

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

на правах рукописи

Исенгулова Анастасия Юрьевна

**АНАТОМИЯ И ТОПОГРАФИЯ ШЕЙНЫХ, ГРУДНЫХ,
ПОЯСНИЧНЫХ ПОЗВОНКОВ И МЕЖПОЗВОНОЧНЫХ ДИСКОВ
В ПРОМЕЖУТОЧНОМ ПЛОДНОМ ПЕРИОДЕ
ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА**

диссертация на соискание ученой степени
кандидата наук по специальности
3.3.1. Анатомия человека

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, доцент
Галева Эльвира Науфатовна

Оренбург – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА I	СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ АНАТОМИИ И РАЗВИТИИ ШЕЙНЫХ, ГРУДНЫХ, ПОЯСНИЧНЫХ ПОЗВОНКОВ И МЕЖПОЗВОНОЧНЫХ ДИСКОВ ПЛОДА ЧЕЛОВЕКА НА ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	15
	1.1. Значение фетальной анатомии и топографии для антенатальной диагностики.....	15
	1.2. Значение позвоночного столба для развития плода в целом	18
	1.3. Сведения о врожденных аномалиях позвоночного столба человека на современном этапе.....	20
	1.4. Онтогенез шейных, грудных, поясничных позвонков и межпозвоночных дисков плода	23
	1.5. Особенности анатомии позвоночного столба в плодном периоде онтогенеза человека и у новорожденного.....	26
	1.6. Топография шейных, грудных и поясничных позвонков в пренатальном периоде онтогенеза человека и у новорожденных.....	30
	1.7. Общая оценка данных литературы.....	31
ГЛАВА II	МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ	33
	2.1. Общая характеристика объекта исследования.....	33
	2.2. Методы собственного исследования.....	35
	2.2.1. Метод забора и фиксации материала	35
	2.2.2. Метод макромикроскопического препарирования	36
	2.2.3. Метод распилов по Н.И. Пирогову	37
	2.2.4. Гистотопографический метод.....	38
	2.2.5. Метод морфометрии.....	39
	2.2.6. Метод вариационно-статистической обработки данных	44
	2.3. Документирование полученных данных	45
ГЛАВА III	ОПИСАТЕЛЬНАЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ АНАТОМИЯ ШЕЙНЫХ, ГРУДНЫХ, ПОЯСНИЧНЫХ ПОЗВОНКОВ И МЕЖПОЗВОНОЧНЫХ ДИСКОВ В ПРОМЕЖУТОЧНОМ ПЛОДНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА	46
	3.1. Описательная и количественная анатомия шейных позвонков в 16–22 недели онтогенеза человека.....	48

	3.2. Особенности анатомии грудных позвонков у плодов в 16–22 недели развития	64
	3.3. Количественные данные по строению поясничных позвонков в 16–22 недели промежуточного плодного периода онтогенеза человека.....	73
	3.4. Описательная и количественная анатомия соединений тел шейных, грудных и поясничных позвонков в 16–22 недели внутриутробного развития.....	79
	3.5. Резюме.....	82
ГЛАВА IV	ОБЩАЯ ТОПОГРАФО–АНАТОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШЕЙНОГО, ГРУДНОГО И ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА У ПЛОДОВ 16–22 НЕДЕЛЬ ВНУТРИУТРОБНОГО РАЗВИТИЯ	84
	4.1. Количественная характеристика шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба в промежуточном плодном периоде онтогенеза	84
	4.2. Особенности описательной топографии шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба у плодов изученного гестационного срока	92
	4.3. Резюме.....	104
ГЛАВА V	АНАТОМИЯ И ТОПОГРАФИЯ ШЕЙНЫХ, ГРУДНЫХ, ПОЯСНИЧНЫХ ПОЗВОНКОВ И МЕЖПОЗВОНОЧНЫХ ДИСКОВ В ПРОМЕЖУТОЧНОМ ПЛОДНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА (обсуждение результатов исследования)	106
	5.1. Характерные особенности описательной и количественной анатомии шейных, грудных, поясничных позвонков и межпозвоночных дисков в 16–22 недели внутриутробного онтогенеза человека	106
	5.2. Топографо-анатомические особенности шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба у плодов в 16–22 недели внутриутробного развития.....	115
	ВЫВОДЫ	122
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	124
	СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	152

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования и степень её разработанности

Позвоночный столб – это совокупность сложных взаимосвязанных структурных элементов, таких как позвонки, межпозвоночные диски, мышцы и связочный аппарат. Потому формирование и функциональное становление позвоночного столба занимают длительный период онтогенеза [Виссарионов С.В., 2006; O’Rahilly R. et al., 1980; Christ B., Wilting J., 1992; Patelska-Banaszeska M., Wozniak W., 2004; Fleming A. et al., 2015]. Между тем, заболевания позвоночного столба у детей составляют существенную часть патологии опорно-двигательного аппарата, оказывают влияние на функционирование различных систем внутренних органов, приводят к инвалидизации [Grethel E.J. et al., 2007; Дегтярева Е.И., 2009; Комолкин И.А. и др., 2012; Белозеров Ю.М., 2014; Киншт Д.А. и др., 2014]. Очень часто морфологическая основа для многих видов патологии позвоночного столба закладывается уже на этапе пренатального онтогенеза. Врожденные и приобретенные деформации шейных, грудных и поясничных позвонков часто приводят к появлению сосудистых расстройств и неврологических осложнений [Dubousset J. et al., 1993; Аль-Абси Е. А.М., 2009; Fong K.W. et al., 2011; Воронов В.Г., 2018].

В настоящее время все большую клиническую значимость приобретают новые направления медицины – фетальная анатомия и фетальная хирургия. Современные тенденции в перинатологии позволяют еще внутриутробно выявить ряд врожденных пороков позвоночного столба, различных органов и систем, а также провести их своевременную коррекцию [Абрамян М.А. и др., 2013, 2014; Веропотвелян Н.П., Смородская Е.П., 2013; Гусева О.И., 2001, 2005, 2006; Кулаков В.И., 1996; Стрижаков А.Н., 2003, 2007; Филиппова М.О., 2002, 2005; Эстерова Е.Я., 1987; Смирнова А.Ю., 2009; Воротников А.А. и др., 2012; Башмакова Н.В., 2016]. В Российской Федерации действуют критерии

живорожденности, рекомендованные Всемирной организацией здравоохранения [Пальцева А.И. и др., 2011; Сурков Д. Н. и др., 2012; Петрова А.С., 2012, 2016; Серова О.Ф. и др., 2014; Курносоев Ю.В. и др., 2013; Галахова О.О. и др., 2015]. Дети, родившиеся позднее 22 недели гестации, при рождении имеющие массу тела 500 грамм и выше, считаются жизнеспособными и подлежат выхаживанию. Таким образом, высокую значимость приобретает период 16-22 недели онтогенеза, который является особенно важным для педиатров и неонатологов, а также врачей ультразвуковой диагностики, так как на данном сроке развития у плода практически полностью завершен органогенез и идет активное становление топографии позвоночного столба и внутренних органов. В эти сроки проводится второе обязательное ультразвуковое скрининговое исследование [Нефедов С.В., Фомичев М.В., 2012; Воеводин С.М., 2011, 2015; Железнов Л.М., 2018]. В связи с этим, выявление большинства врожденных пороков развития возможно на пренатальном этапе [Заикина Ф.Я., 2011; Chaoui R. et al., 2011]. Кроме того, активно используемые в настоящее время 3D и 4D УЗИ, МРТ плода – это современные методы визуализации, которые позволяют изучить прижизненную анатомию и топографию внутренних органов еще внутриутробно развивающегося ребенка [Дубиле П.М., 2009; Медведев М.В., 2008; Werner H. et al., 2010; Некрасова Е.С., 2011; Демидов В.Н. и др., 2014; Новопольцева Е.Г., 2014; Cassart M. et al., 2010; R.O. Bahado-Singh, L.F. Goncalves, 2013; Woitek R. et al., 2013].

В свою очередь, глубоко недоношенные новорожденные, родившиеся с низкой и экстремально низкой массой тела, значительно отличаются в своем развитии от доношенных детей [Алямовская Г.А. и др., 2009, 2012, 2015; Лебедева О.В. и др., 2011; Нефедов С.В. и др., 2012; Руденко Н.В. и др., 2012; Валиулина А.Я., 2013, Суханова Л.П., 2013; Софронова Л.Н., 2014; Embleton N. et al., 2014].

Высокий технологический уровень прижизненной визуализации плода подтолкнул к развитию фетальной хирургии, дающей возможность провести своевременную диагностику и выполнить коррекцию аномалий, тем самым

улучшив дальнейший жизненный прогноз для такого плода [Harrison M.R., 1993; Савельева, Г.М. и др., 1997; Vesmeur F. et al., 2007; Guner Y.S. et al., 2008; Некрасова Е.С., 2008; Wójcicki P. et al., 2011; Заикина Ф.Я., 2011, Демидов В.Н., 2011, 2013, Гаврикова О.А., 2012; Полякова В.А., Ральченко Е.С., 2012; Абрамян М.А., 2013, Adzick N.S., 2013; Vrecenak J.D., Flake A.W., 2013; Лукина Н.В., 2013; Sala P. et al., 2014; Rugolotto S. et al., 2014; Chaveeva P. et al., 2015].

В связи с этим видится актуальным исследование анатомии структурных образований шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба на этапах промежуточного плодного периода онтогенеза человека, так как современная неонатология нуждается в дополнительных сведениях о развитии, возрастной анатомии, фетометрии, анатомометрических особенностях указанных отделов позвоночного столба на различных этапах пренатального онтогенеза человека. Анатомические сведения о строении шейных, грудных, поясничных позвонков и межпозвоночных дисков в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека имеют значение для прогнозирования врожденной патологии при скрининговом исследовании и коррекции плода [Козлова О.И. и др., 2009].

До 2020 года было три обязательных ультразвуковых скрининга, регламентированных приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28 декабря 2000 года № 457 «О совершенствовании пренатальной диагностики в профилактике наследственных и врождённых заболеваний у детей». С 2020 года действует новый приказ Министерства Здравоохранения Российской Федерации от 20 октября 2020 года № 1130н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология», определяющий сроки проведения скринингов, в котором не предусмотрен обязательный третий скрининг нормально протекающей беременности.

Срок развития 16–22 недели почти полностью укладывается в рамки промежуточного плодного периода по используемой во всем мире эмбриологической классификации [Колесников Л.Л., Шевлюк Н.Н., Ерофеева

Л.М., 2014]. Именно в эти сроки идет формирование анатомии и топографии органов и структур плода, данный период совпадает со вторым стандартным ультразвуковым скринингом, при проведении которого возможно выявление наибольшего числа аномалий.

Проведенный литературный анализ показал, что изучение анатомии позвоночного столба достаточно многочисленно и освещено в ряде работ авторов. Однако большинство работ затрагивает в основном вопросы анатомии отделов позвоночного столба новорожденных, детского и зрелого возрастов [Шевкуненко В.Н., Геселевич А.М., 1935; Валькер Ф.И., 1959; Андронеску А., 1970; Маргорин Е.М., 1973, 1977; Сперанский В.С., 1979; Бобрик И.И., Минаков В.И., 1990; Сакс Ф.Ф., 1993; Сапин М.Р., 2002].

В современной литературе имеются единичные работы зарубежных авторов по изучению отдельных частей скелета плода в различные сроки внутриутробного развития, в большей степени эти публикации посвящены изучению центров оксификации [Skorzewska A. et al., 2013; Szpinda M. et al., 2013, Szpinda M. et al., 2015; Szpinda M. et al., 2016; Gorincour G. et al., 2014; Baumgart M. et al., 2016; Baumgart M. et al., 2017; Wiśniewski M. et al., 2017]. Представлены работы, описывающие характер изменений анатомии и топографии грудного и крестцового отделов позвоночного столба у плода [Шальнева И.Р., 2017; Гулина Ю.В., 2021].

Отсутствуют детальные сведения по формированию шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба в плодном периоде онтогенеза человека. Нет данных по возможным билатеральным различиям и половому диморфизму структур данных отделов позвоночного столба на протяжении промежуточного онтогенеза, что представляет собой клинически важный аспект и значительно расширит сведения по возрастной анатомии. Вышеизложенные аспекты позволяют сформулировать тему настоящего исследования, которое находится в рамках научных разработок кафедры анатомии человека Оренбургского государственного медицинского университета, посвященных фетальной анатомии и топографии скелета и

внутренних органов человека [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., 2021].

Цель и задачи исследования

Цель исследования – получить новые данные по анатомии и топографии шейных, грудных, поясничных позвонков и межпозвоночных дисков в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека.

Задачи научной работы

1. Дать анатомо–морфометрическую характеристику шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба человека у плодов 16–22 недель развития.

2. Выявить особенности и оценить изменения количественных параметров топографии шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба в промежуточном плодном периоде онтогенеза.

3. Изучить анатомию шейных, грудных, поясничных позвонков и межпозвоночных дисков в различные сроки изучаемого промежуточного плодного периода развития.

4. Выявить индивидуальные, возрастные и половые особенности строения шейных, грудных, поясничных позвонков и межпозвоночных дисков в зависимости от сроков развития плода на этапе промежуточного плодного периода онтогенеза.

Научная новизна работы

Научная новизна данного диссертационного исследования заключается в том, что впервые выполнено комплексное изучение анатомии и топографии

шейного, грудного и поясничного отделов позвоночника у плодов 16-22 недель развития.

Изучена и количественно описана фетальная анатомия первого, второго шейных и типичных шейных, грудных и поясничных позвонков с детальным изучением всех структурных частей позвонков.

Впервые получен комплекс детальных морфометрических данных по каждому из изученных отделов позвоночного столба у плода с разбивкой в 2 недели, описан характер изменений параметров этих отделов, дана количественная характеристика позвоночного столба как целостной структуры.

Описаны особенности размерных параметров и анатомии межпозвоночных дисков, связок позвоночного столба у плодов 16–22 недель развития.

Изучены особенности взаимоотношений позвоночного столба с окружающими органами в указанном отрезке промежуточного плодного периода онтогенеза и детализирована топография шейного, грудного и поясничного отделов позвоночника.

Теоретическая и практическая значимость работы

Проведенное исследование носит фундаментальный характер. Полученные количественные данные по анатомии и топографии шейных, грудных, поясничных позвонков и межпозвоночных дисков у плодов 16–22 недель онтогенеза дополняют имеющиеся на данном этапе сведения по возрастной анатомии позвоночного столба новорожденных, детей, лиц зрелого возраста, а также представляют интерес для анатомов, топографов, неонатологов и педиатров.

Результаты исследования являются морфологической основой для правильной оценки результатов ультразвукового обследования и МРТ-исследования у плодов при втором скрининге. Комплекс полученных морфометрических данных позволит усовершенствовать диагностику пороков

развития позвоночного столба, спинного мозга и опорно-двигательного аппарата в целом.

