

На правах рукописи

Галиакбарова Виктория Альбертовна

**АНАТОМИЯ И ТОПОГРАФИЯ
СПИННОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА
В 16-22 НЕДЕЛИ ПРЕНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА**

3.3.1. Анатомия и антропология

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук**

Оренбург - 2024

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научный руководитель:

Лященко Диана Наилевна - доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой анатомии человека федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

Гайворонский Иван Васильевич - заслуженный работник Высшей школы РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной анатомии федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации;

Харченко Владимир Васильевич - заслуженный работник Высшей школы РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии человека федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита диссертации состоится «__» _____ 2024 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета 21.2.049.02 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (460014, г. Оренбург, ул. Советская, 6).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке (460000, г. Оренбург, проспект Парковый, 7) и на сайте (<http://www.orgma.ru>) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Автореферат разослан «__» _____ 2024 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

доктор медицинских наук, доцент

Галеева Эльвира Науфатовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Пороки развития нервной трубки, в частности пороки развития спинного мозга, нередко являются причиной детской смертности и инвалидности [Нагорнева С.В. и др., 2018; Демикова Н.С. и др., 2019; Khoshnood B., Loane M., de Walle H., 2015]. Синдром фиксированного спинного мозга объединяет группу таких пороков, для которых характерно нарушение функции каудальных отделов спинного мозга, включающих двигательные, чувствительные, трофические и тазовые нарушения [Воронов В.Г. и др., 2010,2011; Рудакова А.В., 2011]. Наиболее часто встречающимся из этой группы пороков является spina bifida – врожденный порок развития позвоночного столба, причиной которого является нарушение закрытия нервной трубки к 28 дню беременности, приводящий к дефекту позвоночного канала и сопровождающийся образованием менингоцеле или миеломенингоцеле. По данным разных авторов частота расщелины позвоночника составляет от 3,4 до 4,63 на 10 000 новорожденных [Иванов В. А., 2022; Boulet S.L., Yang Q., Mai C. et al. 2008; Woodhouse C.R.J., 2008]. Примерно 10% живорожденных детей с миеломенингоцеле умирают в младенческом возрасте [Scott Adzick N., et al. 2011]. Нередко миеломенингоцеле сопровождается развитием грыжи заднего мозга, образуя мальформацию Арнольда-Киари или Киари II [Курцер М.А., 2018; Steinbok P., Irvine B., Cochrane D.D., Irwin B.J.,1992]. Рандомизированное клиническое исследование Management of Myelomeningocele Study (2003-2010) предоставило доказательство первого уровня о том, что пренатальная внутриутробная коррекция таких пороков, выполненная до 26 недель, достоверно снижает риск смерти и потребность в шунтировании, улучшает неврологический статус новорожденных и повышает вероятность самостоятельной ходьбы [Костюков К.В., Гладкова К.А. и др., 2019; Stiefel D., Copp A.J., Meuli M., 2007; Scott Adzick N. et al., 2011; Botelho R., Imada V., Rodrigues da Costa K. et al., 2017].

Пороки развития нервной трубки и, в частности, spina bifida обычно обнаруживаются во втором триместре беременности с 16 недели развития, но чаще всего в 19-21 недели внутриутробного развития. Согласно приказу Минздрава России № 1130н, вступившему в силу с 2021 года, данный срок соответствует второму скринингу. Для уточнения диагноза, уровня дефекта и степени смещения проводят МРТ диагностику. Частота выявления расщепления позвоночника во втором триместре беременности по разным данным составляет от 68 до 100% [Курцер М.А., 2018; Boyd P., Wellesley D., De Walle H., Tenconi R., Garcia-Minaur S., Zandwijken G.R., 2000].

Для своевременной диагностики и внутриутробной коррекции пороков развития нервной трубки необходимо наличие фундаментальных знаний по анатомии и топографии спинного мозга и прилежащих структур. В литературе имеется большое количество сведений об основных этапах эмбриогенеза нервной трубки и становлении позвоночного столба [Пэттен Б.М., 1959; Токин Б.П., 1966; Фалин Л.И., 1976; Заточная В.В., 2018; Bandtlow C.E., et al., 2000; Sadler T., 2005; Kramer E.R. et al., 2006; Akita K. et al., 2008; Dobbertin A. et al., 2010; Wozniak W.,

2010; Kwok J.C. et al., 2011; Endo T., 2015; Lang B.T. et al., 2015; Wiese S. et al., 2015; Nikolopoulou E., 2017].

Сведения по анатомии и топографии спинного мозга в эмбриональном периоде изложены в работах Н.В. Поповой-Латкиной (1966), Г.Д. Бурдей (1984), А.А. Родионова (2009), В.В. Заточной (2018), R. O'Rahilly (1986), R.A. Nievelein et al. (1993), W. Woźniak (2004), H.S. Jang, K.H. Cho, H. Chang et al. (2015). Кроме того, приводятся единичные данные по анатомии спинного мозга плода [Школьников В.С., 2014; Barson A.J., 1970; Saifuddin A. et al., 1976; Soleiman J. et al., 2005; Govender S., 1989; Vettivel S., 1991; Kesler H. et al., 2007; Arthurs O.J. et al., 2013; Cho K.H., Jin Z.W., Abe H. et al., 2016; Elvan Ö. et al., 2020]. Но эти сведения чаще всего представлены анатомическими данными о поздних сроках плодного периода или периода новорожденности, которые не могут быть использованы для пренатальной диагностики и фетальной хирургии.

Таким образом, существует необходимость в более детальном изучении фетальной анатомии и топографии спинного мозга и прилежащих структур, описании его возрастных, половых и индивидуальных особенностей в промежуточном плодном периоде онтогенеза.

Исследование выполнено в рамках научного направления кафедры анатомии человека Оренбургского государственного медицинского университета, посвященного изучению анатомии и топографии органов и структур плода [Попова Р.А., 2005; Михайлов С.Н., 2008; Яхина И.М., 2009; Лисицкая С.В., 2010; Щербаков С.М., 2011; Луцай Е.Д., 2013; Лященко Д.Н., 2013; Шаликова Л.О., 2013; Галеева Э.Н., 2016; Сенникова Ж.В., 2016; Саренко А.А., 2016; Никифорова С.А., 2016; Шальнева И.Р., 2017; Гулина Ю.В., 2020; Гусев Д.В., 2020; Исенгулова А.Ю., 2022; Найденова С.И., 2022; Муртазина Н.И., 2023].

Цель и задачи исследования

Цель исследования - получение новых комплексных данных по анатомии и топографии спинного мозга человека у плодов 16-22 недель развития.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Изучить особенности макромикроскопической анатомии спинного мозга человека у плодов 16-22 недель развития.
2. Описать топографию спинного мозга плода человека в разные сроки исследуемого периода на макропрепаратах, серийных гистотопограммах и распилах по Н.И. Пирогову.
3. Изучить особенности анатомии спинномозговых корешков и ганглиев 16-22 недель внутриутробного развития.
4. Дать количественную оценку изменениям анатомии и топографии спинного мозга у плода с интервалом в 2 недели.

Научная новизна работы

В ходе проведенного исследования получен комплекс новых количественных данных по макромикроскопической анатомии и топографии спинного мозга у плодов человека 16-22 недель развития. Впервые детально, с возрастным

интервалом в 2 недели, выполнено подробное изучение анатомии как спинного мозга в целом, так и его твердой оболочки, спинномозговых корешков и чувствительных узлов спинномозговых нервов в рассмотренном периоде внутриутробного развития.

Особую ценность представляют данные по топографии спинного мозга плода человека. Впервые подробно, с детальной возрастной разбивкой, описана скелетотопия всех сегментов спинного мозга человека в 16-22 недели внутриутробного развития. Кроме того, описаны взаимоотношения спинного мозга, твердой мозговой оболочки и позвоночного столба в каждой изученной возрастной группе плодов.

Теоретическое и практическое значение работы

Полученные в результате работы морфометрические данные расширяют фундаментальные знания морфологов по анатомии и топографии спинного мозга и прилежащих структур плода человека. Комплекс полученных сведений может быть использован в ходе учебного процесса в высших учебных заведениях и НИИ морфологического, акушерско-гинекологического, неонатологического профилей.

Сведения по нормальной анатомии спинного мозга могут быть полезны для своевременной пренатальной диагностики врожденных пороков нервной трубки при выполнении УЗ-скрининга или МРТ.

Кроме того, полученные анатомические данные могут послужить основой для внутриутробной хирургической коррекции пороков развития центральной нервной системы.

Методология и методы исследования

Настоящее исследование выполнено на кафедре анатомии человека ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России в период с 2020 по 2023 гг. Изучение анатомии и топографии спинного мозга плода человека проведено на основании изучения и анализа секционного материала торсов 60 плодов человека обоего пола на сроке гестации от 16 до 22 недель, полученных в результате прерывания нормально протекающей беременности по социальным показаниям. Возрастной период, выбранный для выполнения исследования, входит в рамки второго триместра беременности и соответствует второму УЗ-скрининговому исследованию на сроке 19-21 недели беременности (Приказ Минздрава России №1130н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология» от 20.10.2020), а также частично соответствует промежуточному плодному периоду онтогенеза [Колесников Л.Л., Шевлюк Н.Н., Ерофеева Л.М., 2014]. Кроме того, представленный возрастной диапазон подходит для морфологического обоснования внутриутробной коррекции пороков развития спинного мозга и позвоночного столба, проводимых на сроке 20-25 недель гестации [Курцер М.А. и др., 2018; Костюков К.В. и др., 2019; Adzick N.S., Thom E.A., Spong C.Y., 2011; Adalina Sacco et al., 2019].

Весь секционный материал был разделен на четыре возрастные группы: 16-17 недель, 18-19 недель, 20-21 недели и 22 недели. Для решения поставленных задач настоящего исследования был использован комплекс классических, хорошо

апробированных методов: метод фиксации материала, метод макромикроскопического препарирования, метод распилов по Н.И. Пирогову в модификации, метод изготовления серийных гистотопограмм, метод морфометрии, фотографирование и документирование, вариационно-статистические методы обработки полученных данных.

