т.*

## **РАЗВИТИЕ ПОЗВОНКОВ НА 9-Й НЕДЕЛЕ ЭМБРИОГЕНЕЗА**

*<sup>1</sup> Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

*<sup>2</sup> Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Развитие позвонков представляет особый интерес из-за важной роли, которую они играют в скелете и в связи с особым способом их формирования. Развитие позвоночника в эмбриогенезе характеризуется последовательной сменой 3 стадий: мезенхимной, хрящевой и костной. В процессе роста позвонков наблюдается образование отдельных центров окостенения в первичной хрящевой массе и последующее слияние этих центров, приводящее к формированию единого костного элемента [1]. Тем не менее, нередки такие пороки развития позвоночника, как *spina bifida*, экстраторакальные ребра. Причиной их развития является нарушение процессов формирования костного позвонка [2].

Настоящее исследование основано на изучении гистологических срезов эмбрионов на 9-й неделе эмбриогенеза. Внимание было направлено на взаимосвязь между развитием позвоночного столба, ребер и периферической нервной системы.

Цель данного исследования — изучить строение и развитие позвонков во взаимосвязи с близлежащими анатомическими структурами (ребрами и спинномозговыми нервами).

**Материал и методы.** Микроскопическим методом изучено 64 сагиттальных, 24 поперечных и 12 фронтальных серий срезов эмбрионов человека от 27 до 33 мм теменно-копчиковой длины (ТКД) из коллекции кафедры нормальной анатомии УО «Белорусский государственный медицинский университет». Срезы окрашены по методике Бильшовского–Буке, гематоксилином и эозином.

**Результаты и их обсуждение.** В ходе исследования нами была выполнена графическая реконструкция поперечных срезов позвонков С7, Th8 и L2 (рис. 1).

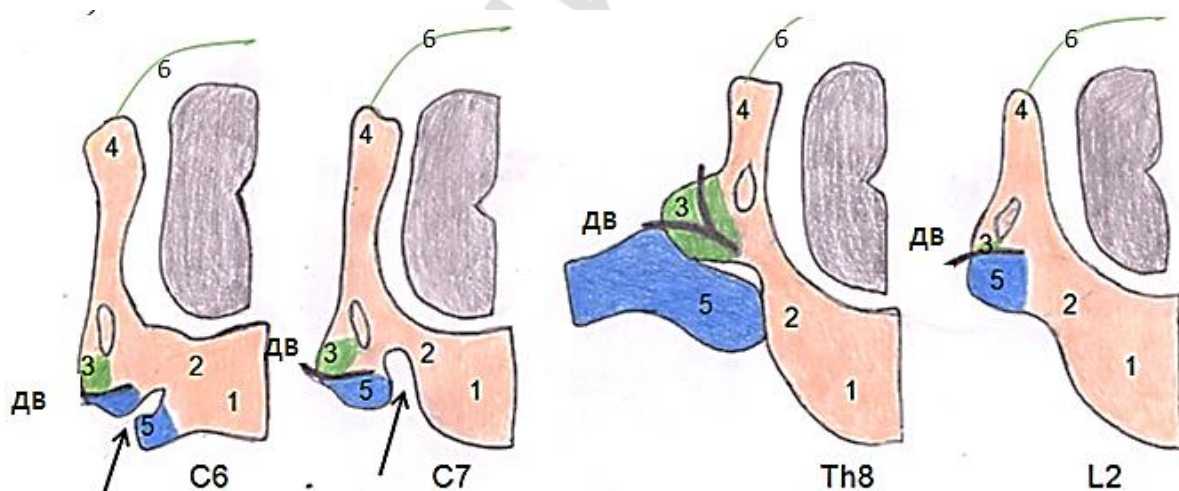


Рис. 1. Графическая реконструкция позвонков С7, Th8, L2, нервной трубки и дорсальных ветвей (ДВ) спинномозговых нервов:

1 — тело позвонка; 2 — двухсторонняя основа-ножка; 3 — истинная поперечная закладка; 4 — будущая дуга позвонка; 5 — реберная закладка; 6 — соединительнотканная мембрана

Эмбриональный позвонок состоит из тела и дуги, представленной двусторонней основой — ножкой и короткими, немного раздвоенными отростками по обе стороны от закладки спинного мозга, которые соединяются коллагеновыми волокнами, формирующими соединительнотканную мембрану. Хорошо заметны поперечные отростки. В формировании поперечных отростков принимают участие две закладки [1, 4]. Реберные закладки (темные) расположены кпереди от дорсальных ветвей (ДВ) спинномозговых нервов. Истинные поперечные закладки расположены кзади от ДВ. В поясничных позвонках поперечная закладка редуцируется. Стрелки указывают на будущие отверстия в поперечных отростках шейных позвонков.

Внеторакальные ребра иногда могут быть обнаружены у взрослых в шейном отделе и в поясничной области. Их наличие связано с развитием отдельных центров окостенения в реберных закладках шейных и поясничных позвонков [3, 4].