Комплекс данных, полученных в ходе исследования, может быть использован в учебном процессе в ВУЗах и НИИ морфологического, акушерско-гинекологического профиля, во время выполнения целого ряда диагностических и лечебных процедур в перинатальных центрах, клиниках детской и фетальной хирургии при лечении плода и глубоко недоношенных новорожденных с экстремально низкой массой тела.

Методология и методы исследования

Настоящее исследование проведено на базе кафедры анатомии человека ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России с 2017 г. по 2021 г.

Планирование и проведение морфологического исследования проводилось на основе рекомендаций С. Гланца (1998) и О.Ю. Ребровой (2002, 2003), позволивших четко определить количество материала, выполнить возрастную разбивку и обозначить оптимальные методы статистической обработки полученных данных. Секционный материал был разбит на 4 группы для получения детального анализа динамики изменений всех показателей.

Для выполнения задач, поставленных в работе, были использованы апробированные классические морфологические методы исследования, которые позволили провести комплексное исследования 70 плодов человека обоего пола: макромикроскопическое препарирование, метод распилов по Н.И. Пирогову, метод морфометрии и гистотопографический метод. Все исследование было выполнено поэтапно в соответствии с предварительно разработанным алгоритмом, что позволило полноценно реализовать все поставленные задачи.

Положения, выносимые на защиту

1. Шейные, грудные и поясничные позвонки в 16–22 недели онтогенеза человека характеризуются наличием тела, дуги и позвоночного

отверстия, определяемых в детском возрасте и у лиц зрелого возраста, но имеют свои фетальные особенности: преимущественно хрящевое строение позвонков, наличие ядер окостенения, отсутствие костной ткани между телом и ножками дуги позвонка, отсутствие сосцевидного отростка у поясничных позвонков, наличие изгибов позвоночного столба.

2. Динамика изменений количественных параметров анатомии и топографии шейных, грудных, поясничных позвонков и межпозвоночных дисков у плодов в рассматриваемом периоде развития имеет разнонаправленный и гетерохронный характер.

3. Полученный комплекс детальных количественных данных по фетальной анатомии и топографии шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба, межпозвоночных дисков и составляющих их структур является морфологической основой для ранней диагностики врожденных пороков опорно-двигательного аппарата, а также выполнения лечебно-диагностических манипуляций у плода и недоношенных новорожденных на позвоночном столбе.

Степень достоверности, апробация результатов, личное участие автора

Достаточное количество случаев секционного материала, адекватность выбора методов морфологического исследования и вариационно-статистической обработки, которая осуществлялась с помощью пакета прикладных программ «Microsoft Word Exel» и «Statistica 6.0», обеспечили высокий уровень достоверности результатов исследования и обоснованность сделанных выводов.

Основные положения работы были апробированы и доложены: in the 10th International Symposium on Clinical and Applied Anatomy (ISCAA), г. Москва, 2018; на Всероссийской неделе науки, с международным участием, посвященной 110-летию Саратовского ГМУ им. В.И. Разумовского, г. Саратов, 2019; на III Международном научно-практическом форуме

«Медицина будущего: от разработки до внедрения», посвященного 75-летию Оренбургского государственного медицинского университета, г. Оренбург, 2019; на 84-й Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием «Вопросы теоретической и практической медицины», г. Уфа, 2019; на Международной научно-практической конференции «Бородинские чтения», посвященной 90-летию академика РАН Юрия Ивановича Бородина, г. Новосибирск, 2019; на VIII Съезда НМОАГЭ, г. Воронеж, 2019; на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию Самарского государственного медицинского университета. Аспирантские чтения – 2019 «Молодые ученые: научные исследования и инновации», Самара, 2019; на Всероссийской научной конференции с международным участием «Клиническая анатомия и экспериментальная хирургия: Итоги и перспектива», г. Оренбург, 2019; на IV Международном молодежном научно-практическом форуме «Медицина будущего: от разработки до внедрения», г. Оренбург, 2020; in the XXVII International Symposium on Morphological Sciences «Cell, tissue, organs - experience, innovation and progress», г. Актобе, Казахстан, 2020; на XV Конгрессе МАМ, г. Ханты-Мансийск, 2020; на V Международном молодежном научно-практическом форуме «Медицина будущего: от разработки до внедрения», г. Оренбург, 2021.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственной реализации всех этапов диссертационного исследования. Анализ источников литературы, работа с секционным материалом, использование комплекса морфологических методик, обработка и интерпретация полученных данных, написание и оформление рукописи диссертации осуществлялись лично автором.

Планирование научной работы, а также подготовка публикаций по теме диссертации осуществлялась автором совместно с научным руководителем, профессором кафедры анатомии человека ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России д.м.н., доцентом Э.Н. Галеевой.

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты исследования используются в учебном процессе при чтении лекций и в ходе проведения практических занятий для студентов 1–6 курсов лечебного и педиатрического факультетов на кафедре анатомии человека, гистологии, цитологии и эмбриологии, оперативной хирургии и клинической анатомии им. С.С. Михайлова, а также слушателей Института профессионального образования врачей ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России.

Результаты исследования внедрены в работу кафедры анатомии человека ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России в проведение практических и лекционных занятий у студентов 1-2 курсов лечебного и педиатрического факультетов.

Результаты исследования внедрены в работу кафедры оперативной хирургии и клинической анатомии им. С.С. Михайлова ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России в проведение практических и лекционных занятий у студентов лечебного и педиатрического факультетов.

Результаты исследования внедрены в работу кафедры акушерства и гинекологии ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России в проведение практических и лекционных занятий у студентов 5 и 6 курса лечебного и педиатрического факультетов, а также при подготовке неонатологов, циклах последиplomного профессионального образования на кафедре акушерства и гинекологии.

Исследование выполнено с привлечением средств гранта Российского фонда фундаментальных исследований «Морфологическое обоснование малоинвазивных и эндоскопических хирургических доступов при операциях на позвоночном столбе у плодов и глубоко недоношенных новорожденных» (соглашение № 19-34-90091), гранта ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (соглашение РХД/2019/04-02/2/ГР/М/3).

Получена премия Губернатора Оренбургской области для талантливой молодежи в 2020 году (Указ Губернатора Оренбургской области № 617–УК от 16.12.2020 г.).

Публикации

По материалам диссертации опубликованы 17 печатных работ (7 статей и 10 материалов конференций), из них 8 публикаций – в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки Российской Федерации (3 статьи и 5 материалов конференций) для публикации основных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата и доктора наук, и 1 публикация – в изданиях, включенных в международные базы цитирования (Scopus), 8 – в материалах всероссийских и международных конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 152 страницах и состоит из введения, четырех глав (в первой представлен обзор литературы, во второй – материалы и методы исследования, в третьей и четвертой – результаты собственного исследования), главы обсуждения результатов исследования, выводов, списка литературы и списка сокращений. Список литературы включает 264 источников литературы, в том числе 175 работ отечественных и 89 иностранных авторов. Список литературы составлен в соответствии с ГОСТ 7.1–2003. «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Работа иллюстрирована 40 рисунками (фотографии разноплоскостных срезов по Н.И. Пирогову, изолированных препаратов и фотографии гистотопограмм), а также содержит 16 таблиц и 6 диаграмм.

ГЛАВА I

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ АНАТОМИИ И РАЗВИТИИ ШЕЙНЫХ, ГРУДНЫХ, ПОЯСНИЧНЫХ ПОЗВОНКОВ И МЕЖПОЗВОНОЧНЫХ ДИСКОВ ПЛОДА ЧЕЛОВЕКА НА ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Значение фетальной анатомии и топографии для антенатальной диагностики

Современным и приоритетным направлением медицины сегодня становится перинатология, которая изучает развитие плода и новорожденного [Савельева Г.М., 2003, 2004, 2005]. Не смотря на масштабные достижения в науке, остаются нерешенными вопросы медицины плодного периода развития, новорожденных и периода раннего детства [Шабалов Н.П., 2004; Шарапов О.В., 2004; Концеба Л.Н., 2005; Суханова Л.П., Скляр М.С., 2007; Ахмадеева Э.Н., 2008; Шишко Г.А., 2009; Eerdekens A., 2010; Баранов В.С., Айламазян Э.К., 2012; Попов И.В., 2012; Васильев А.О. и др., 2015].

С апреля 2012 года в Российской Федерации введены новые критерии рождения. Начиная с 22 недели развития с массой при рождении 500 грамм и более, новорожденные признаются жизнеспособными, и, в связи с этим, все вопросы, касающиеся выхаживания глубоко недоношенных новорожденных, имеют особую значимость [Байбарина Е.Н., Сорокина З.Х., 2011; Пальцева А.И. и др., 2011; Сурков Д. Н. и др., 2012; Петрова А.С., 2012, 2016; Суханова Л.П., 2013; Серова О.Ф. и др., 2014; Курносков Ю.В. и др., 2013; Галахова О.О. и др., 2015].

В литературе представлены работы, направленные на выхаживание новорожденных детей с экстремально низкой и очень низкой массой тела, все манипуляции которым выполняются с помощью современных технологий. В первую очередь, новые критерии живорождения направлены на развитие новых

реанимационных методик, которые необходимы для интенсивной терапии таких специфических пациентов. Во-вторых, разрабатываются различные алгоритмы и стратегии для оказания своевременной помощи глубоко недоношенным детям. У пациентов со сроком развития менее 29 недель проводится неинвазивная респираторная поддержка, которая заключается в обеспечении постоянного положительного давления в дыхательных путях (CPAP – continuous positive airway pressure) [Петрова А.С. и др., 2012; Петрова А.С., 2016; Серова О.Ф. и др., 2014]. В странах Европы и в США используют InSurE (интубация–введение сурфактанта–непродолжительная ИВЛ легких), далее – минимально инвазивную заместительную сурфактантную терапию, которая увеличивает выживаемость [Dargaville P.A., 2011; Funch H., 2011].

В современной литературе имеются публикации о физическом состоянии глубоко недоношенных новорожденных. Некоторые авторы придерживаются мнения об увеличении числа недоношенных новорожденных с задержкой внутриутробного развития, которые можно оценить по антропометрическим показателям (масса и длина тела, окружность головы и грудной клетки) [Алямовская Г.А., Кешиняш Е.С., 2009; Лебедева О.В. и др., 2011; Новопольцева Е.Г. и др., 2014; Embleton N., Wood C.L., 2014; Алямовская Г.А., 2015].

Следует отметить, что для проведения различных лечебно-диагностических манипуляций у глубоко недоношенных новорожденных необходимы знания и понимание топографо-анатомических взаимоотношений внутренних органов с отделами позвоночного столба. Для получения прижизненных сведений по фетальной анатомии и обследования плода является обязательным двукратное ультразвуковое исследование беременной женщины, законодательно закрепленное в Российской Федерации. Особенно важным для акушеров – гинекологов и врачей пренатальной ультразвуковой диагностики является второй триместр, в котором отчетливо визуализируются внутренние органы плода, отделы позвоночного столба и его структуры, диагностируется большинство аномалий.

Специалисты пренатальной ультразвуковой диагностики описывают прижизненную анатомию плода в норме [Boyd P.A., 2000; Гусева О.И., 2001; Махотин А.А., 2007; Avni F.E., 2007; Медведев М.В., 2008; Дубиле П.М., 2009; Salomon L.J. et al., 2010; Werner H. et al., 2010; Воеводин С.М., 2011; Новопольцева Е.Г., 2014; Саренко А.А., 2016], при различных аномалиях развития внутренних органов [Dugoff L., 1997; Гусева О.И., 2006; Eroglu D., 2006; Мальмберг О.Л., 2007; Honemeyer U., 2010; Заикина Ф.Я., 2011; Некрасова Е.С., 2011; Kim M., 2011; Машинец Н.В., 2013; Демидов В.Н. и др., 2014; Ji Y. et al., 2014]. Использование современных методов исследования плода, таких как МРТ, позволяет уточнить и верифицировать врожденные пороки развития. Данный метод является высокоинформативным, безвредным, неинвазивным, а также позволяет детально изучить анатомию позвоночного столба и скелета плода человека, а также топографо-анатомические взаимоотношения внутренних органов, что улучшает качество антенатальной диагностики [Weinreb J. et al., 1985; Quinn T.M., 1998; Kok R.D. et al., 2002; Ruano R. et al., 2004; Gretcher E.G., 2005; Панов В.О., 2006; Reeves M.J. et al., 2008; Коростышевская А.М., Макагон А.В., 2009; Werner H. et al., 2010; Cassart M. et al., 2010; Yamada T., 2011; Ulla M., 2011; Miyazaki O., 2012; Bahado-Singh R.O., Goncalves L.F., 2013; Woitek R. et al., 2013; Ethun C. G, 2014; Gorincour G., 2014; Robinson A.J., 2015].

В современной литературе имеются сведения о внутриутробной коррекции пороков развития позвоночного столба, скелета и внутренних органов плода методами фетальной хирургии [Некрасова Е.С., 2008; Полякова В.А., Ральченко Е.С., 2012; Абрамян М.А., 2013, Adzick N.S., 2013; Eighemhenrio A., 2013; Косовцова Н.В. и др, 2014; Pedreira D.A., 2016; Heuer G.G., 2017]. Операции, проводимые в фетальном периоде развития, проводятся за рубежом, однако имеются сведения о единичных операциях, выполненных в Российской Федерации [Курцер М. А. и др, 2018, 2020]. Данные вмешательства проводятся антенатально в тех случаях, когда корректировка пороков развития может в дальнейшем улучшить исход для здоровья и жизни новорожденных

[Гусева О.И., 2001; Филиппова М. О. и др., 2002, 2005; Deprest J.A., 2010; Eerdeken A. et al., 2010; Pedreira D.A., 2016]. Наряду с открытыми операциями на матке, более широкое направление получил эндоскопический доступ для проведения фетальных оперативных вмешательств [Kohl T., 2014; Mieghem T.V., 2014; Degenhardt J., 2014; Абрамян М.А. и др., 2013, 2014].

В связи с выхаживанием глубоко недоношенных новорожденных, использованием высокоинформативных методов визуализации плода, развитием фетальной хирургии, требуются новые знания по анатомии и топографии развивающегося внутриутробно организма. В связи с этим, абсолютно закономерно активное развитие в последние два десятилетия нового научного направления – фетальной анатомии, которая изучает анатомию и топографию внутренних органов, в том числе позвоночного столба и скелета, в промежуточном плодном периоде онтогенеза [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., 2021]. Приоритет в данном направлении заслуженно принадлежит отечественным морфологам.

1.2. Значение позвоночного столба для развития плода в целом

Сложные преобразования позвоночного столба в процессе эволюционного, фило- и онтогенетического развития привели к недостаточной его стабильности и надежности. Изменчивость морфогометрических и биомеханических закономерностей конструкции позвоночного столба с его сложной кинематикой является актуальной проблемой современной невровертебродологии, функциональной анатомии, ортопедии, судебной экспертизы, космической медицины, а также трудового и физического воспитания.