Основные положения, выносимые на защиту

1. В 16-22 недели внутриутробного развития спинной мозг человека почти полностью сформирован: представлен в виде тяжа, уплощенного в переднезаднем направлении, имеет более выраженное шейное и менее развитое пояснично-крестцовое утолщения. Рост спинного мозга в изученном отрезке онтогенеза происходит неравномерно, в основном в начале периода, с 16 по 19 недели, и преимущественно за счет грудной и крестцово-копчиковой частей.

2. Скелетотопия сегментов спинного мозга плода значительно отличается от таковой у новорожденных и взрослого человека. Фетальной особенностью его топографии является так называемое «восхождение» мозгового конуса спинного мозга плода. Взаимоотношения спинного мозга, твердой мозговой оболочки и позвоночного столба у плода в 16-22 недели развития имеют сильную положительную корреляционную зависимость.

3. Анатомия и топография спинномозговых корешков и чувствительных ганглиев спинномозговых нервов у плода зависят от уровня расположения сегментов спинного мозга и имеют свои особенности в каждом отделе позвоночного столба, что следует учитывать при проведении внутриутробных медицинских вмешательствах и манипуляциях на глубоко недоношенных новорожденных.

Степень достоверности, апробация результатов и личное участие автора

Высокая степень достоверности обусловлена достаточным количеством материала и выбором методов исследования. Статистическая обработка полученных данных была проведена при помощи параметрических методов в прикладных программах «Microsoft Word Excel» и «Statistical 10».

Основные положения работы были апробированы и доложены на: международном научно-практическом форуме студентов и молодых ученых, посвященном 70-летию Оренбургской государственной медицинской академии (2014г.); научной конференции с международным участием, посвященной 70-летию Ярославской государственной медицинской академии «Современные проблемы нейробиологии» (2014г.); Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых с международным участием в рамках «Дней молодежной медицинской науки» (2015г.); V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием студентов и молодых ученых в рамках «Дней молодежной медицинской науки», посвященной 70-летию студенческого научного общества имени Ф.М. Лазаренко Оренбургского государственного медицинского университета (2016г.); II Международном молодежном научно-практическом форуме «Медицина будущего: от разработки до внедрения» (2018 г.); 11-th International Symposium on Clinical and Applied Anatomy

(ISCAA) (Мадрид, 2019г.); V Международном молодежном научно-практическом форуме «Медицина будущего: от разработки до внедрения» (2021г.); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Молодые ученые науке и практике XXI века» (2022г.); Российской научно-практической конференции с международным участием «Вопросы теоретической и прикладной морфологии», посвященной 90-летию кафедры анатомии человека БГМУ и 80-летию Заслуженного работника высшей школы РФ, Заслуженного деятеля науки РБ, д.м.н., профессора В.Ш. Вагаповой (2022 г.).

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в выполнении всех этапов диссертационного исследования. Анализ источников литературы, работа с секционным материалом, изготовление всех препаратов, использование комплекса морфологических методов, обработка и оценка полученных данных, написание и оформление рукописи диссертации осуществлялись лично соискателем.

Подготовка публикаций по теме диссертации осуществлялась автором совместно с научным руководителем.

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты исследования внедрены в учебный процесс кафедры анатомии человека ФГБОУ ВО Самарского государственного медицинского университета, в учебный процесс кафедры анатомии человека и кафедры акушерства и гинекологии ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России.

Диссертационная работа отмечена премией Губернатора Оренбургской области для талантливой молодежи в 2022 году (Указ Губернатора Оренбургской области № 620–УК от 23.11.2022 г.).

Публикации

По материалам диссертационного исследования опубликованы 19 печатных работ, из них 4 статьи в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 189 страницах и состоит из введения, 6 глав, выводов и списка литературы, включающего 230 источников литературы, в том числе 98 работ отечественных и 132 публикации иностранных авторов. Список литературы составлен в соответствии с ГОСТ7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание». Работа иллюстрирована 23 рисунками (схемы, фотографии макропрепаратов, срезов по Н.И. Пирогову, сканограммы гистотопограмм), содержит 37 таблиц и 24 диаграммы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы собственного исследования

Исследование основано на изучении и анализе материала торсов 60 плодов человека обоего пола на сроке гестации от 16 до 22 недель, полученных из фетальной коллекции кафедры анатомии человека ФГБОУ ВО ОрГМУ. В исследовании был использован секционный материал, полученный в результате прерывания нормально протекающей физиологической беременности по социальным показаниям (согласно Постановлению Правительства РФ №98 от 6 февраля 2012 года) с соблюдением всех соответствующих деонтологических, этических и юридических норм (ФЗ РФ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» № 323-ФЗ от 21 ноября 2011 года, Постановление РФ №750 от 21 июля 2012г. «Об утверждении Правил передачи невостребованного тела, органов и тканей умершего человека для использования в медицинских, научных и учебных целях, а также использования невостребованного тела, органов и тканей умершего человека в указанных целях» (В редакции постановлений Правительства Российской Федерации от 06.03.2015 № 201; от 17.12.2016 № 1397), Приказ Министерства здравоохранения РФ от 6 июня 2013 г. N 354н «О порядке проведения патолого-анатомических вскрытий»).

Критериями включения плодов в исследование стали: одноплодная физиологически протекающая беременность; отсутствие у матери соматической патологии; отсутствие в анамнезе беременности данных о нарушениях фетоплацентарного кровотока, осложнений беременности; соответствие антропометрических показателей плода акушерско-гинекологическому анамнезу; отсутствие пороков развития у плода при скрининговых ультразвуковых исследованиях и при визуальном осмотре при заборе материала.

Тема диссертационного исследования одобрена локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (протокол №258 от 9 октября 2020г.).

Возрастной период, выбранный для выполнения исследования, входит в рамки второго триместра беременности и соответствует второму УЗ-скрининговому исследованию на сроке 19-21 недели беременности (Приказ Минздрава России №1130н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология» от 20.10.2020), а также является частью промежуточного плодного периода онтогенеза [Колесников Л.Л., Шевлюк Н.Н., Ерофеева Л.М., 2014]. Кроме того, представленный возрастной диапазон максимально подходит для морфологического обоснования внутриутробной коррекции пороков развития спинного мозга и позвоночного столба, проводимых на сроке 20-25 недель гестации [Курцер М.А. и др., 2018; Костюков К.В. и др., 2019; Adzick N.S., Thom E.A., Spong C.Y., 2011].

Установление возраста плода для каждого случая, включенного в данную выборку, проводилось с учетом данных акушерского анамнеза, медицинской документации (прижизненное УЗИ, обменная карта беременной, история болезни). Проверка возраста каждого плода проводилась с использованием двух методов: 1. Измерением теменно-пяточного и теменно-копчикового размеров [Б. Пэттен,

1959]; 2. Измерением четырех биометрических показателей: масса плода, теменно-копчиковый размер, окружность головы и длина стопы [И.А. Кириллова и др., 1991].

В соответствии с поставленными задачами исследования весь секционный материал был разделен на четыре возрастные группы: 16-17 недель, 18-19 недель, 20-21 недели и 22 недели. Распределение объектов исследования в настоящем диссертационном исследовании по сроку развития и гендерному признаку представлено в таблице №1.

Таблица 1

Распределение исследованного секционного материала по количеству образцов, полу и возрасту

№	Срок гестации	Количество образцов		
		Пол		Итого
		Муж	Жен	
1	16-17 недель (№№ протоколов)	1, 7,14, 18, 23,34, 48, 50	6, 15, 28, 31, 32, 38, 41, 42, 45	17
2	18-19 недель (№№ протоколов)	52, 53, 54, 60, 65, 66	68, 88, 89, 90, 91, 92, 93,95	14
3	20-21 неделя (№№ протоколов)	101, 103, 104, 107, 110, 115, 117	105, 108, 116, 127, 130, 134, 138, 142, 149	16
4	22 недели (№№ протоколов)	151, 154, 155, 163, 164, 165	173, 175, 176, 182, 185, 191, 193	13
Всего		27	33	60

При исследовании секционного материала был использован комплекс следующих морфологических методов: фиксация материала, макромикроскопическое препарирование, метод распилов по Н.И. Пирогову в модификации и гистотопографический метод. 40 из 60 плодов 16-22 недель развития были изучены посредством метода макромикроскопического препарирования. Методом распилов по Н.И. Пирогову были изучены 20 случаев, из которых было изготовлено 20 серий гистотопограмм (всего – 20 случаев).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Описательная анатомия спинного мозга плода человека

В 16-22 недели внутриутробного развития спинной мозг плода полностью сформирован: отчетливо определяются шейное и пояснично-крестцовое утолщения, мозговой конус, начальные отделы корешков спинномозговых нервов и чувствительные спинномозговые ганглии (Рис. 1).

У плода хорошо визуализируются передняя срединная щель и задняя срединная борозда, от которой к центральному каналу отходит задняя срединная перегородка. Степень выраженности передней латеральной и задней латеральной борозд увеличивается от 16 к 22 неделе развития. Шейное утолщение формируется за счет сегментов С₃-Th₁ и в 16-21 недели развития располагается на уровне тел

позвонок C_{II} - Th_I . К 22 неделе нижняя граница поднимается до позвонка C_{VII} . Пояснично-крестцовое утолщение спинного мозга у плода образовано сегментами Th_{12} - Sc_3 . Расположение утолщения в каудальной части спинного мозга определяет наибольшую изменчивость и вариабельность его топографии во всех возрастных группах плодов, что является одной из выявленных фетальных особенностей. Так, в начале изученного периода (16-17 недели внутриутробного развития) оно расположено на уровне позвонков Th_{XI} - L_{IV} , в 18 - 21 недели развития - на уровне Th_{XI} - L_{III} , в 22 недели - Th_X - L_{III} .