Практически все виды соединений между позвонками и ребрами представлены на примере 2–10 ребер: между будущими телами позвонков, между суставными полуямками тел смежных позвонков и головкой ребра, а также между суставной ямкой поперечного отростка и бугорком ребра (рис. 2, А).

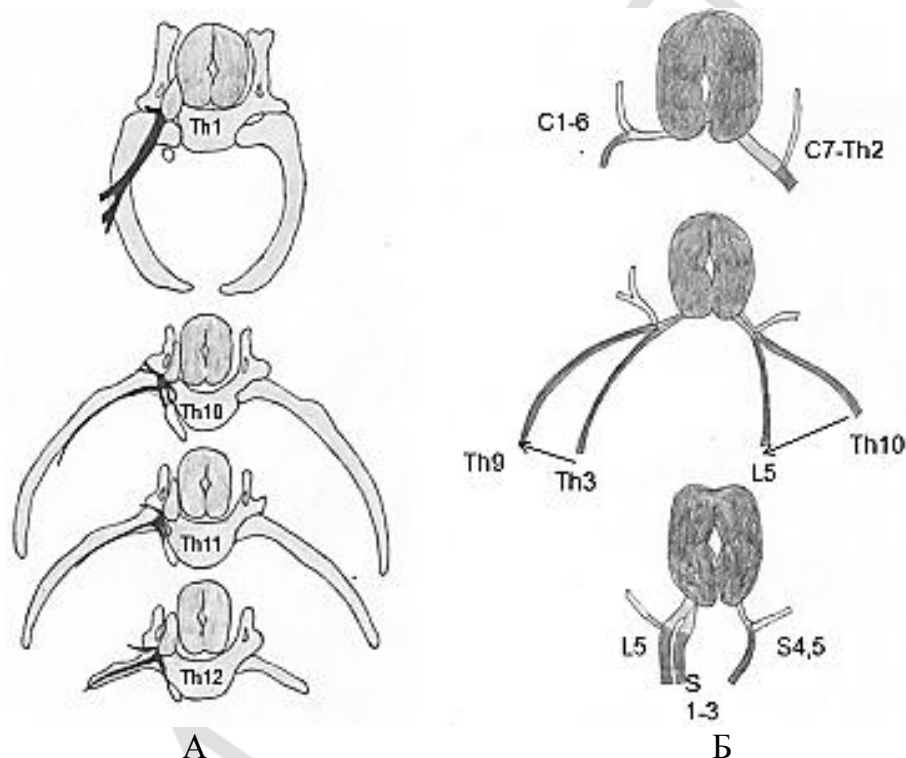


Рис. 2. Графическая реконструкция взаиморасположения грудных позвонков, ребер и спинномозговых нервов (А) и хода спинномозговых нервов в различных сегментах спинного мозга (Б)

Первое ребро отличается от остальных ребер тем, что оно соединяется с собственным позвонком и с вышележащим будущим 7 шейным позвонком. И только 11 и 12 ребра прикрепляются к отдельным суставным ямкам на теле соответствующих грудных позвонков. Окончательное расположение элементов дугоотростчатых суставов на 9 неделе присутствует только в шейном отделе, в других отделах позвоночника изменения в направлении суставных поверхностей продолжают после рождения [1].

Установлена взаимосвязь между взаиморасположением тел позвонков и корешков, формирующих спинномозговые нервы, ход которых является горизонтальным только в шейных и верхнем грудном сегментах, в то время как в Th 2–12 спускается наклонно (рис. 3, Б). Спуск корешков грудных нервов происходит примерно до половины сегмента, в то время как в поясничном сегменте он гораздо круче, и разница в уровне спуска составляет примерно один сегмент, что соответствует большей высоте поясничных позвонков.

Чувствительные узлы грудных спинномозговых нервов лежат частично на основах-ножках дуги (рис. 3, А). Спинномозговой нерв короткий и лежит в верхней половине межпозвоночного отверстия. Сразу после выхода из межпозвоночного отверстия он делится на ветви [4].

Общая картина дорсальной ветви грудного нерва выглядит следующим образом: она проходит по линии между поперечным отростком и бугорком ребра, дает ветвь к суставной капсуле. Затем делится: одна ветвь следует к задней границе ребра, другая проходит сверху и пересекает поперечный отросток. Веточка от ближней части дорсальной ветви подходит к стыку между головкой ребра и будущим телом позвонка (рис. 2, А).

Расходящийся латерально ход ventральных ветвей Th 3–9 связан с расширением грудной клетки, в то время как ветви Th1 и Th2 располагаются в соответствии с ветвями C7 и L3–5. Ход ventральных ветвей L1 и L2 больше напоминает ход аналогичных грудных, нежели поясничных нервов, тогда как ход ветвей L 3–5 аналогичен ходу крестцовых нервов (рис. 2, Б).

Ганглии симпатического ствола пока плохо разграничены, но имеют общий зачаток, который представлен сплошной массой темных клеток и волокон (рис. 3, А). На большинстве уровней срезов видны две соединительные ветви.