Антропометрия, конституциональные особенности и физическое здоровье всегда находили прямую взаимосвязь и представляли особый интерес

у клиницистов и морфологов [Алексеев В.П., 1966, 1989; Автандилов Г.Г., 1990; Никитюк Б.А., 1990; Корнев М.А., 2003; Буканаева Н.С., Никитюк Б.А. и др., 2007; Околокулак Е.С. и др., 2008; Никитюк Д.Б., 2008; Галкина Т.Н., 2008; Деревцова С.Н., 2010; Злобин О.О. и др., 2010; Баландина И.А., 2013; Чаплыгина Е.В., 2014]. Данные о возрастной динамике, половом диморфизме, индивидуальной и топографической изменчивости позвоночного столба в целом, его отделов, отдельных позвонков и их частей имеют важное теоретическое значение и находят применение в практическом здравоохранении.

Э.А. Рамих (2007) отмечает, что позвоночный столб является одним из основных элементов человеческого организма, с одной стороны, являясь центральным органом статики и движения опорно-двигательной системы, а с другой – защитным каркасом спинного мозга. Позвоночный столб образно сравнивается с гибким стержнем, колонной, представляющей основную ось тела, сохраняющую сегментарность строения [Рамих Э.А., 2007]. По определению Э.А. Рамих (2007), каждый из элементов позвонка – тело, дужка и отростки – выполняет преимущественно одну функцию: тело позвонка является несущей конструкцией, дужка играет защитную роль, а система отростков осуществляет кинематическую функцию.

Современные авторы рассматривают позвоночный столб как трехопорную биомеханическую систему [Пантелеев А.А., Сажнев М.Л., Горбатюк Д.С. и др., 2018]. Новая классификация шейных повреждений основывается на оценке четырех колонн шейного отдела позвоночного столба – это передняя колонна, правая и левая боковые колонны, и задний костно-связочный комплекс [Рамих Э.А., 2007]. По классификации этих авторов передняя колонна включает тело, межпозвоночный диск, а также переднюю и заднюю продольные связки. Правая и левая боковые колонны включают ножки дуги, верхние и нижние суставные отростки, латеральные массы и капсулы суставов. Задняя колонна включает тонкую пластину дужки, остистые отростки и задний связочный комплекс.

1.3. Сведения о врожденных аномалиях позвоночного столба человека на современном этапе

При скрининговом исследовании плода, в числе всех нарушений развития, достаточно часто выявляются различные варианты патологии позвоночного столба. Аномалия позвоночного столба может локализоваться в поясничном отделе и в области крестца, несколько реже – в грудном отделе, достаточно редко – в области шеи. Частота дефектов позвоночного столба и спинного мозга плода составляет 1 случай на 1000 [Нагорнева С.В., 2018; Толкачев В.С., 2018].

По данным ряда авторов, различные аномалии позвоночного столба являются важным признаком для выявления более сложных пороков развития, таких как полидактилии III типа и гипофосфатозий [Ruano R. et al., 2004; Yamada T. et al., 2011; Miyazaki O. et al., 2012]. В литературе есть данные о пренатальной диагностике позвоночно-реберного дизостоза (синдром Jarcho-Levin), проявляющегося на 20-ой неделе онтогенеза в виде нарушений сегментации грудного отдела позвоночного столба и аномалий ребер, приводящих к кифосколиозу [Жила Н.Г., 2003; Tamay Z. et al., 2005].

Пренатальные повреждения шейного отдела позвоночного столба являются наиболее тяжелыми вариантами травмы, характеризуются разнообразным типом нарушений, большим риском развития тяжелых неврологических осложнений, а также высокой частотой летальности [Мушкин А.Ю., Ульрих Э.В., Губин А.В., 2009]. Из всех травм новорожденных повреждения шейного отдела позвоночного столба составляют, по данным различных авторов, от 20-40 % до 50-80 % [Бурцев А.В., 2011; Губин А.В., 2015]. В структуре травмы верхнешейного отдела позвоночного столба, травматические спондилолистезы C_{II} («переломы палача») встречаются в 4-7 % случаев. Сочетание травматического спондилолистеза с переломами Джефферсона отмечено в 6-9 % повреждений C_I-C_{II} [Руденко В.В., 2019]. При этом, на долю травмы субаксиального отдела (C_{III}-C_{IV}) приходится около 75 %

всех повреждений шейных позвонков. Общая летальность новорожденных при повреждении шейного отдела позвоночного столба, по данным разных авторов, может достигать 50 % [Бурцев А.В., 2011; Бажанов С.П. и др., 2017]. Кроме того, среди заболеваний нервной системы на долю патологии шейного отдела позвоночного столба приходится до 80 % всех случаев утраты трудоспособности [Норкин И.А. и др., 2007; Толкачев В.С. и др., 2018].

В работах отечественных исследователей имеются сведения о коррекции такой патологии, как торакальная недостаточность [Жила Н.Г., 2003]. Данная аномалия характеризуется деформацией всей грудной клетки при врожденном сколиозе. Рекомендуемый возраст оперативного вмешательства находится в пределах от 6 месяцев до 5 лет. Операционным методом может быть экспансивная вертебропластика, а для детей старше 5 лет – корригирующая вертебротомия [Рябых С.О., Ульрих Э.В., 2011].

Среди часто выявляемых врожденных пороков развития многие авторы отмечают нарушения развития грудного отдела позвоночного столба. К таким порокам относятся врожденные кифозы и сколиозы, а также нарушения соединений позвоночного столба с ребрами и формирование грудной клетки в целом [Emans J.V., 2005; Виссарионов С.В., Попов И.В., 2006; Graeber G.M., Nazim M., 2007; Ибрагимова Л.Я., 2008; Hershkovitz R., 2008; Михайловский М.В. и др., 2010; Bots J. et al., 2011; Furtado L.V. et al., 2011; Шамик В.Б., 2012; Sandoz V. et al., 2013; Weaver A.A., Schoel S. L. , Stitzel J. D., 2014].

Врожденными аномалиями позвоночного столба, которые приводят к серьезным нарушениям и относятся к быстро прогрессирующим, являются нарушения сегментации грудных позвонков, которые сопровождаются, как правило, асимметрией грудной клетки и недоразвитием ребер [Ульрих Э.В., 1995, 2009; Ульрих Э.В., Рябых С.О., 2008; Козлова О.И. и др., 2009].

Из часто встречающихся в грудном и верхнепоясничном отделах позвоночного столба врожденных пороков можно отметить расщелину позвонков (*spina bifida*), менингомиелоцеле, полупозвонки, сколиозы [Дубиле П.М., Бэнсон К.Б., 2009; Boyd P.A. et al., 2000; Varras M., Akrivis C., 2010;

Bevilacqua N.S., Pedreira D.A., 2015; Farmer D.L. et al., 2018]. Кроме того, наиболее частой патологией у плода является спинномозговая грыжа [Сопрунова И.В. и др., 2012; Потолова Е.В., 2013]. Многие авторы утверждают, что данная патология выявляется достаточно рано (11-14 недели развития), но углубленная оценка состояния позвоночного столба должна проводиться в I триместре при помощи УЗИ [Buisson O. et al., 2002; Chaoui R. et al., 2011; Fong K.W. et al., 2011]. В настоящее время, в отечественной и зарубежной литературе появляются публикации по успешному проведению внутриутробных операций по коррекции Spina bifida [Adzick N.S., 2013; Kohl T., 2014; Degenhardt J. et al., 2014; Sacco A., 2019; Курцер М. А. и др., 2018, 2020].

В дистальном отделе позвоночного столба часто встречается крестцово-копчиковая тератома, представляющая собой безболезненный узел с неоднородной структурой, которая может сопровождаться смещением прямой кишки, нарушением развития мочевыделительной системы и костей таза, затруднений мочеиспускания и кишечной непроходимости, кроме того крупные крестцово-копчиковые тератомы могут провоцировать сердечно-сосудистую недостаточность у плода. В литературе встречается множество работ по ранней диагностике и успешному хирургическому лечению тератом [Hedrick N. L. et al., 2004; Eighemhenrio A., 2013; Sahinoglu Z. et al., 2013; Хидиятов И.И., 2014; Akinkuotu A.C. et al., 2015; Cansaran S. et al., 2015; Кучеров Ю.И. и др., 2015; Sananes N. et al., 2016; Mahato N.K., 2016].

Таким образом, большой интерес для фундаментальной науки и медицины плода представляет целая группа аномалий развития позвоночного столба, их ранняя выявляемость, верификация, так как деформация позвоночного столба выявляется достаточно рано, может быстро нарастать и усугубляться.

1.4. Онтогенез шейных, грудных, поясничных позвонков и межпозвоночных дисков плода человека

Источником развития осевого скелета в эмбриогенезе являются склеротомы сомитов [Пэттен Б.М., 1959; R.O'Rahilly, et al., 1980; Валькович Э.И., 2003]. Каждый позвонок развивается из нескольких склеротомных областей. Источником развития вентрального отдела нейральной дуги позвонка (в будущем ножка дуги и поперечный отросток), а также головки и шейки ребра служит центральная часть склеротома. Дорсальный отдел нейральной дуги (в будущем пластинка дуги и остистый отросток) формируются за счет дорсальной части склеротома [Christ V. et al., 1992]. Нейральные дуги развиваются рядом с нервной трубкой и чувствительными узлами спинномозговых нервов [Reeves M.J. et al., 2004]. Центрум (англ. centrum), как центральная часть тела позвонков, и межпозвоночные диски развиваются из склеротомных клеток, расположенных аксиально (вентральный склеротом) [Chen P.J., et al., 2012]. Эти клетки мигрируют в направлении хорды и заполняют перихордальное пространство [Fleming A., et al., 2015]. Причем, большая часть тела каждого позвонка развивается из краниальной части одного сомита и каудальной части соседнего сомита.

Морфогенез позвонков начинается с конденсации мезенхимных клеток вокруг хорды. С 6–8 недели эмбриогенеза вокруг хорды формируются хрящевые закладки тел и дуг позвонков [Szpinda M., et al., 2013]. С 10–11 недели гестации начинается процесс их окостенения [Skorzewska A., et al., 2013]. По данным М. Baumgart (2016) во внутриутробном периоде развития в большинстве позвонков имеется три обособленных друг от друга (первичных) центра окостенения: один в теле и два парных в дуге. В фундаментальных руководствах по эмбриологии указывается, что перихордальный тип окостенения характерен для дуг позвонков, тогда как их тела подвергаются эндохондральной окостенению [Szpinda M. et al., 2013, 2016; Jian N. et al., 2019].

В литературе существуют противоречивые данные о количестве центров окостенения в области тела позвонка, а также детально не описаны

гистологические изменения, происходящие в хряще при появлении центров оксификации хрящевых закладок позвонков из различных отделов позвоночного столба. В ряде случаев проводится аналогия с окостенением трубчатых костей. Окостенение тела позвонка сравнивается с эпифизом, а окостенение в дугах позвонков – с образованием костной ткани в диафизах [Baumgart M. et al., 2016, Jian N. et al, 2019].

По данным С.Л. Кабак с соавторами (2020) развитие позвоночного столба в эмбриогенезе характеризуется последовательной сменой трех стадий – мезенхимальной, хрящевой, костной.

У зародыша 4-й недели гестации клетки мезенхимы образуют концентрическое скопление вокруг хорды и нервной трубки на всем ее протяжении [Christ B., 1992, Fleming A., et al, 2015]. Кроме того, M. Scaal (2016), отметил, что на 5-й неделе гестации появление единичного центра хондрификации в мезенхимной закладке тела позвонка у зародыша свидетельствует о начале хондрогенеза, но при этом в нейральных дугах морфологические признаки начала хондрификации отсутствуют. Хорда зародыша от головного до хвостового конца сохраняет непрерывность на всем протяжении. Тогда как у 6-ти недельного зародыша в закладках позвонков хорошо идентифицируются центр и нейральные дуги. В нейральных дугах, представляющих собой скопление мезенхимных клеток, имеется два центра хондрификации, которые с двух сторон охватывают примерно одну треть окружности закладки спинного мозга, но замкнутое кольцо вокруг него не образуют [Varras M, Akrivis C., 2010].

A. Skorzevska с соавт. (2013) описали, что с 7-8 недели эмбриогенеза отдельные центры хондрификации сливаются, и закладка позвонка приобретает вид цельной хрящевой структуры, которая состоит из тела, пластинки дуги, поперечных и суставных отростков. В шейных и поясничных позвонках поперечный и реберный отростки представляют собой единое целое. В закладках грудных позвонков проксимальная часть ребра представляется как самостоятельная структура, прилежащая к поперечному отростку. Хрящевые

пластинки дуг охватывают с двух сторон большую часть окружности закладки спинного мозга, соединяясь между собой соединительно-тканной мембраной. Но при этом позвоночное отверстие остается незамкнутым позади, а также отсутствует остистый отросток [Skorzewska A., 2013, Szpinda M., 2013].

На 9-й неделе эмбриогенеза на просветленных препаратах в интервале от C_{IV} до Th_{III} выявляются центры кальцификации в дугах позвонков и имеют свои отличительные морфологические признаки. В шейных позвонках они имеют округлую форму и находятся на уровне поперечных отростков, ближе к позвоночному отверстию. Тогда как в грудных позвонках области кальцификации вытянутой овальной формы и расположены напротив поперечных отростков также ближе к позвоночному отверстию [Skorzewska A., 2013].

В проведенных гистологических и рентгенографических исследованиях было установлено, что окостенение позвонков начинается у плодов в возрасте 10 и 11 недель [Skorzewska A., 2013]. У этих плодов центры окостенения появляются сначала для нервных дуг в шейных и верхних грудных позвонках, а к концу 11-й недели они присутствуют во всех грудных и поясничных нервных дугах. В центрах позвонков у плода в возрасте 10 недель было обнаружено окостенение в нижних 7 грудных и первых поясничных позвонках. Это указывает на то, что окостенение нервных дуг происходит в краниокаудальном направлении. Осификация центральной части позвоночника прогрессирует из нижней части грудной клетки в каудокраниальное и краниокаудальное направления.

На 12-й неделе внутриутробного развития центры кальцификации выявляются в телах Th_{II}-L_V. Дуги срастаются в единое целое позади спинного мозга во всех отделах позвоночного столба, за счет чего завершается формирование позвоночного канала на всем его протяжении. Также имеются сформированные остистые отростки во всех грудных, нижних шейных и поясничных позвонках. На 13-й неделе эмбриогенеза центры кальцификации выявляются в закладках всех позвонков. На микроскопическом уровне в дугах

всех позвонков выявляются два очага перихондрального и эндохондрального окостенения. У 16-ти недельного зародыша центры кальцификации присутствуют в дугах C_I-L_V и в телах C_{II}-S_{II}. Таким образом, к 17-й неделе развития плода, центры окостенения имеются во всех позвонках позвоночного столба [Skorzewska A., 2013; Jian N. et al., 2019]. Согласно Baumgart M. et al. (2016) это можно рассматривать как вариант нормального эндохондрального окостенения, а также как неоднородный характер оссификации центра позвонка, наблюдаемый у плода в возрасте 18 – 21 недели. Сагиттальные и венечные полосы некальцифицированной ткани встречаются у новорожденных, чаще всего в поясничной области позвоночного столба, и обычно исчезают через 1 и 2 года постнатально.