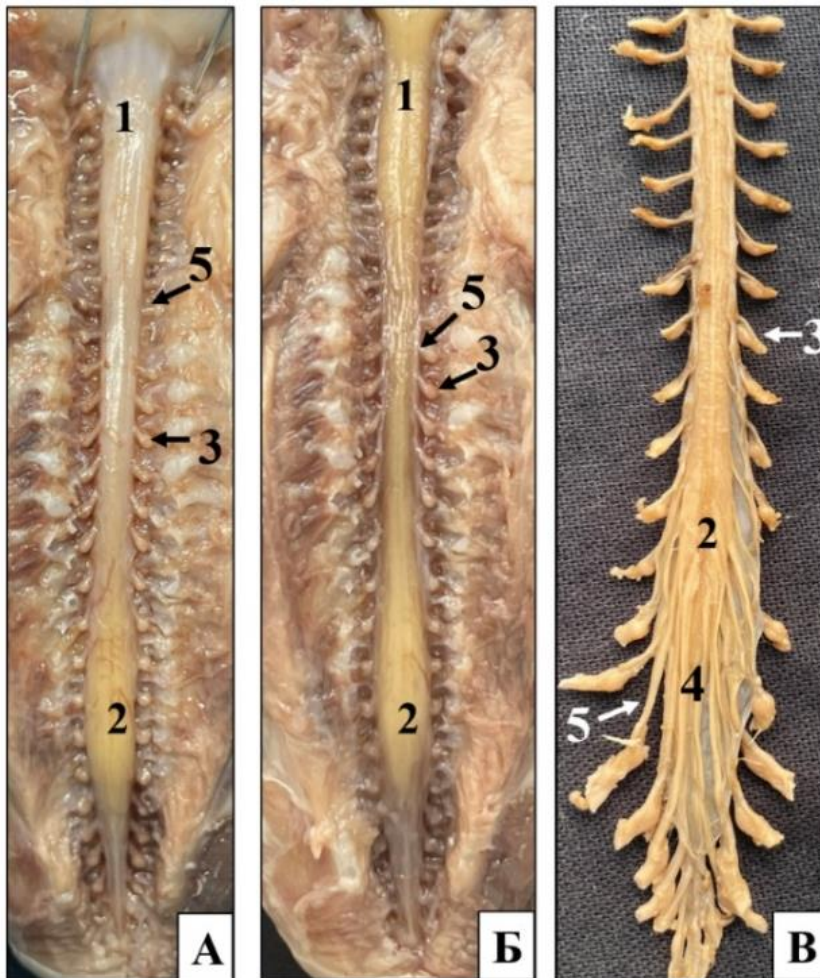


Рис.1 Спинной мозг плода.

А - в твердой мозговой оболочке (вид сзади).

Б - после удаления твердой мозговой оболочки (вид сзади).

Фото макропрепарата, протокол №18, 17 недель, мужской пол, увеличение в 1,5 раза.

В - изолированный спинной мозг плода (вид спереди).

Фото макропрепарата, протокол №67, 18 недель, женский пол, увеличение в 1,5 раза.

1 - шейное утолщение спинного мозга,

2 - пояснично-крестцовое утолщение спинного мозга,

3 - спинномозговой ганглий,

4 - конский хвост спинного мозга,

5 - спинномозговой корешок.

Следует отметить, что в 16-22 недели внутриутробного развития длина шейного утолщения спинного мозга человека ($16,39 \pm 0,50$ мм - $20,23 \pm 0,52$ мм) превалирует над длиной пояснично-крестцового утолщения ($14,92 \pm 0,53$ мм - $18,20 \pm 0,50$ мм). Темп прироста длины шейного утолщения также превосходит темп прироста пояснично-крестцового утолщения (23% против 22%), что в целом подтверждает наличие краниокаудального градиента развития в пренатальном периоде.

Ниже пояснично-крестцового утолщения спинной мозг плода уменьшается в диаметре и образует мозговой конус (Рис. 2). В его формировании участвуют сегменты Sc_3 - Co_1 . В изученном периоде онтогенеза наблюдается так называемое «восхождение» мозгового конуса: в 16-17 недель развития он начинается на уровне середины позвонка L_{IV} , заканчивается на уровне тела позвонка L_V ; в группах 18-19 недель и 20-21 недели развития мозговой конус располагается на уровне всего тела позвонка L_{IV} , к концу изученного периода (22 недели развития) конус определяется

от межпозвоночного диска L_{II-III} до нижнего края тела позвонка L_{III}. Таким образом, в рассматриваемом периоде онтогенеза мозговой конус скелетотопически смещается вверх от 16 к 22 неделе развития.

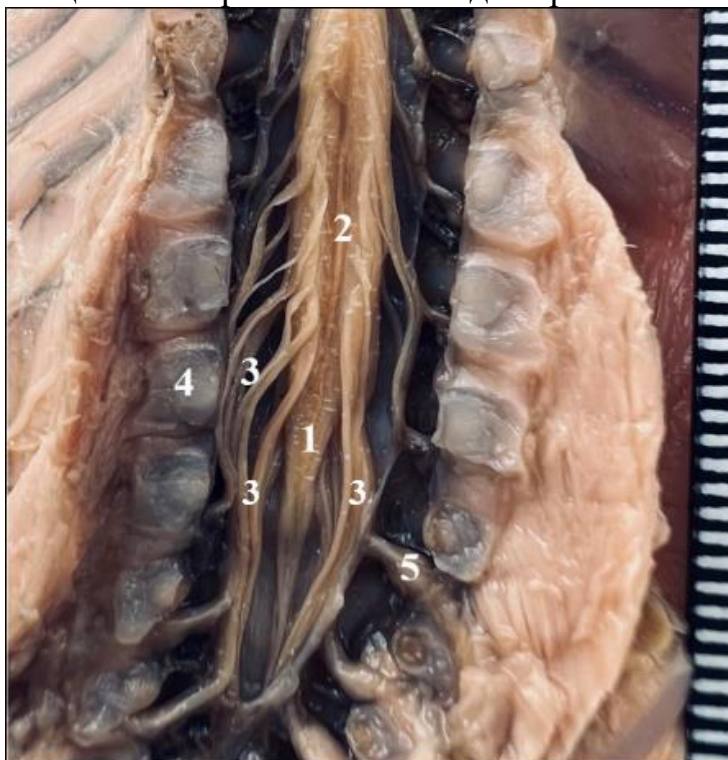


Рис. 2 Мозговой конус спинного мозга плода человека.

Фото макропрепарата, протокол № 90, 19 недель, женский пол, увеличение в 4 раза.

1 – мозговой конус спинного мозга,
2 – пояснично-крестцовое утолщение,
3 – спинномозговые корешки, формирующие конский хвост,
4 – дуга поясничного позвонка,
5 – спинномозговой ганглий.

Мозговой конус спинного мозга плода, как и взрослого человека, заканчивается терминальной нитью. Ее длина у плода увеличивается закономерно с изменением уровня окончания мозгового конуса: в 16-17 недель внутриутробного развития она составила $14,47 \pm 0,17$ мм, в 18-19 недель - $16,20 \pm 0,17$ мм, в 20-21 недели - $18,50 \pm 0,17$ мм, к 22 неделе развития средняя длина была равна $21,82 \pm 0,16$ мм. Терминальная нить продолжается ниже спинного мозга в составе «конского хвоста».

Морфометрическая характеристика спинного мозга плода человека в 16-22 недели

В связи с анатомической близостью и клинической значимостью морфометрические параметры спинного мозга были изучены и описаны совместно с показателями твердой оболочкой спинного мозга плода. Было выявлено, что в 16-17 недель внутриутробного развития длина спинного мозга составляет $65,30 \pm 0,96$ мм, в 18-19 недель развития – $74,72 \pm 1,49$ мм, в 20-21 недели гестации – $81,44 \pm 1,12$ мм, к концу изученного периода значения данного параметра достигли $88,28 \pm 1,42$ мм. В свою очередь твердая оболочка спинного мозга имела большую длину по сравнению с самим спинным мозгом. Так, в 16-17 недель внутриутробного развития средняя длина твердой оболочки была равна $73,43 \pm 2,10$ мм, в 18-19 недель развития – $82,28 \pm 1,42$ мм, в 20-21 недели гестации средняя длина твердой оболочки составила $89,18 \pm 1,73$ мм, а к 22 неделе достигла $97,29 \pm 2,05$ мм. За весь рассматриваемый период (с 16 по 22 недели развития) длина спинного мозга увеличилась на 35,19% (преимущественно за счет первой половины изученного периода), длина твердой оболочки увеличилась на 32,49%.

Дальнейшим этапом исследования стало измерение длины каждой части спинного мозга, состоящей из соответствующих сегментов, при этом крестцовая и копчиковая части были объединены в одну группу. Под сегментом спинного мозга общепринято называть участок, которому соответствуют передние и задние корешки и половина зоны выше- и нижележащих межкорешковых промежутков [Бурдей Г.Д., 1971,1975,1984]. Поэтому измерение границ частей спинного мозга производили с учетом этих понятий. Результаты измерений представлены в таблице 2. В 16-22 недели развития наибольшую протяженность имеет грудная часть, она составляет 46-48% от общей длины спинного мозга, наименьшую - крестцово-копчиковая часть (9-10%). При этом основное увеличение длины спинного мозга к 22 неделе происходит за счет грудной и крестцово-копчиковой частей. Однако в начале изученного периода (с 16 по 19 неделю) превалирует рост поясничной части спинного мозга.

Идентификацию и морфометрию частей оболочки проводили в соответствии с парами спинномозговых нервов. Результаты морфометрии представлены в таблице 3. Рост твердой оболочки спинного мозга в 16-22 недели развития происходит за счет крестцово-копчиковой части. Однако в разных возрастных группах плодов превалирует рост различных частей твердой оболочки. В начале периода (с 16 по 19 недели) интенсивнее растут шейная (10,76%) и поясничная части (12,66%). С 19 по 21 недели гестации интенсивнее возрастает длина грудной (16,03%) и крестцово-копчиковой частей (32,07%) твердой оболочки спинного мозга. В конце изученного периода (21-22 недели) рост оболочки происходит за счет поясничной части (18,19%).

Таблица 2

Средняя ($X \pm S_x$, мм), минимальная (min, мм) и максимальная (max, мм) длина частей спинного мозга в 16-22 недели внутриутробного развития

Возраст плода	Показатель	Части спинного мозга			
		шейная	грудная	поясничная	крестцово-копчиковая
16-17 недели*	$X \pm S_x$	17,85±0,51	29,85±0,52	11,42±0,31	6,17±0,11
	Min	14,57	27,15	9,67	4,32
	Max	19,53	31,85	12,76	10,12
18-19 недели	$X \pm S_x$	19,19±0,52	34,68±1,01	14,07±0,39	6,77±0,62
	Min	16,3	30,2	12,43	4,3
	Max	21,7	40,5	16,4	9,4
20-21 недели	$X \pm S_x$	20,57±0,25	37,65±0,60	14,76±0,73	8,45±0,42
	Min	19,55	35,41	10,25	6,21
	Max	22,1	40,24	17,3	10,43
22 неделя*	$X \pm S_x$	21,43±0,47	42,33±0,44	15,64±0,63	8,88±0,42
	Min	18,87	40,16	12,73	7,10
	Max	23,85	44,11	18,15	11,21

Примечание: * сравниваемые показатели статистически достоверны при $p < 0,05$.