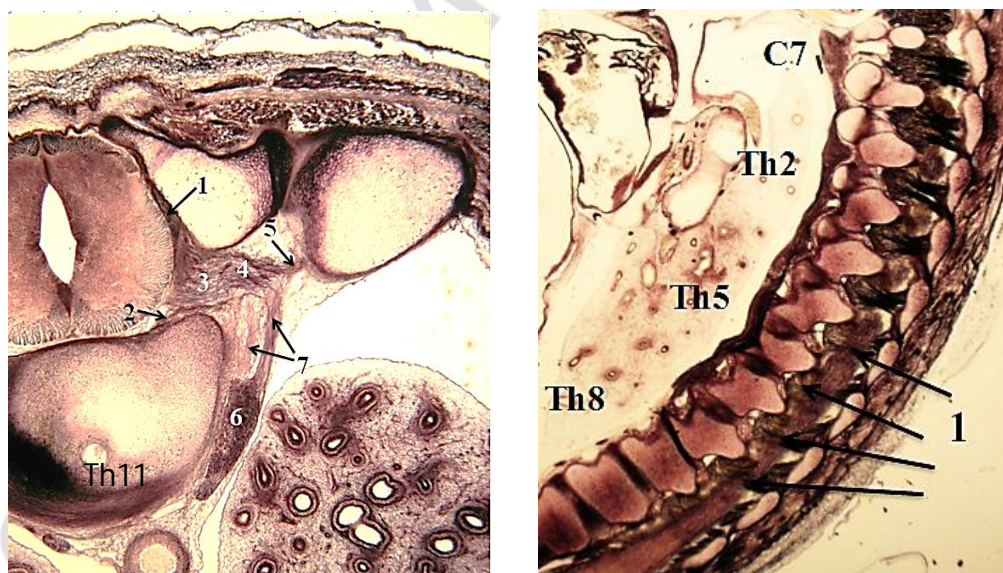


Рис. 3. Структура спинномозгового нерва:

1 — дорсальный корешок, 2 — ventральный корешок, 3 — спинномозговой ганглий, 4 — спинномозговой нерв, 5 — ventральная ветвь, 6 — соединительные ветви, 7 — симпатический ганглий;

А — поперечный срез зародыша человека 28 мм ТКД. Импрегнация серебром по Бильшовскому–Буке. Увеличение  $\times 50$ . Б — продольный срез зародыша человека 33 мм ТКД. Импрегнация серебром по Бильшовскому–Буке. Увеличение  $\times 12,5$

В заключение следует отметить, что у 9-недельного зародыша человека дуга позвонка имеет вид двух отростков, охватывающих с обеих сторон закладку спинного мозга. В этом возрасте позвоночный канал не замкнут сзади на всем протяжении. Также на всем протяжении позвоночника выявляются хрящевые закладки ребер. В последующем часть из них сохраняются как самостоятельные анатомические структуры, другие входят в состав поперечных отростков позвонков. Через отверстия между позвонками проходят спинномозговые нервы. Формирующие их корешки имеют горизонтальное направление хода в шейном отделе и наклонное в пояснично-грудном.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Moore, K. L. The development human : clinically oriented embryology / K. L. Moore, T. V. N. Persaud. 6<sup>th</sup> ed. 1998. P. 412–414.
2. Babic, M. S. Development of the notochord in normal and malformed human embryos and fetuses / M. S. Babic // Int. J. Devel. Bio L. 1991. № 35. P. 345–352.
3. Kenro, K. Formation Errors of the Vertebral Column / K. Kenro, D. Peter // J. Bone Joint Surg. Am. 2007. № 89. P. 64–71.
4. Verbout, A. J. The development of the vertebral column / A. J. Verbout // Adv. Anat. Embryol. Cell Biol. 1985. P. 122.

<sup>1</sup>*Zatochnaya V. V.*, <sup>2</sup>*Mohammadi M. T.*

### **Vertebral development in 9<sup>th</sup> week of embryogenesis**

<sup>1</sup> *Belarusian State Medical University, Minsk,*

<sup>2</sup> *Belarus Republic Scientific and Practical Center for Traumatology  
and Orthopaedics, Minsk*

The purpose of the research is to study the structure and development of the spine and related structures in early stages of embryogenesis. 64 sagittal, 24 transverse and 12 frontal planes of human embryos with crown-rump length 27–33 mm were studied with the microscope. In human embryo, spine development occurs by indirect osteogenesis. At first, the vertebral body consisting of cartilage is formed. Vertebral arch has the form of two processes, covering both sides of the spinal cord anlage. By the end of the embryonic period the spinal canal is not closed at the back all along. Cartilaginous ribs are revealed along the spine. In the future, some of them are saved as separate anatomical structures, and others become a part of the transverse processes of the vertebrae. Spinal nerves pass through the openings between the vertebrae. Forming their roots have a horizontal direction of travel in the cervical region and slope in the lumbar-thoracic.

**Key words:** cartilaginous vertebra, indirect osteogenesis, intervertebral disk, cartilaginous ribs, spinal nerves.