Особый интерес представляет онтогенез межпозвоночного диска, который детально описан в работах ряда авторов [Smith L.J., Nerurkar N. L., Choi K.S. et al., 2011; McCann M. R., Nerurkar N. L., Choi K.S et al., 2016; Куренков Е.Л., Макарова В.В., 2018, 2020].

1.5. Особенности анатомии позвоночного столба в плодном периоде онтогенеза человека и у новорожденного

Достаточно подробно особенности строения и развития позвоночного столба описал А. Андронеску (1970). Автор отмечает, что позвонки развиваются из хряща, ядра окостенения появляются на 40-50 сутки эмбрионального развития в телах поясничных и нижних грудных позвонках. К концу 3-го месяца внутриутробного развития ядро окостенения присутствует во всех позвонках. Кроме того, на этом же сроке появляются боковые ядра окостенения.

O’Rahilly (1980) изучал позвоночный столб эмбрионов методом графической реконструкции. На основе данного метода автором было выявлено, что хрящевые позвонки имеют короткие нейтральные отростки. Дорсальные ветви грудных нервов проходят под наклоном между поперечными отростками и бугорками ребер. Пропорции грудного и поясничного отделов

позвоночного столба в эмбриональном периоде не изменяются.

Зародыш имеет одну общую кривизну, направленную дорсально. Эта кривизна более четко выражена в грудном отделе, что определено не столько скелетом, который развивается из мезенхимы, сколько более сформированным спинным мозгом, резко согнутом в дорсальном направлении.

Представления о формировании других лордозов и кифозов разнятся по данным авторов. Так, согласно Е.М. Марогорину (1973) два вторичных искривления должны развиваться после рождения, когда ребенок держит голову и сидит в вертикальном положении (шейный лордоз), позже, когда ребенок начинает вставать и ходить – поясничный лордоз. В тоже время, с использованием рентгенографии К.М. Bagnall et al. (1977) описали появление искривлений уже на внутриутробном этапе. Четко выраженный шейный лордоз у плодов ими был обнаружен в 83 % случаев. У остальных плодов шейный отдел позвоночного столба был либо прямой (11 %), либо кифотический (6 %), как продолжение первичного грудного кифоза. Авторы отмечают, что помимо дыхательных движений, раннее появление шейного лордоза вызвано разгибанием головки плода, как базового компонента примитивного удушья. Это объяснение твердо подтверждено окостенением в затылочной чешуе, которое обеспечивает обширное крепление для мышц спины. Поясничный лордоз постоянный, встречается у 100 % плодов в возрасте 23–40 недель и доказан Е. Choufani (2009) на компьютерных изображениях MRI DICOM.

Следует подчеркнуть, что кроме двух основных кифозов грудного и крестцового, исследователи описали еще два вторичных лордоза [Bagnall К.М. et. al., 1979, Choufani et al., 2009]. Изогнутую форму имеют также аорта и первичная почка, повторяющие изгиб спинного мозга. Внешняя форма туловища на этой стадии развития соответствует форме всего комплекса хорошо развитых внутренних органов. На более поздних сроках онтогенеза, благодаря постепенному развитию конечностей, общие контуры туловища постепенно меняются, вследствие чего внешняя форма тела не соответствует форме грудной клетки, или, форме того комплекса органов, который размещен

в ней.

Ю.В. Гулиной (2021) подробно описан крестец у плодов 16-22 недель развития. Было выявлено, что тазовая поверхность крестца вогнута, а первый крестцовый позвонок выступает несколько вперед, тем самым образуя мыс.

По данным Ф.И. Валькера (1959), у новорожденных отмечаются преобладание размеров межпозвоночных дисков над размерами тел позвонков. Слабо развиты поперечные, суставные и остистые отростки. Кроме того, отверстия в телах позвонков выражены, через них проходят сосуды. Очаги окостенения тел позвонков интенсивнее всего развиваются на задней поверхности. Кроме того, в остистых и поперечных отростках имеются добавочные ядра окостенения [Валькер Ф.И., 1959].

Позвоночный столб новорожденного обладает эластичностью и быстро изменяет форму при различных положениях тела. Позвонки имеют ряд возрастных особенностей. Тела позвонков овальной формы, уплощенные в сагиттальном направлении. Поперечные размеры преобладают над продольными. Тела позвонков отделены от ножен дуг позвонков хрящевыми прослойками. Передняя дуга атланта, остистые отростки, концевые участки поперечных и суставных отростков представлены хрящевой тканью [Маргорин Е.М., 1973].

Морфологические исследования, проведенные у новорожденных, позволяют исследовать особенности позвоночного канала. У новорожденных позвоночный канал широкий, его длина составляет 18,0 см–23,0 см. Надкостница позвонков, выстилающая стенки канала рыхлая, плотная, выражена и сращена с костно-связочным аппаратом. Форма позвоночного канала непостоянная и отличается в различных отделах. Передняя стенка позвоночного канала имеет волнообразный ход. Межпозвоночные отверстия широкие преимущественно овальной формы [Маргорин Е.М., 1973]. Эпидуральное пространство в виде щели, различной формы и величины. Жировая ткань тонкая, в ряде отделов отсутствует, либо представлена в виде небольших включений, за счет чего оно выглядит относительно большим,

расстояние от поверхности кожи до эпидурального пространства варьирует от 3,0 до 10,0 мм. В эпидуральном пространстве новорожденного хорошо сформированы венозные сплетения, где более выражены передние внутрипозвоночные вены [Сичкарь С.Ю., Афуков И.И., 2015].

Изучение вопроса о строении позвоночного столба у новорожденных в целом, показало, что он имеет вид дуги. Со временем, когда ребенок начинает сидеть, к 4-6 месяцам, появляется грудной кифоз [Сапин М.Р., Брыскина З.Г., 2002]. Из морфологических особенностей отмечается начало процессов синостозирования дуг позвонков в 3-4 месяца жизни ребенка [Сперанский В.С., 1979].

Рядом авторов изучена анатомия шейного отдела позвоночного столба у новорожденных при рентгенологическом, ультразвуковом, КТ и МРТ исследованиях. Было определено, что рентгенологическая интерпретация позвонков осложняется недостаточными размерами оссифицированных участков, где более сложной в определении и описании структур в норме рентгенологической картины являются два верхних шейных позвонка. Ультразвуковое сканирование позвоночного столба у новорожденных в результате высокой гидрофильности структур позволяет хорошо визуализировать как костные структуры позвоночного столба, так и спинного мозга. Авторы утверждают, что наибольшей степенью визуализации анатомических структур позвоночного столба у новорожденных обладает МРТ [Косоуров А.К., и др., 2000].

Форма и величина позвоночного столба с возрастом человека претерпевают значительные изменения. За первые два года жизни позвоночный столб увеличивается в длину почти в два раза, затем следует период медленного развития до 12–14-летнего возраста, позже наступает фаза активного роста. В итоге у взрослого человека позвоночный столб превосходит свою первоначальную длину в 3,5 раза [Андронеску А., 1970; Анисимов Д.И., 2013; Анисимова Е.А., 2020].

1.6. Топография шейных, грудных и поясничных позвонков в пренатальном периоде онтогенеза человека и у новорожденных

Наиболее тесные взаимоотношения позвоночный столб имеет с спинным мозгом, ганглиями и спинномозговыми нервами. В литературе подробно описано строение спинного мозга у новорожденного, где выявлено, что спинной мозг утолщен, вместе с позвоночным столбом образует кривизну, выпуклую в дорсальную сторону. Изучены спинномозговые ганглии и корешки нервов [Попова-Латкина Н.В., 1975; Родионов А.А., 2007; Школьников В.С., Гуминский Ю.Й., 2014]. С возрастом происходит выраженное нарастание асимметрии в задних корешках спинного мозга [Бурдей Г.Д., 1974]. По данным Ф.И. Валькера (1959), после рождения длина спинного мозга значительно увеличивается. Кроме того, отмечается круглая форма центрального канала спинного мозга.

У новорожденных УЗИ позволяет определить особенности взаимоотношений позвоночного столба со структурами спинного мозга. Рядом авторов определена ширина заднего субарахноидального пространства, выявлена зависимость от положения шейного отдела (при разгибании в верхних отделах становится узкой, при сгибании – равномерной). Определены размеры ширины заднего субарахноидального пространства на уровне средних шейных позвонков (от 0,8 мм до 1,2 мм, в среднем $1,0 \pm 0,11$ мм). В сагиттальной плоскости сканирования, на уровне верхних шейных позвонков, спинной мозг представлен широкой гипэхогенной полосой с центральной эхогенной областью, образованной за счет миелинизированной части белой спайки, центральной частью передней срединной щели, центральным каналом спинного мозга [Родионова А.А., 2009].

Лучевые методы диагностики, такие, как рентгенологические и КТ, позволяют определить размеры отверстия поперечных отростков атланта и особенности его взаимоотношений с позвоночной артерией. Авторами определено, что в костном канале взрослого человека позвоночная артерия занимает 35 % всего объема отверстия. Фиброзная ткань,

окружающая позвоночную артерию, ее венозное и симпатическое нервное сплетение, а в области задней дуги атланта и затылочный нерв, служит для них каркасом [Юсупов К.С. и др., 2011; Анисимов Д.И., 2012; Анисимов Д.И. и др., 2012].

В раннем плодном периоде онтогенеза, в области тел L_I-L_{III} располагается поясничный лимфоколлектор, представленный ретроперитониальными и ретроаортальными лимфатическими мешками, которые имеют тесные взаимоотношения с передней поверхностью поясничных позвонков [Шуркус Е.А., 2015].

По данным И.Р. Шальневой (2017) можно отметить, что уже в 16-22 недели онтогенеза можно выделить две формы грудной клетки у плода, при которых проекция внутренних органов грудной полости на ее стенки имеет различия.

В близких топографо-анатомических взаимоотношениях с отделами позвоночного столба плода располагаются лимфатические узлы. В изучаемом периоде онтогенеза, по передней полуокружности позвоночного столба на всем его протяжении, прилежит группа околопозвоночных лимфатических узлов. Они располагаются кпереди от передней продольной связки, между ветвями переднего наружного позвоночного венозного сплетения, висцеральными ветвями симпатического ствола, ветвями большого и малого внутренностных нервов. Определено преобладание лимфатических узлов в области левой полуокружности тел позвонков с уровня нижнего края тела Th_{IV} [Галеева Э.Н., 2016].

1.7. Общая оценка данных литературы

В онтогенезе человека позвоночный столб является системообразующим звеном скелета, и его анатомо-физиологические и биомеханические свойства влияют на формирование внутренних органов и состояние здоровья развивающегося организма. Имеющиеся данные литературы затрагивают в

основном вопросы анатомии отделов позвоночного столба новорожденных, детского и зрелого возрастов. Представленные работы описывают характер изменений анатомии и топографии грудного и крестцового отделов позвоночного столба [Шальнева И.Р., 2017; Гулина Ю.В., 2021].

Выявленные особенности строения эпидурального пространства у плодов и новорожденных расширяют представления о становлении позвоночного столба, спинного мозга и его оболочек, что может быть использовано при различных манипуляциях у глубоко недоношенных новорожденных. Ряд работ освещают вопросы строения различных отделов позвоночного столба у плода, однако возрастные и половые особенности строения изучены недостаточно детально и комплексно [Ковалев А.В., 2000; Косоуров А.К. и др., 2000].

Отсутствуют детальные сведения по формированию шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба в плодном периоде онтогенеза человека. Нет данных по билатеральным различиям, возможному половому диморфизму структурных образований шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба на протяжении второго триместра беременности. Не представлены сведения по макромикроскопической анатомии и количественной топографии тел, дуг, ножек дуг и отростков позвонков, межпозвоночных дисков, межпозвоночных отверстий, позвоночного отверстия, размеров поперечных отверстий и поперечно-отростковой части позвоночной артерии на протяжении промежуточного плодного периода, которые необходимы для неонатологов, педиатров, реаниматологов и анестезиологов.

Вышеизложенные аспекты позволили сформулировать тему настоящего исследования, которое выполнено в рамках научной тематики кафедры анатомии человека ОрГМУ, посвященной фетальной топографической анатомии внутренних органов, позвоночного столба и скелета человека [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., 2021].

ГЛАВА II

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика объекта исследования

Настоящее исследование выполнено на материале 70 плодов человека мужского и женского пола в возрасте от 16 до 22 недель гестации, полученных из коллекции плодов кафедры анатомии человека ОрГМУ. Фетальный материал отбирался в коллекцию в результате прерывания физиологически протекающей беременности по социальным показаниям с соблюдением всех принятых в Российской Федерации законодательных актов (ФЗ РФ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» № 323-ФЗ от 21 ноября 2011 года, постановление Правительства Российской Федерации от 11 августа 2003 года №485 «О перечне социальных показаний для искусственного прерывания беременности», Приказ Министерства здравоохранения РФ от 6 июня 2013 г. N 354н «О порядке проведения патолого-анатомических вскрытий»). Коллекция плодов набрана в период 2007-2015гг. При отборе объектов из коллекции для включения в изученную выборку соблюдали следующие критерии: 1. Одноплодная физиологически протекающая беременность. 2. Отсутствие у матери соматической патологии. 3. Отсутствие в анамнезе беременности данных о нарушениях фетоплацентарного кровотока, осложнений беременности. 4. Соответствие антропометрических показателей плода акушерско-гинекологическому анамнезу. 5. Отсутствие пороков развития у плода при скрининговых ультразвуковых исследованиях и при визуальном осмотре при заборе материала.

Тема диссертационного исследования одобрена ЛЭК ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (протокол № 207 от 24 сентября 2018 г., протокол № 285 от 23 ноября 2021 г.)

Указанный возрастной диапазон практически полностью соответствует срокам второго триместра беременности и промежуточного плодного периода [Колесников Л.Л., Шевлюк Н.Н., Ерофеева Л.М., 2014]. При отборе образцов в

выборку учитывали возраст плода, который проверялся по следующим критериям: теменно-пяточному и теменно-копчиковому размерам [Пэттен Б.М., 1959, актуальные нормограммы плодов], массе плода, теменно-копчиковому размеру, окружности головы и длине стопы.

Исходя из поставленных задач исследования, все плоды были объединены в четыре возрастные группы: 16–17 недель, 18–19 недель, 20–21 неделя, 22 недели.