Средняя ($X \pm Sx$, мм), минимальная (min, мм) и максимальная (max, мм) длина частей твердой оболочки спинного мозга в 16-22 недели внутриутробного развития

Возраст плода	Показатель	Части твердой оболочки спинного мозга			
		шейная	грудная	поясничная	крестцово-копчиковая
16-17 недели*	$X \pm Sx$	18,03±0,59	33,97±1,33	14,77±0,77	6,67±0,29
	Min	15,37	28,54	11,47	5,21
	Max	20,51	41,25	20,28	7,58
18-19 недели	$X \pm Sx$	19,97±0,56	35,56±1,00	16,64±0,71	7,11±0,54
	Min	17,7	34,28	13,00	4,32
	Max	22,31	43,74	21,46	10,28
20-21 недели	$X \pm Sx$	21,10±0,60	41,26±1,34	17,43±0,66	9,39±0,65
	Min	18,43	34,5	15,32	5,59
	Max	24,48	47,85	21,34	12,81
22 неделя*	$X \pm Sx$	21,98±0,63	44,21±1,20	20,60±0,74	10,49±0,55
	Min	19,23	38,51	17,44	7,34
	Max	25,14	51,38	25,17	13,15

Примечание: * сравниваемые показатели статистически достоверны при $p < 0,05$.

Морфометрия межкорешковых промежутков косвенно отражает размеры сегментов спинного мозга, полученные абсолютные значения справа и слева отличаются, но статистически достоверной разницы между ними не выявлено. Аналогичные данные были получены и при морфометрии межкорешковых промежутков твердой оболочки спинного мозга.

Морфометрические данные поперечного размера спинного мозга и твердой мозговой оболочки, полученные при измерении на уровне всех позвонков позвоночного столба, отражают топографию шейного и пояснично-крестцового утолщения.

Особенности скелетотопии сегментов спинного мозга плода человека

Топография спинного мозга человека в 16-22 недели развития имеет свои особенности, присущие этому периоду развития. Расположение сегментов в рассматриваемом периоде не соответствует общепринятому правилу Шипо, и в каждой группе можно выделить определенные закономерности (Рис. 2).

В 16-17 недель внутриутробного развития все шейные сегменты располагаются на один позвонок выше соответствующего позвонка. Таким образом, первый шейный сегмент располагается на уровне большого затылочного отверстия, а последний – на уровне межпозвоночного диска $C_{VII} - Th_I$. Верхние грудные сегменты ($Th_I - Th_7$) расположены на уровне соответствующих позвонков, сегменты $Th_8 - Th_9$ расположены на уровне позвонка Th_{VIII} , сегменты $Th_{10} - Th_{12}$ расположены на один позвонок выше таким образом, что грудная часть спинного мозга заканчивается на уровне верхней $\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$ тела позвонка Th_{XI} . Поясничные сегменты расположены на уровне позвонков $Th_{XI} - L_{II}$, крестцовые - $L_{III} - L_{IV}$, нередко вплоть до верхней $\frac{1}{2}$ позвонка L_V , а копчиковый сегмент соответствует телу L_V .

В 18-19 недель развития шейные сегменты, как и в предыдущей группе, располагаются на один позвонок выше, верхние грудные сегменты (Th₁ - Th₂) находятся на уровне позвонка Th₁, остальные сегменты грудной части спинного мозга (Th₃ – Th₁₂) располагаются на один позвонок выше, поясничные сегменты соответствуют позвонкам Th_{XII} - L_{II}, нередко достигая уровня L_{III}, крестцовые и копчиковый – на уровне L_{III} - L_{IV}. В 20-21 недели сегменты спинного мозга повторяют закономерности скелетотопии предыдущей группы с незначительными изменениями.

К концу изученного периода (22 неделя развития) наблюдается так называемое «восхождение» всех сегментов спинного мозга. Шейные сегменты сохраняют тенденцию расположения на один позвонок выше, но в отличие от вышеописанных групп заканчиваются на уровне межпозвоночного диска C_{VI} – C_{VII}. Верхние грудные сегменты (Th₁-Th₄) находятся на уровне вышележащих позвонков, остальные грудные сегменты (Th₅ – Th₁₂) располагаются на 2 позвонка выше. Поясничная часть спинного мозга на данном сроке расположена на уровне от грудного позвонка Th_{XI} до верхней ½ тела позвонка L_{II}. Все крестцовые (Sc₁-Sc₅) и копчиковый (Co₁) сегменты соответствуют позвонкам L_{II} – L_{III}.

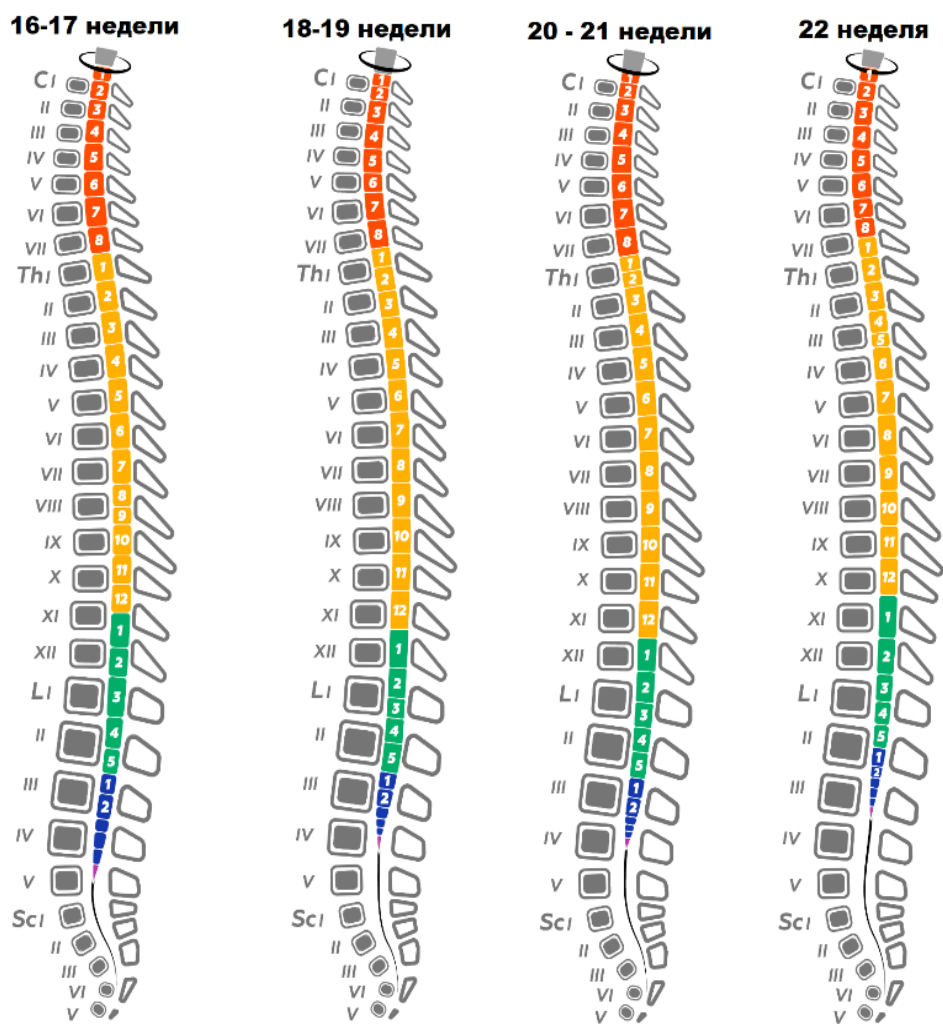


Рис.3 Схема скелетотопии сегментов спинного мозга человека в 16-22 недели внутриутробного развития. C – шейные сегменты, Th – грудные сегменты, L – поясничные сегменты, Sc – крестцовые сегменты, Co – копчиковый сегмент.

Топографо-анатомические взаимоотношения спинного мозга и окружающих структур

На горизонтальных распилах и серийных гистотопограммах плодов человека 16-22 недель внутриутробного развития отчетливо видно, что мягкая мозговая и субарахноидальная оболочки прилежат к спинному мозгу, в том числе и в области передней срединной щели, сам спинной мозг расположен внутри так называемого «мешка» твердой мозговой оболочки, в пределах которого визуализируются начальные отделы спинномозговых корешков. Весь вышеописанный комплекс локализуется в позвоночном канале (Рис. 4).

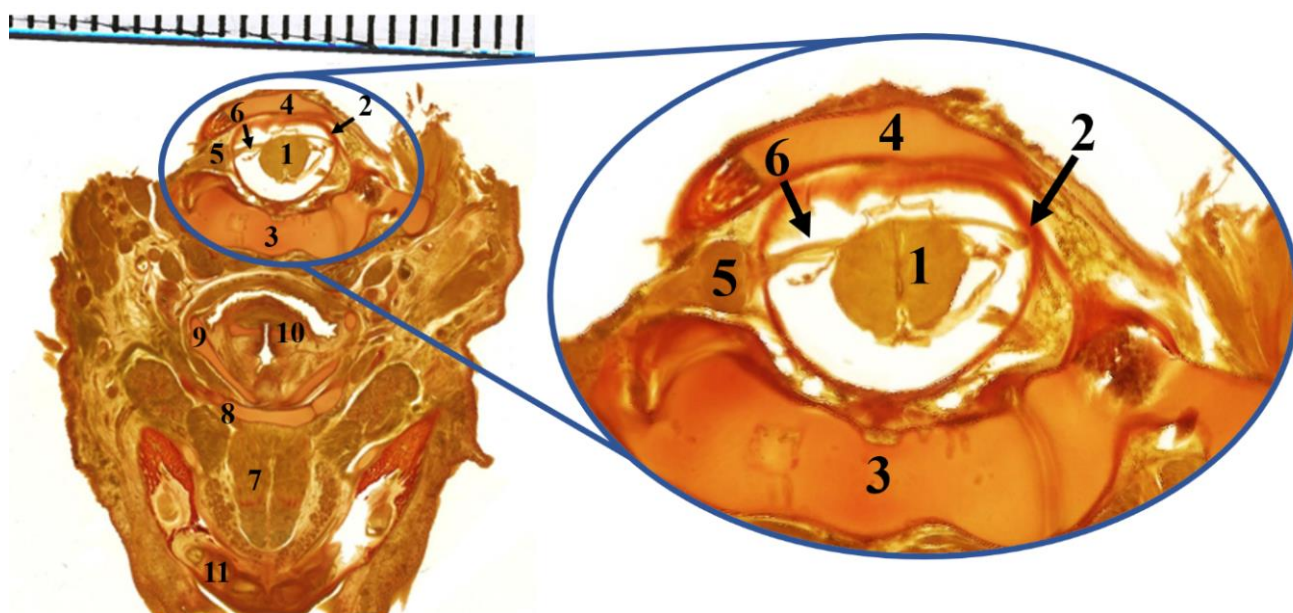


Рис. 4 Взаимоотношения спинного мозга, твердой мозговой оболочки и позвоночного канала в шейном отделе позвоночного столба плода человека.