Распределение секционного материала по полу и возрасту представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Распределение секционного материала по полу и возрасту

№	Возраст плода	Пол		Всего
		мужской	женский	
1	16-17 недель (№№ протоколов)	10	7	17
		40, 44, 45, 63, 134, 135, 136, 162, 164, 184	7, 105, 116, 140, 150, 160, 186	
2	18-19 недель (№№ протоколов)	8	10	18
		15, 31, 138, 141, 153, 170, 174, 177	54, 57, 59, 115, 116, 145, 151, 178, 180, 188	
3	20-21 неделя (№№ протоколов)	8	11	19
		75, 148, 156, 168, 172, 179, 181, 222	26, 74, 77, 105, 126, 143, 159, 169, 173, 175, 185	
4	22 недели (№№ протоколов)	11	5	16
		16, 32, 112, 149, 157, 167, 171, 176, 182, 183, 221	2, 13, 129, 201, 202	
Всего		37	33	70

Из 70 плодов методом макромикроскопического препарирования было изучено 40 объектов, еще 30 случаев были изучены методом распилов по Н.И. Пирогову. После проведения изучения срезов по Н.И. Пирогову из каждой группы плодов по 5 случаев были изучены гистотопографическим методом, всего – 20 плодов.

2.2. Методы собственного исследования

В настоящем исследовании для решения поставленных задач использовался следующий комплекс методов:

1. Метод забора и фиксации материала;
2. Метод макромикроскопического препарирования;
3. Метод распилов по Н.И. Пирогову;
4. Гистотопографический метод;
5. Метод морфометрии;
6. Метод вариационно-статистической обработки данных;
7. Документирование полученных данных.

2.2.1. Метод забора и фиксации материала

При наборе фетальной коллекции кафедры материал забирали в течение 24 часов после прерывания беременности. После выполнения необходимой антропометрии плода и заполнения паспортной части протокола для сохранения нормальных взаимоотношений скелета и внутренних органов плод фиксировали на проволочной основе: закрепляли в определенном положении голову (за шею), верхние и нижние конечности за плечевые и тазобедренные суставы (в коленных и локтевых суставах сохранялось согнутое состояние). Такой фиксацией достигалось положение торса с особенностями эмбрионального изгиба, а грудная клетка, позвоночник и таз не подвергались деформации. После этого каждый образец наливался 5 % раствором формалина через пупочную вену до истечения раствора из пупочных артерий, после чего пупочный канатик перевязывали, и плод, закрепленный на проволочной основе и завернутый в марлю, помещали в емкость с 5 % (5 суток), затем с 10% нейтральным формалином (30 суток).

Такой способ фиксации и хранения каждого случая позволял добиваться правильной и равномерной фиксации тканей, нормального положения полостей и торса плода в целом без их искривления.

В связи с тем, что в 20–22 недели гестации позвонки плодов имеют хорошо развитые очаги окостенения, для материала, который в последующем изучали с использованием гистотопографического метода, дополнительно проводили его декальцинацию по стандартной методике с использованием жидкости Эбнера длительностью 20–30 суток. Плодам 16–19 недель развития декальцинацию не проводили в связи с малой степенью окостенения позвонков в эти сроки развития.

2.2.2. Метод макромикроскопического препарирования

Предварительным этапом перед каждым методом исследования в каждом изученном случае было проведено тщательное препарирование задней поверхности позвоночного столба с выделением остистых отростков с уровня C_1 по L_v и их маркировкой путем прошивания остистых отростков позвонков цветной леской. Метка каждого позвонка позволила провести его дифференцировку и определение порядкового номера. Далее прецизионно удаляли все мягкие ткани (кожу, подкожную жировую клетчатку, мышцы) и скелетировали весь позвоночный столб.

Для изучения топографии позвоночного столба и доступа к его передней и боковой поверхностям на следующем этапе вскрывали грудную клетку и переднюю брюшную стенку. Первоначально, по передней срединной линии рассекали грудину (от верхнего края яремной вырезки до мечевидного отростка), затем разрез продолжали по передней брюшной стенке до лобкового симфиза. После этого части передней грудной и брюшной стенки легко разводились в стороны, что позволило изучить топографию прилежащих органов и структур относительно позвоночного столба плода.

После выполнения морфометрии отделов позвоночного столба и заполнения соответствующих частей протокола для следующего раздела исследования препарировали каждый позвонок с соответствующими ему структурами. Первым этапом, после удаления органов шеи, грудной и брюшной полостей, было выделение и отсечение передней продольной связки от

передней поверхности тел позвонков на протяжении изученных отделов позвоночного столба. Далее обнажали заднюю поверхность дуг позвонков от соответствующих мышц спины. Следующим этапом было разделение тел позвонков друг от друга по верхней и нижней поверхности тела каждого позвонка, с последующим рассечением задней продольной связки, желтых связок и связок соответствующих отростков дуги позвонка с их выделением.

Всего было изучено и сфотографировано, используя данный метод, 40 плодов.

2.2.3. Метод распилов по Н. И. Пирогову

При выполнении распилов по Н.И. Пирогову первоначально подготавливали материал по выше описанной методике (скелетировали позвонки с последующей их маркировкой). Распилы торсов выполняли в трех плоскостях: горизонтальной, сагиттальной и фронтальной с использованием макротомы М-1. Средний шаг среза составил 3-6 мм. При выполнении горизонтальных срезов проводили на уровне каждого позвонка в пределах C_1-L_v . Срезы в сагиттальной плоскости выполняли через переднюю срединную, правую окологрудинную, правую среднеключичную, левую окологрудинную и левую среднеключичную линии. Морфометрию всех горизонтальных срезов выполняли по верхней и нижней поверхности каждого среза для правильной и более точной фиксации данных. На фронтальных распилах параметры фиксировали спереди и сзади, на сагиттальных - справа и слева.

Анализ изготовленных срезов показал, что для изучения анатомии шейных, грудных, поясничных позвонков и межпозвоночных дисков наибольший объем информации дают срезы, выполненные в горизонтальной плоскости, по сравнению с распилами в других плоскостях. Они позволяют провести морфометрию позвонков и дисков, проследить за их изменениями в строении, а также получить детальные количественные данные по строению тел позвонков, размерам позвоночного канала. Сагиттальные и фронтальные

срезы были использованы для изучения топографии структур и органов, прилежащих к позвоночному столбу. В тоже время сагиттальные и фронтальные срезы были использованы в качестве вспомогательных срезов для описания отдельных тонких структур позвоночника и для уточнения некоторых вопросов, возникающих при интерпретации горизонтальных срезов.

Полученные срезы фотографировались аппаратом «Panasonic-Lumix DMC-TZ3» с использованием штатива и масштабной линейки. Данным методом всего были изучены 30 плодов (Таблица 2).

Таблица 2.

Распределение секционного материала по плоскостям срезов

Плоскости срезов	Возраст плода				Всего
	I	II	III	IV	
Горизонтальная плоскость	4	4	4	4	16
Сагиттальная плоскость	2	2	3	2	9
Фронтальная плоскость	1	2	1	1	5

Несмотря на всю информативность выполненных горизонтальных срезов по Н.И. Пирогову, при использовании данного метода часто вызывает трудности определение границ между различными тканями, вследствие чего было выполнено изучение микроанатомии и микро топографии позвоночника плодов. Для этого часть случаев, изученных методом срезов по Н.И. Пирогову, была в дальнейшем исследована с использованием гистотопографического метода.

2.2.4. Гистотопографический метод

Для исследования плодов в данном разделе изготавливались серийные гистотопограммы в трех взаимно перпендикулярных плоскостях (горизонтальной, сагиттальной и фронтальной) тех срезов, которые были изучены методом распилов по Н.И. Пирогову (количество и распределение по плоскостям представлено в главе 2.2.3 и таблице 2). Данный метод был

использован для получения более полной информации о макромикроскопическом строении шейных, грудных, поясничных позвонков и межпозвоночных дисков, их взаимоотношениях с окружающими органами и анатомическими структурами. Срезы (горизонтальные, сагиттальные и фронтальные) отмывали от формалина в проточной воде в течение 24-48 часов, после чего проводили через стандартную батарею спиртов нарастающей концентрации (60%-80%-96%-96%-100%), раствор спирт-эфира, и заливали в целлоидин. Из полученных блоков готовили серийные гистотопограммы и окрашивали их по стандартной методике Ван Гизона. Гистотопограммы изучали с использованием панкратического стереоскопического микроскопа МПС – 2 с видеосистемой при 2, 4, 8 увеличениях. Количество изготовленных срезов – 150.

2.2.5. Метод морфометрии

Морфометрии подвергали изготовленные макропрепараты, гистотопограммы и срезы по Н.И. Пирогову. Измерения при этом проводились электронным штангенциркулем (ГОСТ 166-89, модель 660-116, ШЦЦ Ермак - 1-150-0,01) с точностью до 0,1 мм. Изготовленные по Н.И. Пирогову срезы и гистотопограммы изучали с использованием панкратического стереоскопического микроскопа МПС – 2 с видеосистемой (при 2, 4, 8, 12 – кратных увеличениях). Также для получения некоторых количественных морфометрических параметров в ходе работы использовалась программа Scale (лицензионная версия), которая позволяет проводить измерения на цифровых фотографиях препаратов в электронном виде.

Все изученные параметры были разделены на следующие группы:

I. Параметры шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба в целом:

- длина шейного отдела позвоночного столба (длина спереди, передняя длина). Под передней длиной шейного отдела позвоночного столба понимали расстояние от верхнего края передней дуги С₁ до нижнего края передней

поверхности тела C_{VII} ;

- длина шейного отдела позвоночного столба (длина сзади, задняя длина).

Под задней длиной шейного отдела позвоночного столба понимали расстояние от верхнего края задней дуги C_I до нижнего края дуги C_{VII} ;

- длина грудного отдела позвоночного столба (длина спереди, передняя длина). Под передней длиной грудного отдела позвоночного столба понимали расстояние от верхнего края передней поверхности тела Th_I до нижнего края передней поверхности тела Th_{XII} ;

- длина грудного отдела позвоночного столба (длина сзади, задняя длина).

Под задней длиной грудного отдела позвоночного столба понимали расстояние от верхнего края дуги Th_I до нижнего края дуги Th_{XII} ;

- длина поясничного отдела позвоночного столба (длина спереди, передняя длина). Под передней длиной поясничного отдела позвоночного столба понимали расстояние от верхнего края передней поверхности тела L_I до нижнего края передней поверхности тела L_V ;

- длина поясничного отдела позвоночного столба (длина сзади, задняя

длина). Под задней длиной поясничного отдела позвоночного столба понимали расстояние от верхнего края дуги L_I до нижнего края дуги L_V .

II. Параметры каждого позвонка шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба:

A) Размерные характеристики тел позвонков:

- высота тела позвонка. Под высотой тела позвонка понимали расстояние от верхнего края до нижнего края тела позвонка.

- продольный размер тела позвонка. Под продольным размером понимали линейный размер в продольном направлении, то есть расстояние между двумя наиболее удаленными точками от передней до задней поверхности тела позвонка, измеренное горизонтально.

- поперечный размер тела позвонка. Под поперечным размером понимали наибольшее расстояние между правым и левым краями тела позвонка,

измеренные поперек тела позвонка (под прямым углом к продольному размеру).

- наличие и количество питательных каналов тела позвонка.

Б) Размерные характеристики позвоночного отверстия:

- продольный размер позвоночного отверстия. Под продольным размером понимали наибольшее расстояние между передним и задним краями позвоночного отверстия.

- поперечный размер позвоночного отверстия. Под поперечным размером понимали наибольшее расстояние между правым и левым краями позвоночного отверстия.



Рис. 1. Схема измерения основных параметров тела и позвоночного отверстия позвонков.

1 – высота тела позвонка, 2 – поперечный размер тела позвонка, 3 – продольный размер тела позвонка, 4 – поперечный размер позвоночного отверстия, 5 – продольный размер позвоночного отверстия.

В) Размерные характеристики отростков дуги позвонка:

- длина остистого отростка. Под длиной остистого отростка понимали расстояние от дуги позвонка до конца остистого отростка.

- длина поперечных отростков (справа и слева соответственно). Под длиной поперечного отростка понимали расстояние от дуги позвонка до конца поперечного отростка (справа и слева соответственно).

- длина верхних суставных отростков (справа и слева соответственно).
Под длиной верхнего суставного отростка понимали расстояние от дуги позвонка до верхней поверхности верхнего суставного отростка (справа и слева соответственно).

- длина нижних суставных отростков (справа и слева соответственно).
Под длиной нижнего суставного отростка понимали расстояние от дуги позвонка до нижней поверхности нижнего суставного отростка (справа и слева соответственно).

Г) Размерные характеристики и форма отверстий поперечных отростков шейных позвонков:

- продольный размер отверстий поперечных отростков шейных позвонков. Под продольным размером понимали наибольшее расстояние между передним и задним краями отверстий поперечных отростков.

- поперечный размер отверстий поперечных отростков шейных позвонков. Под поперечным размером понимали наибольшее расстояние между правым и левым краями отверстий поперечных отростков.

III) Размерные характеристики C_1 :

- продольный размер C_1 . Под продольным размером понимали расстояние между передним и задним бугорками C_1 .

- поперечный размер C_1 . Под поперечным размером понимали наибольшее расстояние снаружи между концами поперечных отростков C_1 .

- продольный размер позвоночного отверстия C_1 . Под продольным размером понимали наибольшее расстояние между передним и задним краями позвоночного отверстия.

- поперечный размер позвоночного отверстия C_1 . Под поперечным размером понимали наибольшее расстояние между правым и левым краями позвоночного отверстия.

- расстояние между внутренними поверхностями латеральных масс C_1 .

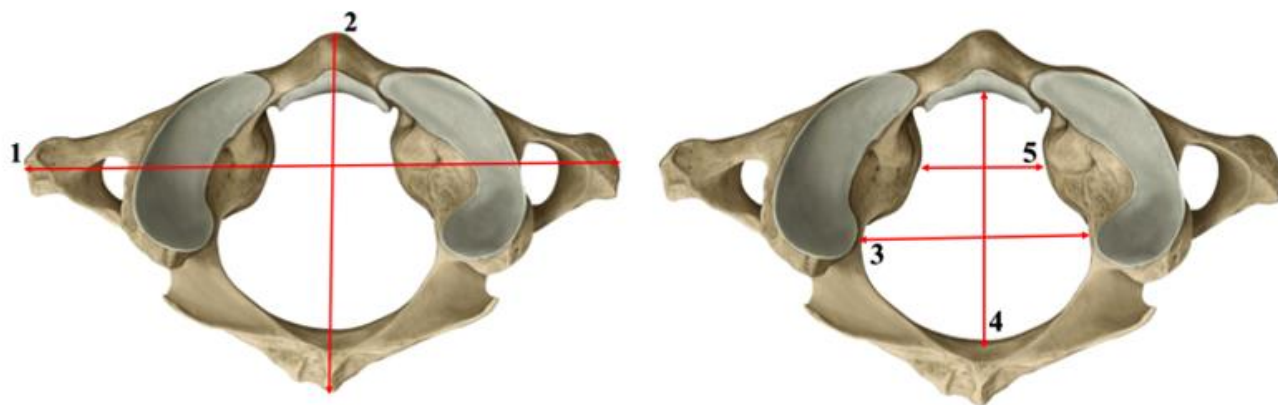


Рис. 2. Схема измерения параметров атланта.

*1 – поперечный размер C_1 , 2 – продольный размер C_1 ,
3 – поперечный размер позвоночного отверстия C_1 , 4 – продольный размер
позвоночного отверстия C_1 , 5 – расстояние между латеральными массами.*

- размерные характеристики верхних суставных ямок (максимальный продольный и поперечный размеры справа и слева соответственно).

- размерные характеристики нижних суставных поверхностей (максимальный продольный и поперечный размеры справа и слева соответственно).

IV) Размерные характеристики C_{II} :

- продольный размер тела позвонка C_{II} .
- поперечный размер тела позвонка C_{II} .
- продольный размер позвоночного отверстия C_{II} .
- поперечный размер позвоночного отверстия C_{II} .
- высота зуба C_{II} . Под высотой зуба понимали расстояние от верхнего края тела позвонка (основание зуба) до вершины зуба.

V) Размерные характеристики межпозвоночного диска:

- высота межпозвоночного диска. Под высотой межпозвоночного диска понимали дистанцию от верхнего края до нижнего края межпозвоночного диска.

- продольный размер межпозвоночного диска. Под продольным размером понимали наибольшее расстояние между передним и задним краями межпозвоночного диска.

- поперечный размер межпозвоночного диска. Под поперечным размером понимали наибольшее расстояние между правым и левым краями межпозвоночного диска.

2.2.6. Метод вариационно-статистической обработки данных

Полученные в ходе данной работы количественные показатели подвергали вариационно-статистическому анализу, используя программное обеспечение Windows-XP «Microsoft Word Excel» и «STATISTICA 10».

Для выбора соответствующих методов статистики первым этапом была выполнена оценка полученных рядов данных, и установлено, что выборки принадлежат совокупностям с нормальным распределением, что позволяет использовать группу параметрических методов статистики [Гланц С., 1998; Реброва О.Ю., 2002; Халафян А.А., 2007]. Далее была отобрана группа параметрических показателей, которые вычислялись в каждой группе выборки. Этот набор показателей включал:

- среднее значение (X),
- стандартную ошибку средней величины (Sx),
- наименьшее значение параметра (\min),
- наибольшее значение параметра (\max),
- темп прироста ($T_{\text{пр}}$).

Темп прироста ($T_{\text{пр}}$) вычисляли как отношение между значением данного периода времени и уровнем показателя предыдущего периода по формуле:

$$T_{\text{пр}} = (N_2 - N_1) / N_1 \times 100 \%,$$

где $T_{\text{пр}}$ – темп прироста; N_2 – текущее значение данного периода времени; N_1 – показатель предшествующего периода.

Для оценки достоверности между полученными количественными данными использовали критерий Стьюдента, при этом за уровень значимости считали $p=0,05$.

2.3. Документирование полученных данных

На каждый случай заводился отдельный протокол морфометрического исследования. В протокол вносили возраст плода, вес, пол и особенности случая. В разработанные согласно изучаемым группам параметров таблицы вносили полученные морфометрические показатели. Фотографии макропрепаратов, гистотопограмм, срезов прикладывались к протоколу в электронном и (или) в печатном виде.

Дизайн выполненного исследования в целом представлен на схеме (Рис.3).

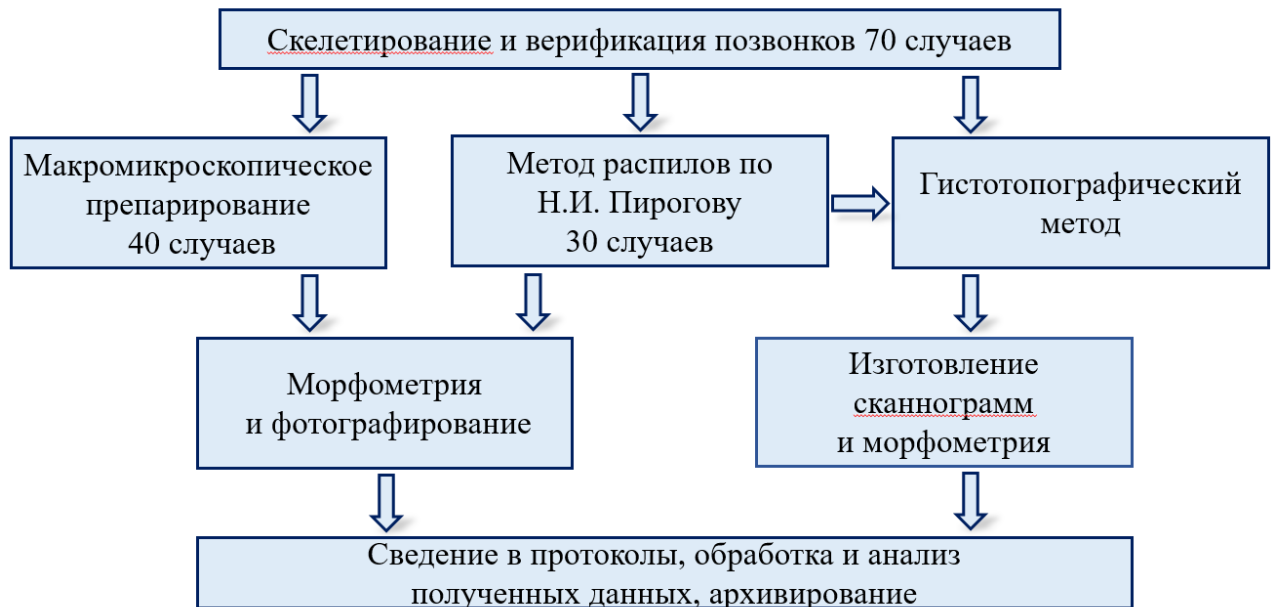


Рис. 3. Схема дизайна исследования.

ГЛАВА III

ОПИСАТЕЛЬНАЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ АНАТОМИЯ ШЕЙНЫХ, ГРУДНЫХ, ПОЯСНИЧНЫХ ПОЗВОНКОВ И МЕЖПОЗВОНОЧНЫХ ДИСКОВ В ПРОМЕЖУТОЧНОМ ПЛОДНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА

В промежуточном плодовом периоде онтогенеза человека позвоночный столб – это целостная структура, состоящая из соединенных между собой позвонков. Первоначальным этапом исследования в настоящей работе стало скелетирование шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба. На задней поверхности торса плода после удаления кожи, подкожно-жировой клетчатки и мышц обнажали заднюю поверхность позвоночного столба, далее тщательно верифицировали порядковый номер каждого позвонка.

На макропрепаратах во всех изученных возрастных группах отчетливо определялись шейный, грудной, поясничные, крестцовый и копчиковые отделы позвоночного столба. В рассмотренном возрастном периоде при вскрытии передней области шеи, грудной клетки и передней брюшной стенки, с последующим удалением всех внутренних органов соответствующих полостей, визуализировали переднюю поверхность позвоночного столба с соответствующими его отделами. На изолированных препаратах (после удаления мягких тканей) в 16–22 недели развития отчетливо дифференцируются тела позвонков, дуги позвонков со всеми структурами и межпозвоночные диски.

В ходе проведенного исследования было определено, что в 16–22 недели развития строение позвоночного столба у плодов имеет сходные черты с позвоночным столбом взрослого человека. В указанном возрастном периоде онтогенеза в позвоночном столбе определяются шейный отдел, представленный 7 позвонками (C_I-C_{VII}), грудной отдел, состоящий из 12 позвонков (Th_I-Th_{XII}), поясничный отдел из 5 позвонков (L_I-L_V) и крестцовый отдел (крестец),

включающий 5 позвонков ($Sc_I - Sc_V$). Позвоночный столб плода заканчивается копчиковым отделом (копчиком), состоящим из 3–4 копчиковых позвонков ($Co_I - Co_{III-IV}$) (Рис. 4).

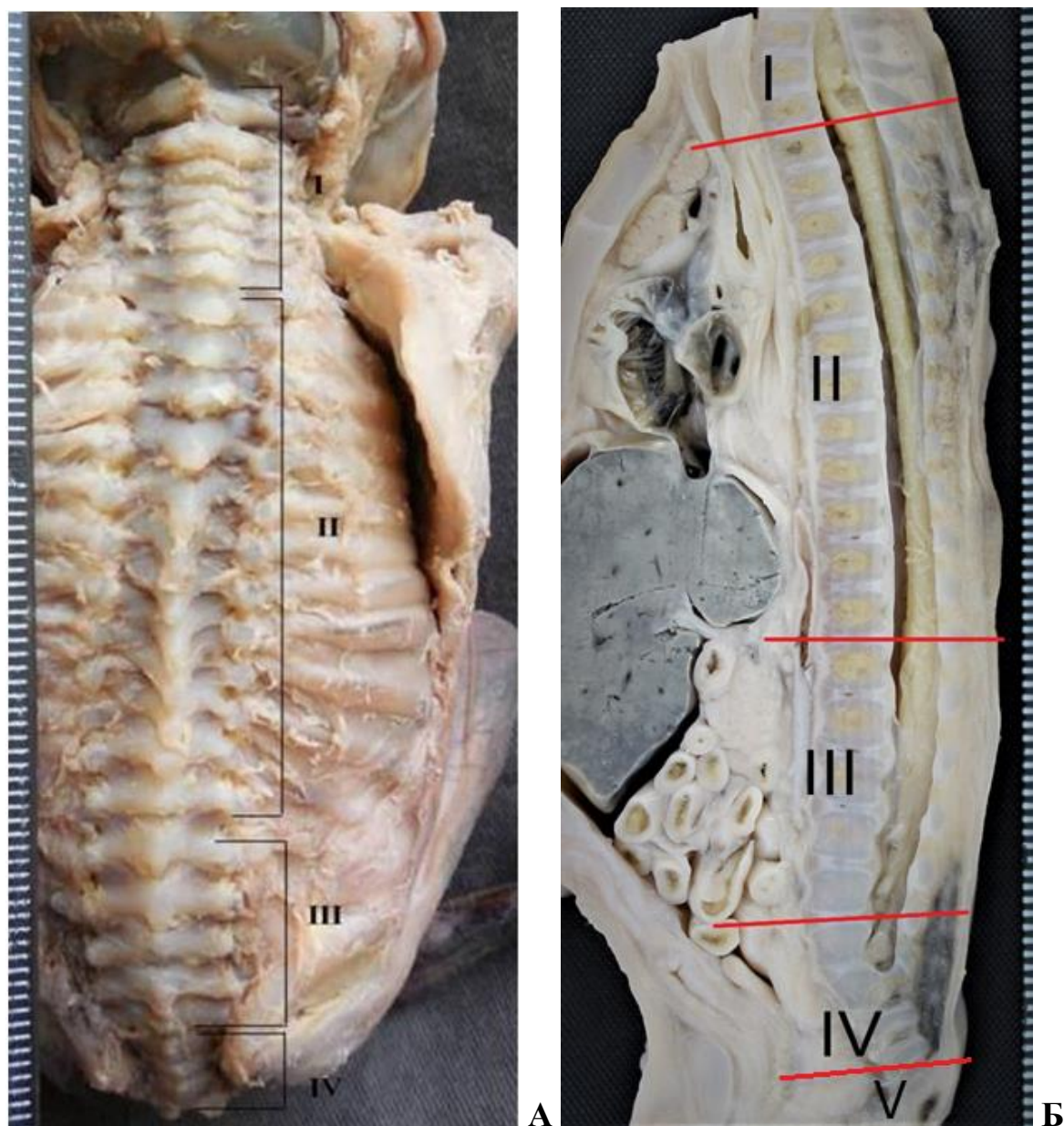


Рис. 4. Позвоночный столб плода в 16–22 недели онтогенеза человека.

А – Фото макропрепарата позвоночного столба плода.

Протокол № 221, срок развития – 22 недели, пол – мужской, вид сзади.

Б – Сагиттальный распил по срединной линии, вид справа.

Протокол № 136, срок развития – 16–17 недель, пол – мужской.

I – шейный отдел, *II* – грудной отдел, *III* – поясничный отдел,

IV – крестцовый отдел, *V* – копчиковый отдел.

3.1. Описательная и количественная анатомия шейных позвонков в 16–22 недели онтогенеза человека

При макроскопическом исследовании в 16–22 недели промежуточного плодного периода онтогенеза отчетливо определяются все шейные позвонки, тела позвонков C_I–C_{VII} соединяются между собой хорошо сформированными межпозвоночными дисками (Рис. 5, 6).