Скан гистотопограммы (окраска по Ван Гизону), срез в горизонтальной плоскости на уровне позвонка С₁, протокол №164, 16 недель, мужской пол, увеличение в 5 раз.

1 – спинной мозг, 2 – твердая мозговая оболочка, 3 – передняя дуга позвонка С₁,
4 – задняя дуга позвонка С₁, 5 – спинномозговой ганглий, 6 – корешок спинномозгового нерва,
7 – язык, 8 – подъязычная кость, 9 – щитовидный хрящ гортани,
10 – черпаловидные хрящи гортани, 11 – зубы нижней челюсти.

В отношении синтопии спинного мозга человека в изученном периоде наиболее интересны его взаимоотношения с твердой оболочкой и позвоночным каналом. Для их более детального изучения были предложены следующие показатели: спинально-канальный индекс (СКИ) – отношение площадей поперечного сечения спинного мозга и позвоночного канала; спинально-дуральный индекс (СДИ) – отношение площадей поперечного сечения спинного мозга и твердой мозговой оболочки; дурально-канальный индекс (ДКИ) – отношение площадей поперечного сечения твердой мозговой оболочки и позвоночного канала. Вычисление данных индексов позволило выявить различия в анатомо-топографических взаимоотношениях вышеуказанных структур на различных уровнях.

Спинальный мозг в шейном отделе позвоночного столба в начале изученного периода (16-17 недели развития) занимает 27-34% от площади поперечного сечения позвоночного канала и 42-53% от площади пространства, ограниченного твердой мозговой оболочкой, которое в свою очередь занимает 62-77% от площади поперечного сечения позвоночного канала. К концу изученного периода (22 неделя) спинной мозг в шейном отделе позвоночного столба занимает 33-35% площади поперечного сечения позвоночного канала и 52-55% пространства, ограниченного твердой мозговой оболочкой, площадь поперечного сечения которого занимает 60-77% площади позвоночного канала. Эти данные подтверждают тот факт, что в шейном отделе позвоночного столба твердая оболочка имеет большее прилегание к стенкам позвоночного канала, чем к спинному мозгу, в связи с чем выраженность субдурального пространства превалирует над эпидуральным.

В грудном отделе позвоночного столба в ряде случаев твердая оболочка прилежит ближе к спинному мозгу, а в некоторых наблюдениях, наоборот, ближе к позвоночному каналу. Взаимоотношения спинного мозга и позвоночного канала плода в грудном отделе изменяются в сторону уменьшения площади поперечного сечения спинного мозга. Так, в 16-17 недели развития размер спинного мозга в шейном отделе составляет 27-32% от позвоночного канала, а в грудном отделе – 17-24%. Эта же тенденция наблюдается во всех изученных возрастных группах (в 18-19 недели развития 23-27% в шейном отделе против 15-21% в грудном, в 20-21 недели – 30-35% против 21-23%, в 22 неделю – 33-35% против 22-33%).

В поясничном отделе позвоночного столба взаиморасположение спинного мозга, твердой оболочки и позвоночного канала у плодов зависит от срока гестации и локализации пояснично-крестцового утолщения. В 16-17 недель внутриутробного развития площадь поперечного сечения спинного мозга составляет 19-35% от площади поперечного сечения позвоночного канала. Следует отметить, что спинально-канальный индекс на данном сроке гестации уменьшается в краниокаудальном направлении, этот факт отражает уменьшение спинного мозга относительно позвоночного канала в этом же направлении. В середине рассмотренного периода (18-21 недели внутриутробного развития) спинной мозг занимает 16-20% от позвоночного канала, а в 20-21 недели развития уже 18-36% от позвоночного канала. Такая разница связана с гетерохронностью развития позвоночного столба и спинного мозга. К 22 неделе спинной мозг занимает 19-22% от позвоночного канала.

Кроме того, для оценки корреляционных взаимоотношений спинного мозга, твердой мозговой оболочки и позвоночного канала плода человека на сроке 16-22 недели внутриутробного развития были рассчитаны коэффициенты корреляции площади этих структур. Согласно проведенным расчетам коэффициент корреляции площади поперечного сечения спинного мозга и позвоночного канала равен 0,88, спинного мозга и пространства, ограниченного твердой мозговой оболочкой – 0,93, пространства, ограниченного твердой мозговой оболочкой, и позвоночного канала - 0,92. Таким образом, между всеми этими структурами имеется сильная положительная корреляционная зависимость.

Описательная анатомия и морфометрическая характеристика корешков спинномозговых нервов у плодов рассмотренного периода

Анатомия спинномозговых корешков в 16-22 недели внутриутробного развития представляет особый интерес. Это связано в первую очередь с тем, что твердая оболочка, окружающая спинной мозг, продолжается по корешкам в оболочки спинномозговых нервов. Следовательно, истинная длина корешка, а также его топография, значительно отличаются от таковых до рассечения твердой мозговой оболочки и после ее диссекции.

В ходе исследования было выявлено, что передний и задний корешки спинномозговых нервов идут параллельно друг другу (Рис.5). В связи с малыми размерами и значительной анатомической близостью передний и задний корешки на данном сроке развития рассматривали как единую структуру – корешок спинномозгового нерва.

Изучение анатомии и топографии спинномозговых корешков плода на сроке 16-22 недели развития проводилось последовательно. После открытия позвоночного канала и визуализации «мешка» твердой мозговой оболочки осуществлялось измерение участка спинномозгового корешка от твердой оболочки до чувствительного ганглия (Рис. 6). Затем производилось рассечение твердой оболочки и измерение длины части корешка, находящейся в субдуральном пространстве, то есть от места отхождения корешковых нитей от спинного мозга до твердой оболочки, а также истинной длины участка корешка от спинного мозга до спинномозгового ганглия (Рис. 6).

В связи с топографией сегментов спинного мозга шейные корешки в рассматриваемом периоде онтогенеза имеют горизонтальный ход. Длина шейных корешков увеличивается в краниокаудальном направлении. Однако изменение интенсивности роста имеет обратную тенденцию.

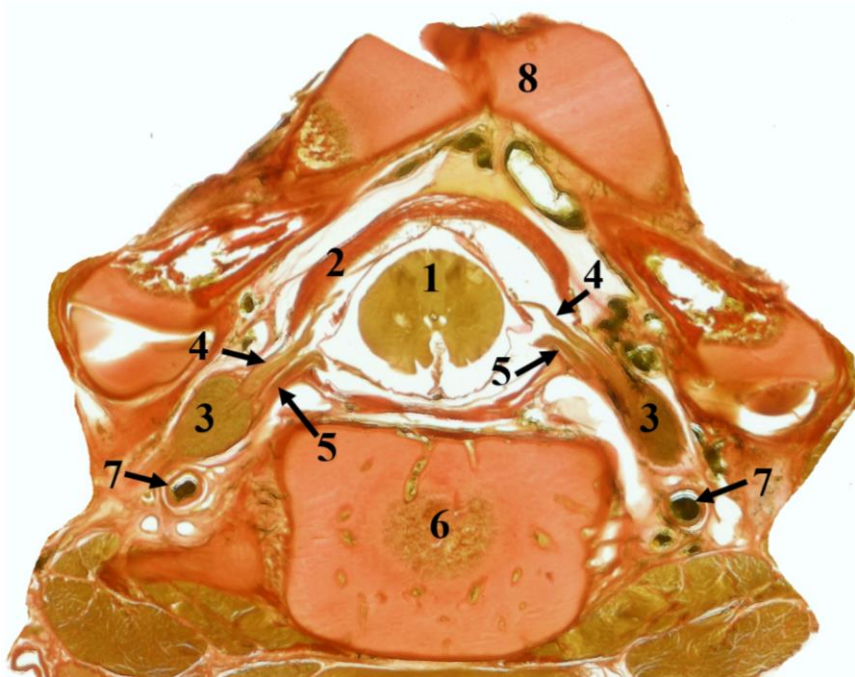


Рис. 5 Спинномозговые корешки плода. Скан гистотопограммы – срез в горизонтальной плоскости на уровне С_{III}, окрашенный по Ван Гизону, протокол № 185, 22 недели, женский пол, увеличение в 10 раз.
1 – спинной мозг,
2 – твердая мозговая оболочка,
3 – спинномозговой ганглий,
4 – задний корешок спинномозгового нерва,
5 – передний корешок спинномозгового нерва,
6 – тело позвонка С_{III},
7 – позвоночная артерия,
8 – дуга позвонка С_{III}.