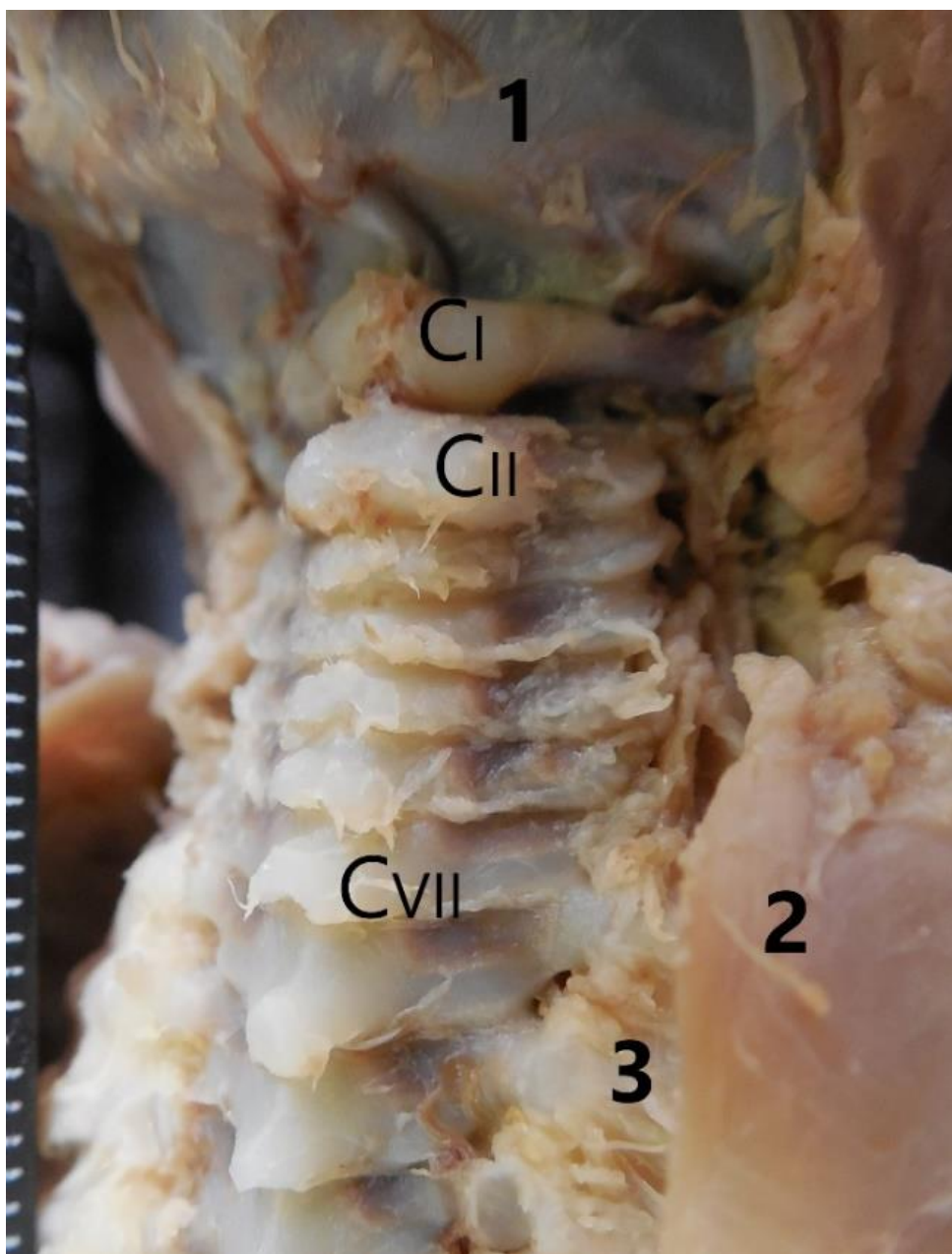


Рис. 5. Шейный отдел позвоночного столба плода в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека.

Фото макропрепарата торса плода. Вид сзади.

Протокол № 221, срок развития – 22 недели, пол – мужской.
1 – чешуя затылочной кости, 2 – правая лопатка, 3 – ребро.

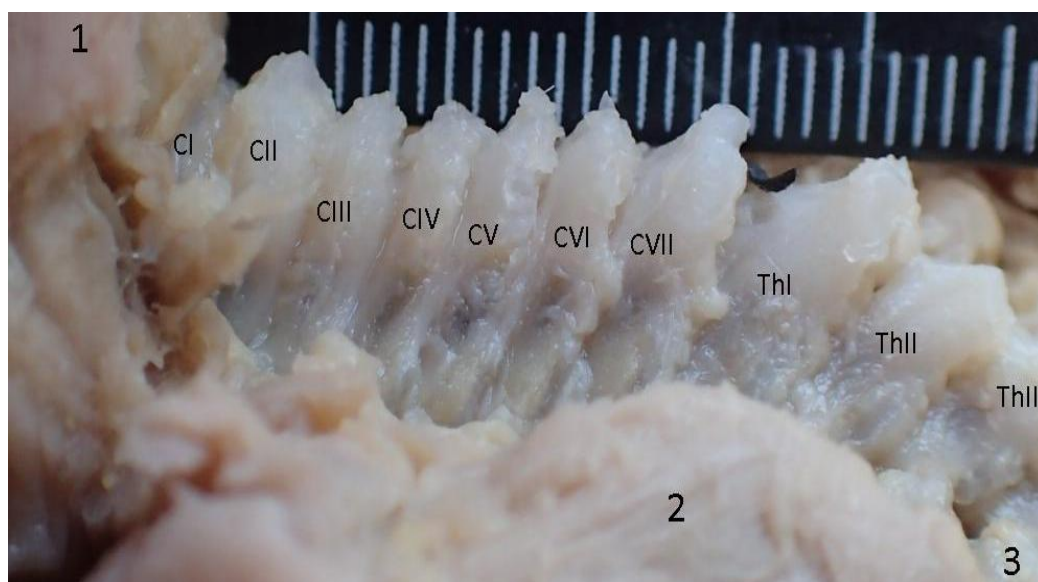


Рис. 6. Шейный отдел позвоночного столба плода в промежуточном плодовом периоде онтогенеза человека.

Фото макропрепарата. Вид сзади и сбоку.

Протокол № 153, срок развития – 18–19 недель, пол – мужской.

*1 – чешуя затылочной кости, 2 – левая лопатка,
3 – реберно-поперечный сустав.*

Как и у взрослого человека, в рассматриваемом периоде fetalного развития 1-й (атлант, C_I) и 2-й (осевой позвонок, C_{II}) шейные позвонки имеют особую форму, отличную от формы других (C_{III} – C_{VII}) шейных позвонков.

В 16–22 недели онтогенеза определяются атлантозатылочные соединения. Мыщелки затылочной кости у плодов 16–22 недель развития имеют овальную форму, суженную в задних отделах. Суставные поверхности покрыты хрящом, гладкие и блестящие. Форма большого отверстия затылочной кости приближена к «каплевидной», она заужена в задних отделах и несколько расширена в передних (Рис. 7).

Во всех изученных группах плодов атлант состоял из двух дуг (передней и задней), соединённых между собой латеральными массами. На передней дуге атланта определяется ямка зуба овальной формы, имеющая гладкую суставную поверхность, покрытую гиалиновым хрящом. Кпереди от верхних суставных поверхностей отчетливо определяется борозда позвоночной артерии. Передний и задний бугорки слабо выражены (Рис. 8).

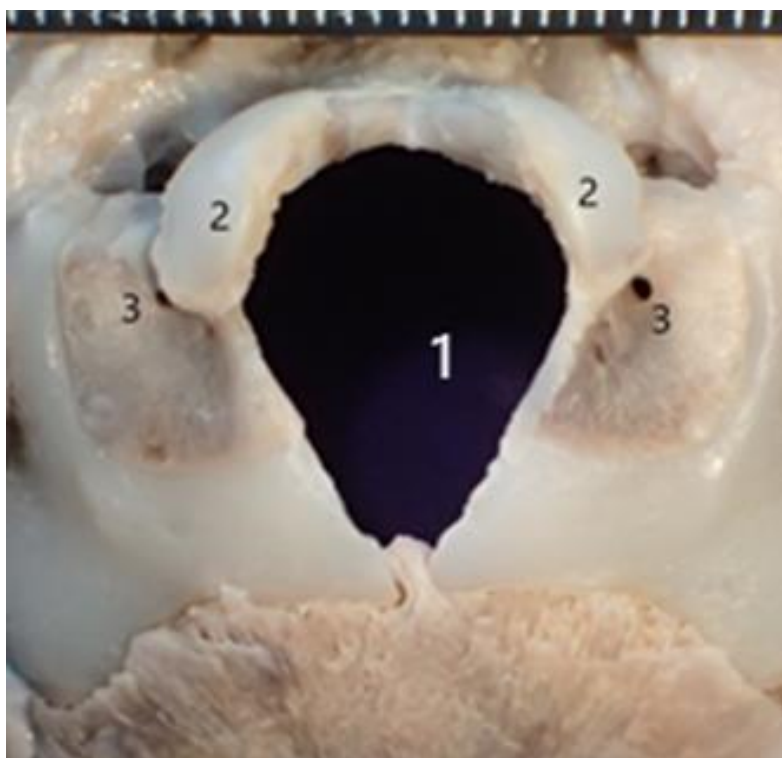
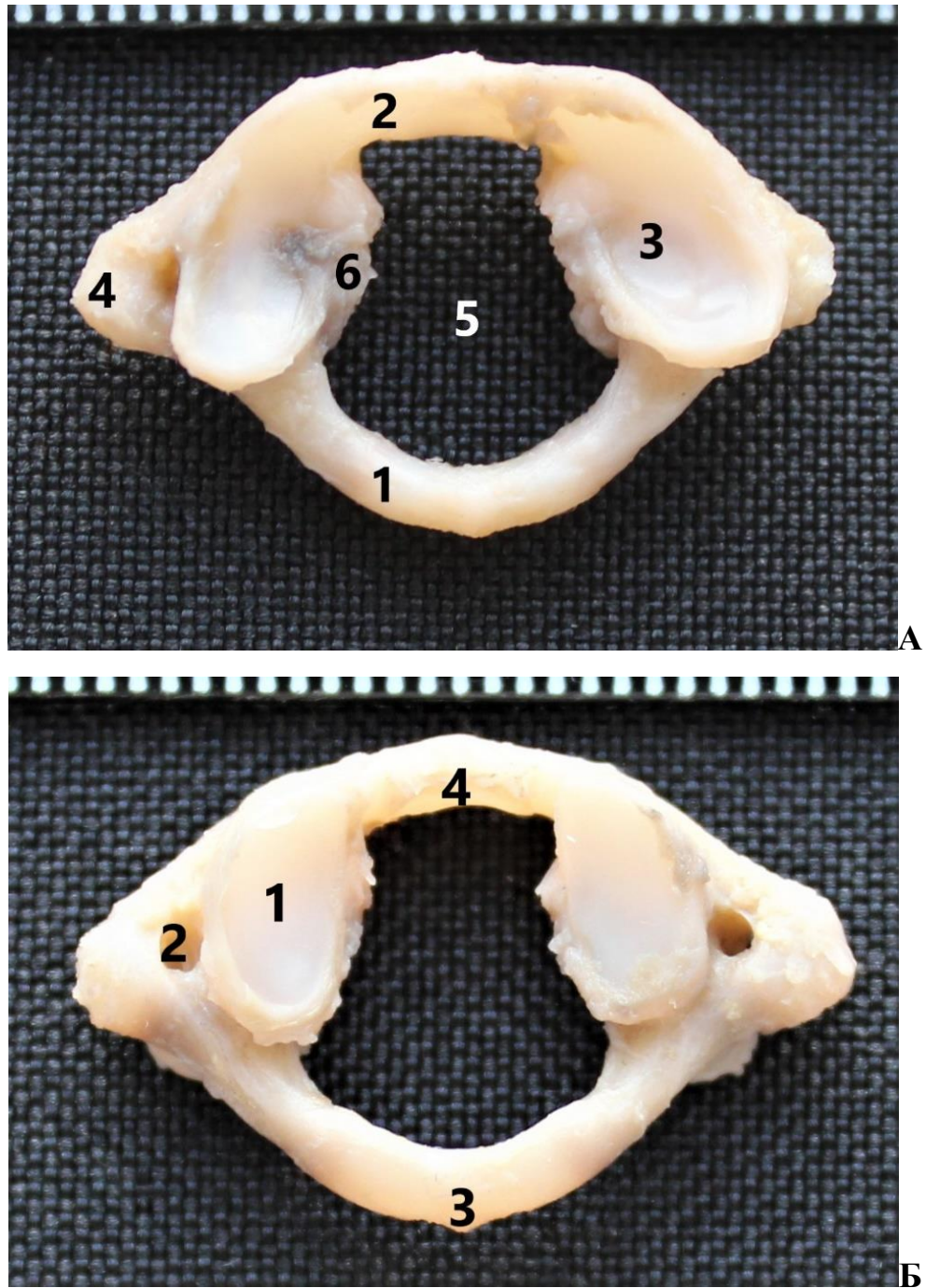


Рис. 7. Затылочная кость у плода в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека.

Протокол № 32, срок развития – 22 недели, пол – мужской. Вид снизу.
 1 – большое отверстие затылочной кости, 2 – затылочный мыщелок,
 3 – мыщелковый канал.

Для получения полной морфометрической характеристики атланта в 16–22 недели внутриутробного развития были измерены все представленные во II главе показатели (Рис. 9). Полученные морфометрические данные изложены в таблице 3.

Было установлено, что в рассматриваемом периоде размерные характеристики атланта увеличиваются с 16 по 22 неделю онтогенеза. В начале исследуемого периода продольный размер C_1 равен $8,3 \pm 0,2$ мм, к концу увеличивается и становится равным $14,5 \pm 0,6$ мм. В пределах изученного периода онтогенеза поперечный размер атланта составляет $15,0 \pm 0,1$ мм и $20,5 \pm 0,9$ мм соответственно. При сопоставлении полученных данных было выявлено, что более интенсивно к 22 неделе увеличивается продольный размер атланта (на 74,7 %) при интенсивности прироста поперечного размера 36,7 %.



**Рис. 8. Первый шейный позвонок
в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека.**

Фото макропрепарата C_1 плода.

Протокол № 222, срок развития – 20–21 неделя, пол – мужской.

А – вид сверху

*1 – задняя дуга, 2 – передняя дуга, 3 – верхняя суставная поверхность,
4 – поперечный отросток, 5 – позвоночное отверстие,
6 – латеральные массы.*

Б – вид снизу

*1 – нижняя суставная поверхность, 2 – поперечное отверстие,
3 – задний бугорок, 4 – ямка зуба.*

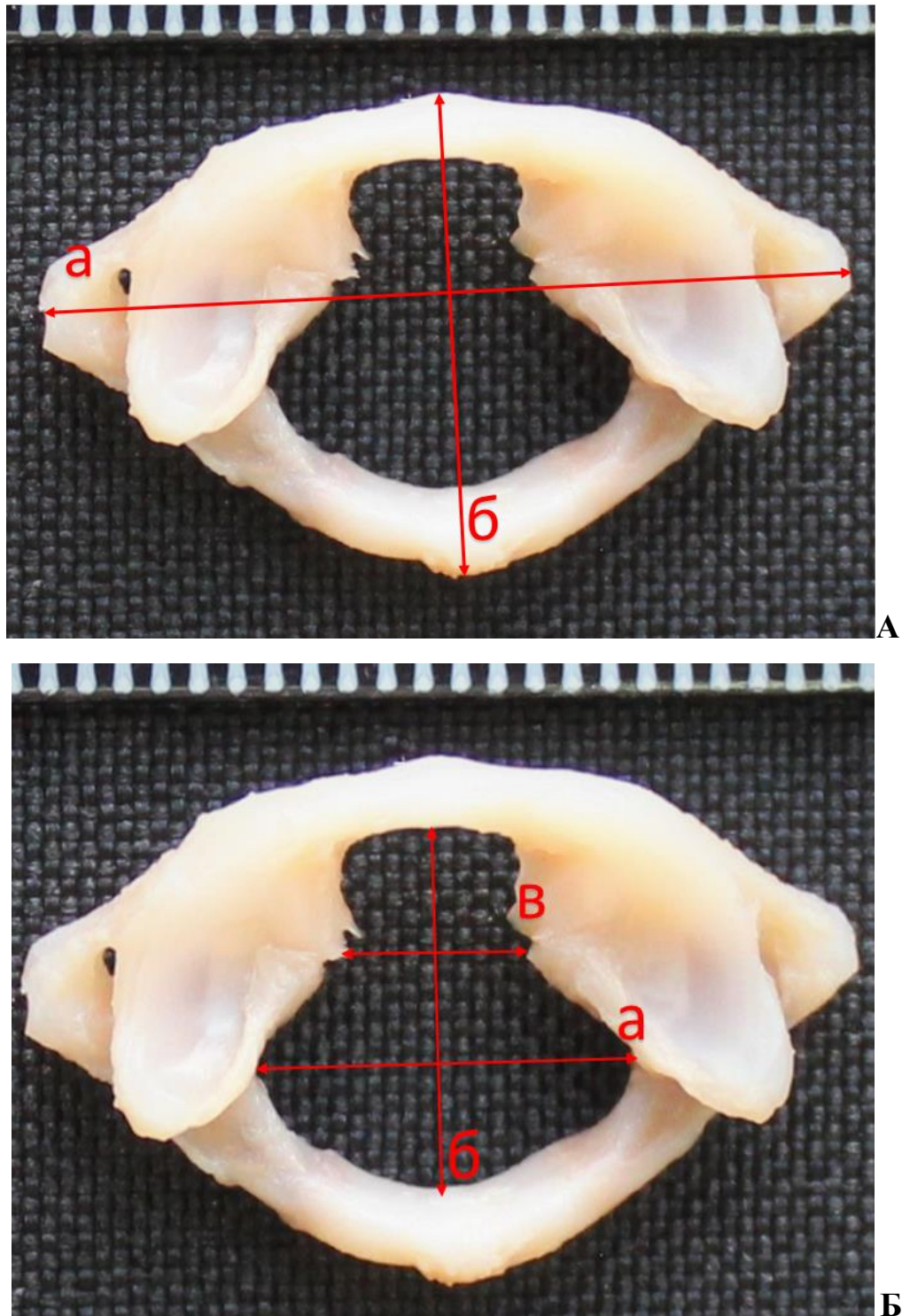


Рис. 9. Схема измерения параметров атланта.