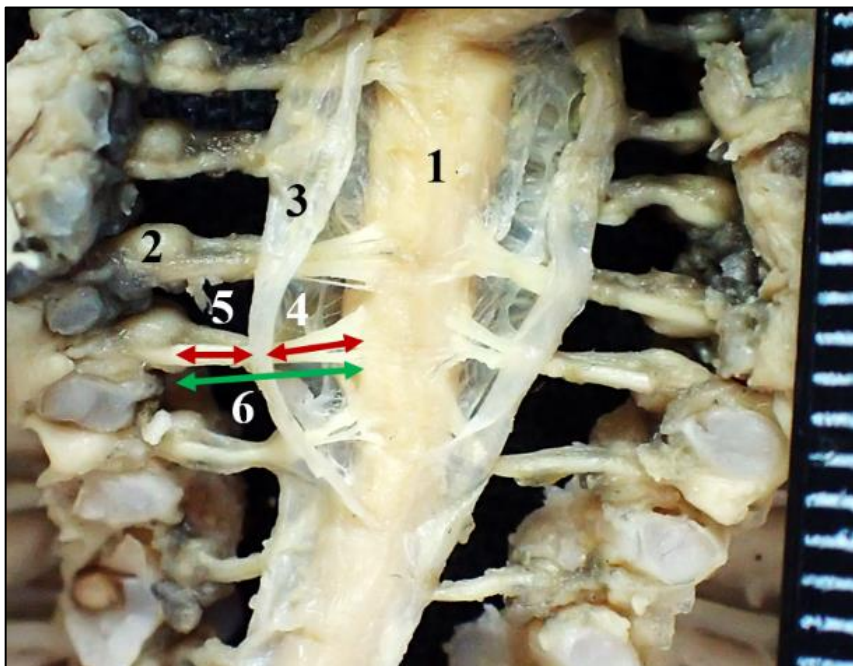


Рис. 6 Схема измерения спинномозговых корешков у плода. Вид спереди. Фото макропрепарата, протокол №101, 20 недель, мужской пол, увеличение в 9,5 раз.

1 – шейная часть спинного мозга, 2 –спинномозговой ганглий C₈, 3 – твердая мозговая оболочка, 4 – часть спинномозгового корешка от спинного мозга до твердой мозговой оболочки, 5 – часть спинномозгового корешка от твердой оболочки до ганглия, 6 – спинномозговой корешок от спинного мозга до ганглия.

Грудные корешки имеют косо-нисходящий ход и отходят от твердой оболочки под углом. Следует отметить, что начальные отделы грудных корешков расположены выше, чем место выхода корешка из мешка твердой оболочки, поэтому интрадуральная часть корешка от спинного мозга до оболочки имеет большую длину, чем оставшаяся часть корешка от оболочки до чувствительного ганглия. В отношении интенсивности роста длины грудных корешков можно выделить гетерохронность изменения данного параметра.

Те же закономерности наблюдаются и в отношении поясничных корешков спинномозговых нервов, при этом обращает на себя внимание тот факт, что в начале изученного периода (16-19 недели внутриутробного развития) участки поясничных корешков от твердой оболочки до чувствительного ганглия уменьшаются в краниокаудальном направлении, но к 22 неделе развития снова увеличиваются.

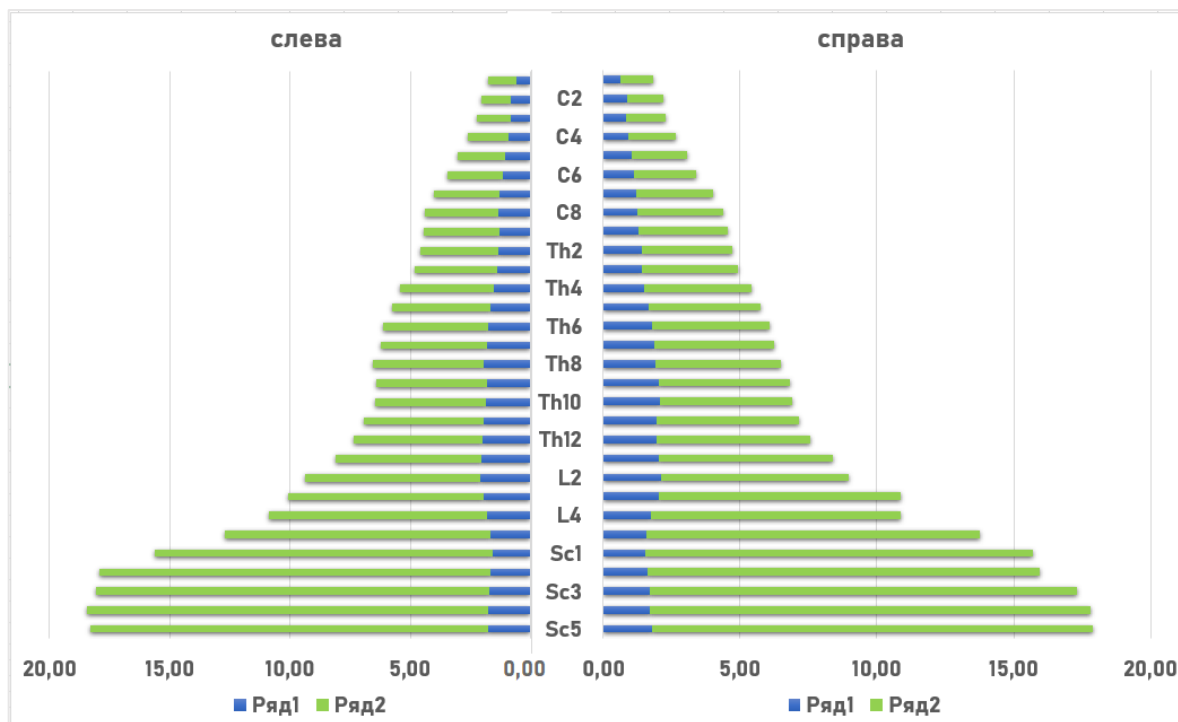
В свою очередь крестцовые корешки имеют свои особенности роста. Участки корешков от твердой мозговой оболочки до спинномозгового ганглия в 16-19 недель увеличиваются от Sc₁ к Sc₅, в 20-21 недели развития все крестцовые корешки в твердой мозговой оболочке имеют приблизительно одинаковую длину, однако к 22 неделе снова наблюдается увеличение длины от первого к пятому крестцовым корешкам. За весь рассмотренный период данный участок корешка увеличивается в среднем в 1,25 раз. В свою очередь истинная длина крестцовых корешков от спинного мозга до спинномозгового ганглия равномерно увеличивается от Sc₁ к Sc₅, на протяжении изученного периода интенсивность роста данного показателя составляет 9-29%.

Таким образом, в 16-22 недели внутриутробного развития имеется существенная разница между длиной корешков в твердой оболочке (от мешка твердой мозговой оболочки до чувствительного ганглия) и длиной корешка после ее удаления (от спинного мозга до чувствительного ганглия). Степень выраженности этой разницы зависит от уровня сегмента спинного мозга, от

которого отходит соответствующий корешок. Как видно из диаграммы 1, в шейных спинномозговых нервах длина корешка в твердой мозговой оболочке и без нее представлена в соотношении 1:2, в грудных – 1:2,5-3,5, в поясничных – 1: 4,5-5, в крестцовых – 1:10-11.

Диаграмма 1

Длина корешков спинномозговых нервов в 16-22 недели внутриутробного развития



Примечание:

ряд 1 – длина корешка в твердой мозговой оболочке (от оболочки до спинномозгового ганглия),
ряд 2 – длина корешка после удаления твердой мозговой оболочки (от спинного мозга до спинномозгового ганглия).

Особенности анатомии чувствительных спинномозговых ганглиев в 16-22 недели внутриутробного развития

В анатомии и топографии чувствительных спинномозговых ганглиев в рассмотренном периоде онтогенеза также можно выделить определенные особенности в отношении их формы, размеров и расположения.

Шейные ганглии расположены в межпозвоночных отверстиях и занимают в них более латеральное положение, близкое к экстрафораминальному (Рис. 7). Форма шейных чувствительных ганглиев близка к овальной, а расположение ориентировано строго в горизонтальной плоскости таким образом, что поперечный размер ганглиев имеет большие значения по сравнению с продольным (Рис.8).

Размеры шейных чувствительных ганглиев равномерно увеличиваются от С₁ к С₃, затем уменьшаются от С₃ к С₅, после чего снова возрастают от С₅ к С₈. В возрастных группах 16-17 и 18-19 недели развития в большинстве случаев поперечный размер шейных ганглиев преобладал над продольным, однако с 20 по 22 недели развития вышеописанные параметры имели относительно одинаковые значения. Среди шейных спинномозговых ганглиев наибольшие размеры имеет ганглий С₈. В 16-17 недели его продольный диаметр слева составил 1,26±0,05 мм,

поперечный размер – $1,26 \pm 0,04$ мм, справа эти значения были равны $1,33 \pm 0,04$ мм и $1,28 \pm 0,05$ мм соответственно. В 18-19 недели слева продольный диаметр ганглия C_8 составил $1,40 \pm 0,04$ мм, поперечный диаметр - $1,44 \pm 0,06$ мм, справа эти же параметры были равны соответственно $1,42 \pm 0,04$ мм и $1,38 \pm 0,06$ мм. В 20-21 недели внутриутробного развития этот ганглий имеет продольный диаметр слева $1,81 \pm 0,03$ мм, поперечный диаметр - $1,81 \pm 0,03$ мм, справа эти значения были соответственно равны $1,78 \pm 0,03$ мм и $1,76 \pm 0,04$. К концу изученного периода ганглии C_8 спинномозгового нерва слева имели продольный диаметр равный $1,65 \pm 0,04$, поперечный диаметр - $1,72 \pm 0,02$ мм, справа - $1,76 \pm 0,05$ и $1,65 \pm 0,03$ соответственно.

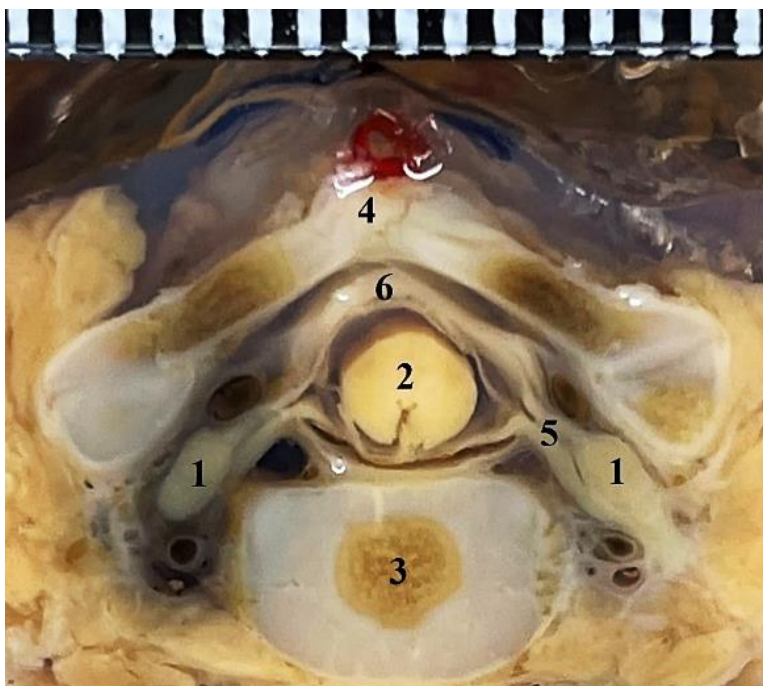


Рис. 7 Шейные чувствительные спинномозговые ганглии плода.

Фото препарата – срез в горизонтальной плоскости на уровне тела позвонка C_v , протокол №52, 18 недель, женский пол, увеличение в 10,5 раз.

- 1 – спинномозговой ганглий,
- 2 – спинной мозг,
- 3 – тело позвонка,
- 4 – дуга позвонка,
- 5 – корешки спинного мозга,
- 6 – твердая мозговая оболочка.

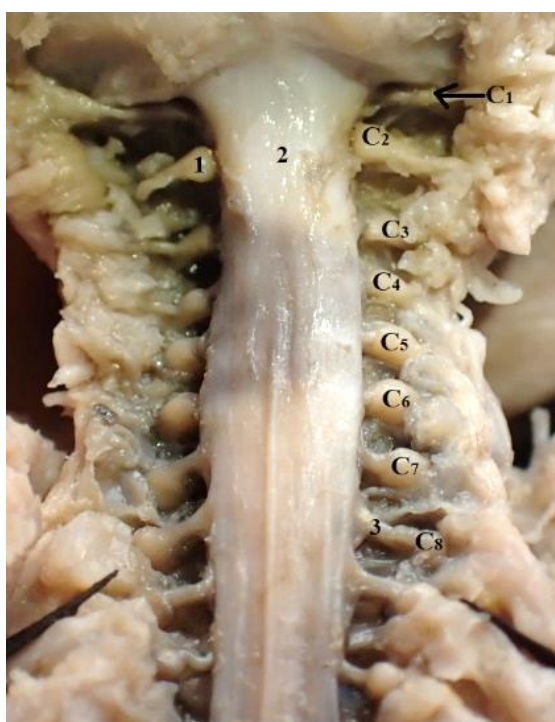


Рис. 8 Шейная часть спинного мозга плода

в твердой мозговой оболочке.

Фото макропрепарата, протокол №105,

20 недель, мужской пол.

- 1 – спинномозговой ганглий,
- 2 – твердая мозговая оболочка спинного мозга,
- 3 – задний корешок спинного мозга.

Особый интерес вызывает чувствительный ганглий первого шейного (C_1) спинномозгового нерва, который имеет наименьшие размеры. В начале изученного периода (16-17 недели) продольный и поперечный размеры ганглия C_1 слева составили $0,80 \pm 0,04$ мм и $0,90 \pm 0,04$ мм, справа эти значения были равны $0,91 \pm 0,05$ мм и $1,07 \pm 0,05$ мм, в 18-19 недели среднее значения продольного диаметра ганглия C_1 слева составляет $0,89 \pm 0,05$ мм, поперечного диаметра - $1,04 \pm 0,05$ мм, справа эти значения были соответственно равны $1,10 \pm 0,09$ мм и $1,15 \pm 0,04$ мм; в 20-21 недели гестации слева среднее значение продольного диаметра составляет $0,83 \pm 0,02$ мм, продольного - $1,15 \pm 0,01$ мм, справа эти размеры были соответственно равны $1,17 \pm 0,03$ мм и $1,61 \pm 0,02$ мм. К концу рассмотренного периода в 22 недели слева продольный диаметр составил $1,01 \pm 0,03$ мм, поперечный диаметр - $1,11 \pm 0,02$ мм, справа эти показатели были равны $1,06 \pm 0,04$ мм и $1,01 \pm 0,04$ мм.

По сравнению с шейными ганглиями грудные занимают в межпозвоночном отверстии более медиальное положение, т.е. располагаются интрафораминально. Форма грудных чувствительных спинномозговых ганглиев близка к округлой, что подтверждается морфометрическими данными максимального продольного и максимального поперечного диаметров. Размеры грудных чувствительных ганглиев увеличиваются от 16 к 22 неделе внутриутробного развития. Это особенно выражено между группами 18-19 и 20-21 недели гестации. Следует отметить, что ганглии Th_1 значительно отличаются от остальных грудных ганглиев вытянутой овальной формой и горизонтальной ориентацией, то есть признаками, которые больше характерны для шейных ганглиев (Рис. 9).

Поясничные спинномозговые ганглии располагаются внутри позвоночного канала вблизи межпозвоночных отверстий, имеют вытянутую овальную форму, но расположены под углом вследствие косо-нисходящего хода поясничных корешков, образующих конский хвост (Рис.10). Поперечный диаметр поясничных ганглиев преобладает над продольным, оба эти параметра увеличиваются в каудальном направлении от L_1 к L_5 . Данная закономерность прослеживается во всех изученных возрастных группах.

Крестцовые ганглии у плода расположены в крестцовом канале (Рис.10). Форма и положение ганглиев очень схожи с поясничными, но они значительно отличаются по размеру. Размер крестцовых чувствительных спинномозговых ганглиев уменьшается от Sc_1 к Sc_5 во всех изученных возрастных группах плодов. Однако, если посмотреть на параметры чувствительных ганглиев одной пары крестцовых спинномозговых нервов в различных возрастных группах, то можно увидеть некоторую гетерохронность. В отношении ганглиев Sc_1 и Sc_5 наблюдается тенденция увеличения от 16 к 22 неделе развития, в то время как ганглии Sc_2 - Sc_4 имеют близкие значения во всех изученных возрастных группах. Идентификация копчиковых ганглиев возможна только при гистологическом исследовании.

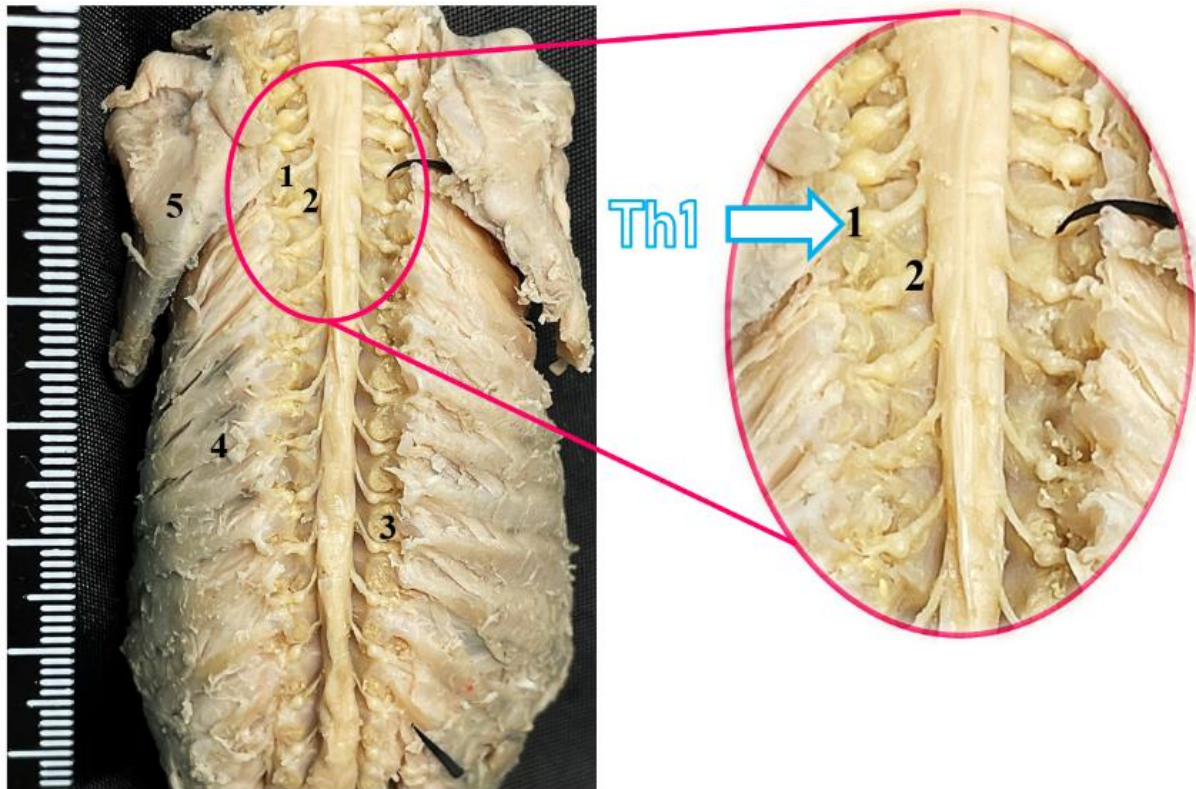
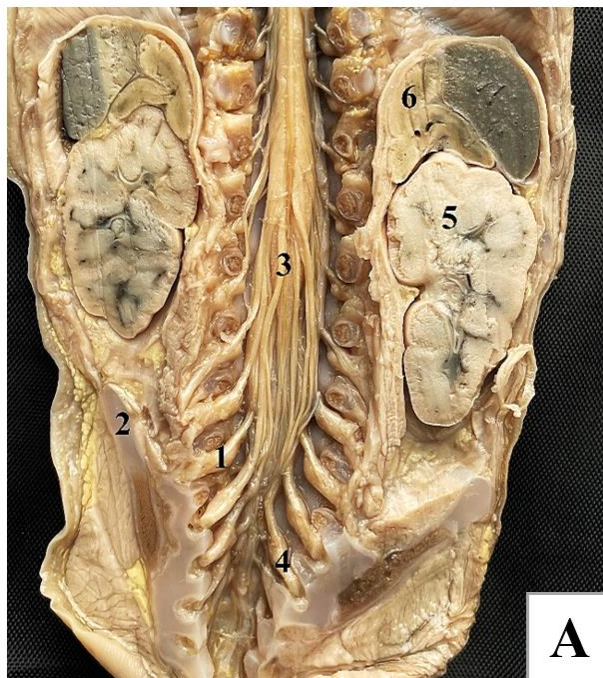


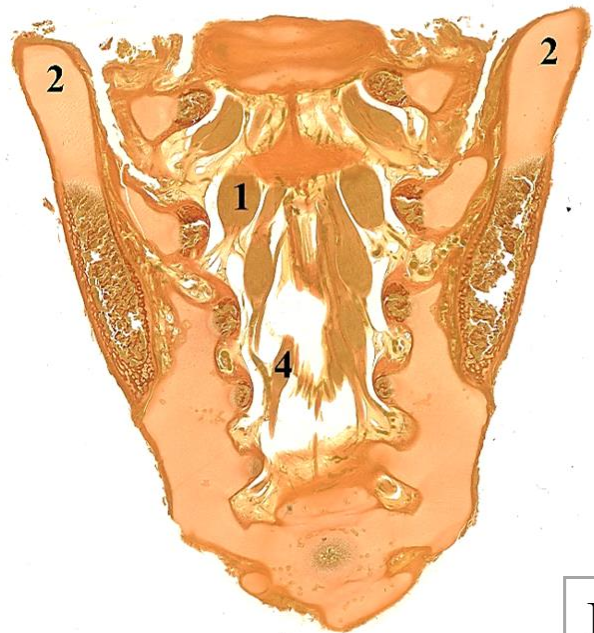
Рис.9 Шейная и грудная части спинного мозга плода.

Фото макропрепарата, протокол №90, 19 недель, женский пол.

1 – чувствительный спинномозговой ганглий Th₁, 2 – участок корешка грудного спинномозгового нерва от твердой мозговой оболочки до спинномозгового ганглия, 3 – ножка грудного позвонка Th_x, 4 – ребро VII, 5 – лопатка.



А



Б

Рис. 10 Поясничные и крестцовые спинномозговые ганглии плода.

А – фото макропрепарата, протокол №138, 22 недели, мужской пол.

Б – скан гистотопограммы (окраска по Ван Гизону), фронтальный срез, протокол №54, 18 недель, мужской пол, увеличение в 4 раза.

1 – поясничный чувствительный ганглий, 2 – крыло подвздошной кости, 3 – конский хвост, 4 – крестцовый чувствительный ганглий, 5 – левая почка, 6 – левый надпочечник.

Выводы

1. В 16-22 недели внутриутробного развития спинной мозг человека представляет собой сформированную анатомическую структуру с четко определяющимися шейным и пояснично-крестцовым утолщениями. Его длина увеличивается в рассматриваемом периоде на 35,19% преимущественно за счет роста грудной и крестцово-копчиковой частей.

2. Скелетотопия сегментов спинного мозга в рассмотренном периоде онтогенеза не соответствует общепринятому правилу Шипо и имеет свои закономерности в каждой изученной возрастной группе плодов. С 16 по 22 недели внутриутробного развития наблюдается так называемое «восхождение» мозгового конуса с середины тела позвонка L_{IV} до межпозвоночного диска L_{II-III}, реже до нижнего края тела позвонка L_{III}.

3. Спинной мозг плода занимает 88,9%-91,3% протяженности твердой оболочки спинного мозга. Интенсивность роста длины твердой оболочки спинного мозга (32,49%) уступает показателям интенсивности роста самого спинного мозга (35,19%) и происходит в большей степени за счет поясничной и крестцово-копчиковой частей.

4. Площадь поперечного сечения спинного мозга в 16-22 недели пренатального онтогенеза имеет сильную положительную корреляционную зависимость с площадью позвоночного канала, при этом положение спинного мозга в позвоночном канале различается в зависимости от отдела позвоночника плода.

5. В изученном периоде онтогенеза истинная длина участка спинномозгового корешка от спинного мозга до чувствительного ганглия спинномозгового нерва значительно отличается от участка, визуализируемого в футляре твердой оболочки (от мешка твердой мозговой оболочки до чувствительного ганглия). В шейных спинномозговых нервах длина корешка в твердой мозговой оболочке и без нее представлена в соотношении 1:2, в грудных – 1:2,5-3,5, в поясничных – 1:4,5-5, в крестцовых – 1:10-11.

6. Форма и расположение чувствительных ганглиев спинномозговых нервов плода зависят от части и сегмента спинного мозга. Первый шейный чувствительный ганглий плода отличается от остальных наименьшими размерами. Первый грудной чувствительный ганглий имеет параметры, близкие к шейным ганглиям.

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

1. Шальнева И. Р. Морфометрические параметры грудного отдела позвоночника и спинного мозга человека в промежуточном плодном периоде онтогенеза / И. Р. Шальнева, Д. Н. Лященко, В. А. Галиакбарова // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. – С. 264. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26002>

2. Топографо-анатомические особенности позвоночного столба и спинного мозга у плодов человека 18-21 недели внутриутробного развития / Л. О. Шаликова, Д. Н. Лященко, Э. Н. Галеева, В.А. Галиакбарова // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2019. – Т. 8, № 1. – С. 89-95.

3. Анатомия шейного отдела позвоночного столба и спинного мозга человека в 20-22 недели внутриутробного развития / А. Ю. Исенгулова, В. А. Галиакбарова, Т. С. Серединова [и др.] // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2021. – Т. 10, № 1. – С. 15-20. – DOI 10.18499/2225-7357-2021-10-1-15-20.

4. Топографо-анатомические особенности поясничной части спинного мозга и формирование поясничного сплетения на сроке 18-22 недель внутриутробного развития / В. А. Галиакбарова, Д. Н. Лященко, Л. О. Шаликова, М. М. Жанетова // Оренбургский медицинский вестник. – 2022. – Т. 10, № 4(40). – С. 38-43.

Статьи и материалы, опубликованные в прочих изданиях

1. Галиакбарова В.А. Новые данные по фетальной анатомии спинного мозга человека // Наука и культура: материалы международного науч.-практ. форума студентов и молодых ученых, посвященный 70-летию Оренбургской государственной медицинской академии. – Оренбург: Изд-во ОрГМА, 2014. – С.60.

2. Галиакбарова В.А. Взаимоотношение спинного мозга и позвоночного столба в грудном отделе в промежуточном плодном периоде онтогенеза / В.А. Галиакбарова, И.Р. Гадильшина // Сборник материалов: Всерос. науч.-практ. конф. Студентов и молодых ученых с международным участием в рамках «Дней молодежной медицинской науки». – Оренбург: Изд-во ОрГМУ, 2015. – С. 50-51.

3. Галиакбарова В.А. Новые данные по анатомии пояснично-крестцового отдела спинного мозга у плодов 22 недель развития // Сборник материалов II Международного молодежного научно-практического форума «Медицина будущего: от разработки до внедрения» / под ред. И.В. Мирошниченко, С.Н. Лященко, О.Б. Нузовой, А.Ю. Рябченко, Г.С. Карымовой. - Оренбург: ОрГМУ, 2018. – С. 89.

4. Галиакбарова В. А. Новые данные по фетальной анатомии спинного мозга у плодов 20-22 недель развития / В. А. Галиакбарова, Д. Н. Лященко // Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал). – 2019. – Т. 3, № 2-2. – С. 32.

5. Галиакбарова В. А. Особенности анатомии спинного мозга плода человека на 20-21 неделях внутриутробного развития / В. А. Галиакбарова, Д. Н. Лященко, Л. О. Шаликова // Морфология. – 2019. – Т. 155, № 2. – С. 72-73.

6. Галиакбарова В. А. Новые данные по анатомии и топографии корешков спинномозговых нервов плода человека 20-21-й неделе внутриутробного развития / В. А. Галиакбарова, Д. Н. Лященко // Морфология. – 2020. – Т. 157, № 2-3. – С. 53.

7. Anatomy of the cervical spine and spinal cord and corresponding spinal nerves in 20-21 weeks of prenatal ontogenesis/ V.A. Galiakbarova [et al.] // Annals of Anatomy. – 2020. – № 230S1. – С. 61.

8. Anatomy of the sacral spine and its relationship with adjacent neural pelvic structures in human fetuses 16-22 weeks of development / V.A. Galiakbarova [et al.] // Annals of Anatomy. – 2020. – № 230S1. – С. 58.

9. Взаимоотношения поясничного отдела позвоночного столба и спинного мозга в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека / В. А. Галиакбарова, Д.

Н. Лященко, Э. Н. Галеева [и др.] // Оренбургский медицинский вестник. – 2020. – Т. 8, № 4(32). – С. 32-37.

10. Галиакбарова В. А. Анатомические особенности спинномозговых корешков плода человека 20–21 недель внутриутробного развития / В. А. Галиакбарова, Д. Н. Лященко // XIV Международный конгресс по репродуктивной медицине: Материалы конгресса, Москва, 21–24 января 2020 года / Под редакцией: академика РАН, д.м.н., профессора Сухих Г.Т., академика РАН, д.м.н., профессора Адамян Л.В. – Москва: МЕДИ Экспо, 2020. – С. 87-88.

11. Галиакбарова В.А. Анатомия и топография поясничных, крестцовых и копчикового сегментов спинного мозга человека на сроке 20–22 недель внутриутробного развития// Сборник материалов V Международного молодежного научно-практического форума «Медицина будущего: от разработки до внедрения. - Оренбург: ОрГМУ, 2021. – С. 104.

12. Галиакбарова В. А. Новые данные по анатомии и топографии каудальных сегментов спинного мозга человека на сроке 20-22 недели внутриутробного развития / В. А. Галиакбарова, Д. Н. Лященко, А. А. Галиакбарова // Альманах молодой науки. – 2021. – № 2(41). – С. 3-6.

13. Галиакбарова В. А. К вопросу об анатомии и топографии шейной части спинного мозга человека на сроке 20-22 недели внутриутробного развития / В. А. Галиакбарова // Альманах молодой науки. – 2022. – № 2(45). – С. 27-28.

14. Галиакбарова В. А. Современные представления о пороке spina bifida и его коррекции методами фетальной хирургии спинного мозга (обзор) / В. А. Галиакбарова, Д. Н. Лященко, С. В. Лисицкая // Оренбургский медицинский вестник. – 2022. – Т. 10, № 1(37). – С. 5-7.

15. Галиакбарова В. А. Особенности анатомии начальных отделов корешков спинномозговых нервов в промежуточном плодном периоде онтогенеза / В. А. Галиакбарова, Д. Н. Лященко // Forcipe. – 2023. – Т. 6, № S1. – С. 163-164.

Список использованных сокращений

- МРТ – магнитно-резонансная томография
- УЗИ – ультразвуковое исследование
- НИИ – научно-исследовательский институт
- СКИ – спинально-канальный индекс
- СДИ – спинально-дуральный индекс
- ДКИ – дурально-канальный индекс