Фото макропрепарата C_1 , вид сверху.

Протокол № 221, срок развития – 22 недели, пол – мужской.

A – размерные характеристики C_1

a – поперечный размер, *б* – продольный размер

B – размерные характеристики позвоночного отверстия C_1

a – поперечный размер, *б* – продольный размер,

в – расстояние между латеральными массами.

Таблица 3.

Среднее ($X \pm Sx$), минимальные и максимальные значения продольного и поперечного размеров первого шейного позвонка и его позвоночного отверстия у плодов человека 16-22 недель развития

Параметры		Возраст плода				Темп прироста
		16 – 17 недели	18 – 19 недели	20 – 21 недели	22 неделя	
Размерные характеристики C_1						
Продольный размер C_1	$X \pm Sx$	8,3±0,2	8,9±0,3	12,0±0,3	14,5±0,6	74,7 %
	min	7,9	8,1	11,3	13,2	
	max	8,9	9,5	12,6	15,8	
Поперечный размер C_1	$X \pm Sx$	15,0±0,1	16,8±0,1	18,6±0,2	20,5±0,9	36,7
	min	14,8	16,5	17,9	18,2	
	max	15,4	17,0	18,9	22,1	
Размерные характеристики позвоночного отверстия C_1						
Продольный размер	$X \pm Sx$	5,0±0,1	5,4±0,2	7,3±0,1	8,0±0,3	60,0 %
	min	4,8	5,1	7,1	7,8	
	max	5,3	5,8	7,5	8,2	
Поперечный размер	$X \pm Sx$	5,6±0,8	6,3±0,1	7,4±0,3	8,8±0,8	57,1 %
	min	5,5	6,1	6,8	8,7	
	max	5,8	6,6	7,8	9,0	
Расстояние между латеральными массами	$X \pm Sx$	3,2±0,2	3,7±0,1	4,1±0,8	4,3±0,1	42,0 %
	min	3,0	3,5	4,0	4,1	
	max	3,5	4,0	4,3	4,5	

Позвоночное отверстие атланта у плодов человека в изученных группах имеет неправильную форму за счет выраженных латеральных масс, которые выступают в просвет позвоночного отверстия. Выполненная морфометрия позволила установить, что расстояние между латеральными массами является наименьшим по сравнению с продольным и поперечным размерами позвоночного отверстия. Во всех возрастных группах поперечный размер позвоночного отверстия C_1 превосходил продольный размер, однако, в сравнении с размерами целого позвонка оба показателя позвоночного отверстия увеличиваются к 22 неделе сопоставимыми темпами (на 60,0 % продольный размер и на 57,1 % поперечный).

Следующим этапом изучения анатомии первого шейного позвонка у плода стало определение размерных характеристик верхних и нижних суставных поверхностей (продольный и поперечный размеры справа и слева соответственно) (Рис. 10).

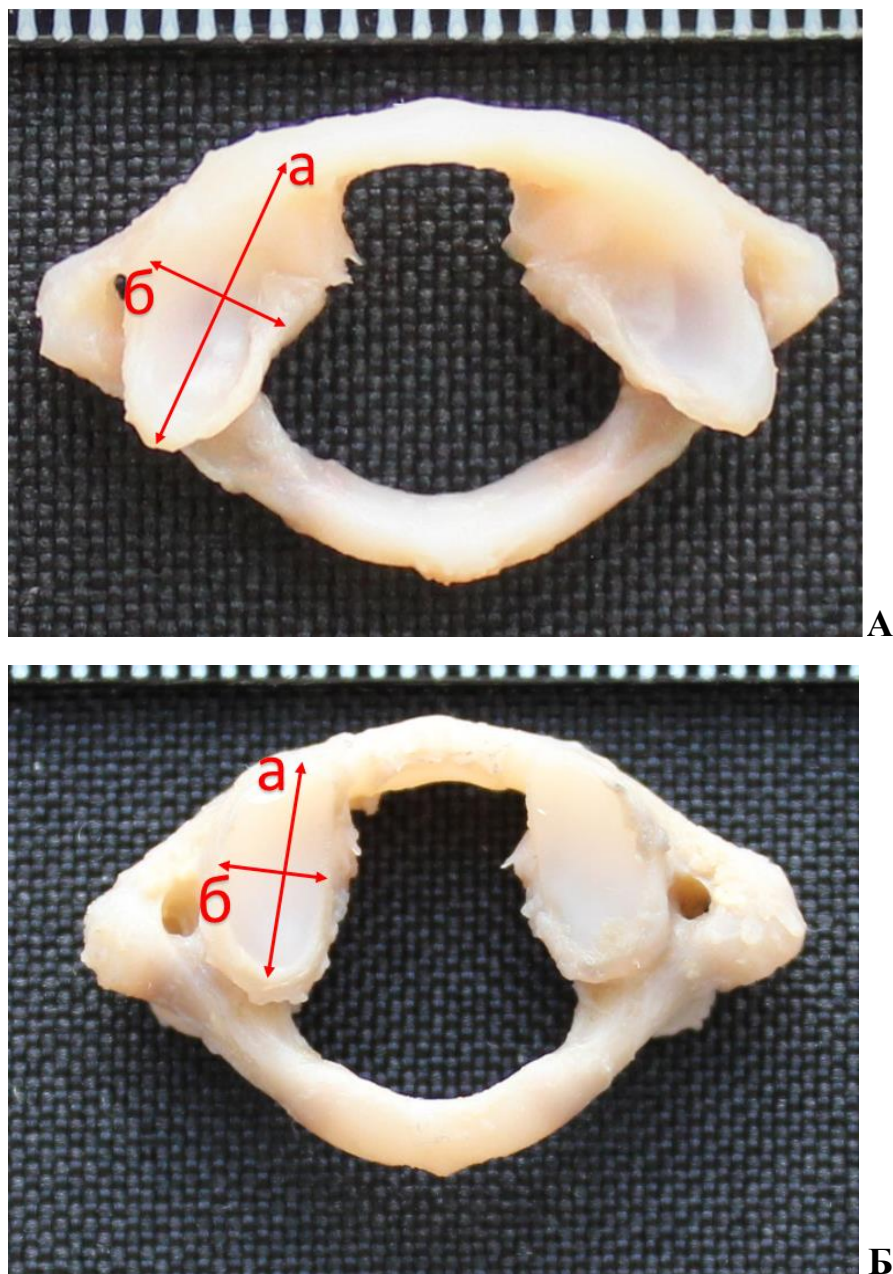


Рис. 10. Схема измерения суставных поверхностей первого шейного позвонка.

Фото макропрепарата C_1 . Протокол № 221, срок развития – 22 недели, пол – мужской.

А – размерные характеристики верхних суставных поверхностей C_1 , вид сверху
a – продольный размер, *б* – поперечный размер.

Б – размерные характеристики нижних суставных поверхностей C_1 , вид снизу
a – продольный размер, *б* – поперечный размер.

Средние значения рассмотренных показателей представлены в таблице 4. В изученном периоде развития верхние и нижние суставные поверхности C_1 имеют овальную форму, расположены относительно друг друга под углом, открытым кзади. Во всех изученных возрастных группах продольный размер данных суставных поверхностей атланта превосходит поперечный, сопоставление их количественных показателей справа и слева показало, что различия показателей статистически недостоверны ($p>0,05$).

Таблица 4.

Количественные данные продольного и поперечного размеров верхних и нижних суставных поверхностей первого шейного позвонка у плодов человека 16–22 недель развития ($X \pm S_x$, мм)

Параметры		Возраст плода				Темп прироста
		16 – 17 недели	18 – 19 недели	20 – 21 недели	22 неделя	
Размер верхних суставных поверхностей						
Справа	Продольный размер	5,8±0,1	6,2±0,2	7,5±0,2**	8,0±0,7	37,9 %
	Поперечный размер	2,7±0,6	2,8±0,7	3,5±0,1	3,5±0,2	29,6 %
Слева	Продольный размер	5,8±0,9	6,3±0,7	7,5±0,3**	8,1±0,5	39,7 %
	Поперечный размер	2,7±0,3	2,6±0,6	3,4±0,7	3,5±0,1	29,6 %
Размер нижних суставных поверхностей						
Справа	Продольный размер	3,7±0,1	4,0±0,6	5,3±0,4	5,6±0,3	51,4 %
	Поперечный размер	2,1±0,5**	2,3±0,1	2,8±0,3	2,8±0,3	33,3 %
Слева	Продольный размер	3,9±0,9	4,1±0,4	5,3±0,7	5,5±0,9	41,0 %
	Поперечный размер	2,1±0,3**	2,5±0,5	2,8±0,4	2,9±0,4	38,0 %

Примечание: ** – в одной возрастной группе не выявлены достоверные различия ($p>0,05$).

Следующим разделом исследования стало изучение анатомии осевого позвонка, C_1 , который был выделен у плодов всех возрастных групп. Было выявлено, что на данном сроке развития позвоночное отверстие осевого позвонка в 80 % случаев было ромбовидной формы, еще у 20% плодов –

округлой. Остистый отросток C_{II} у плодов 16–22 недель развития слабо выражен, концевое раздвоение отростка практически отсутствует. На верхней поверхности тела C_{II} определяется зуб, на передней поверхности которого располагается гладкая суставная поверхность овальной формы (Рис. 11).

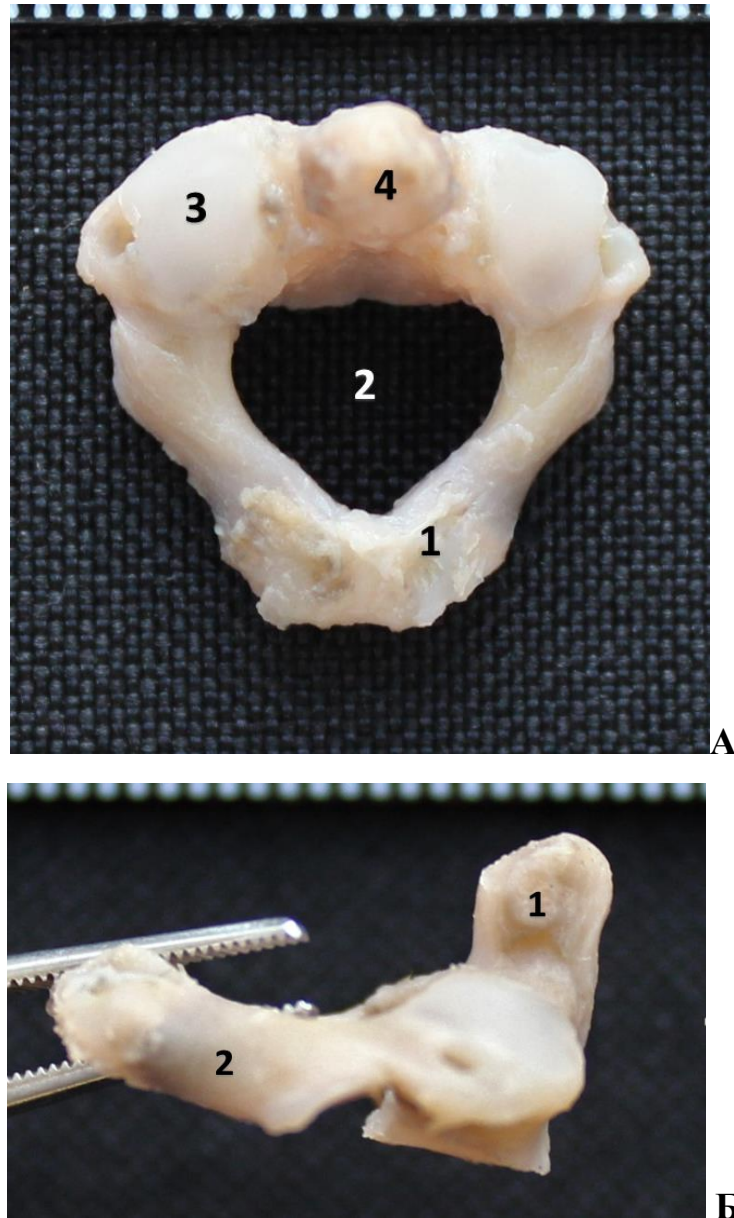


Рис. 11. Осевой позвонок у плодов в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека.

Фото макропрепарата C_{II} плода.

Протокол № 221, срок развития – 22 недели, пол – мужской й.

А – вид сверху

1 – дуга позвонка, 2 – позвоночное отверстие, 3 – верхняя суставная поверхность, 4 – зуб тела позвонка.

Б – вид сбоку

1 – зуб тела позвонка, 2 – ножка дуги позвонка.

Форма зуба C_{II} у плодов ближе к цилиндрической, со слабо выраженной верхушкой зуба. При детальном изучении особенностей строения C_{II} в 16–22 недели внутриутробного развития была изучена морфометрическая характеристика высоты зуба (Рис. 12). Полученные данные представлены в таблице 5, из которой видно, что размеры зуба C_{II} равномерно увеличиваются во всех возрастных группах, с общим темпом прироста данного показателя к 22 неделе 57,1%.

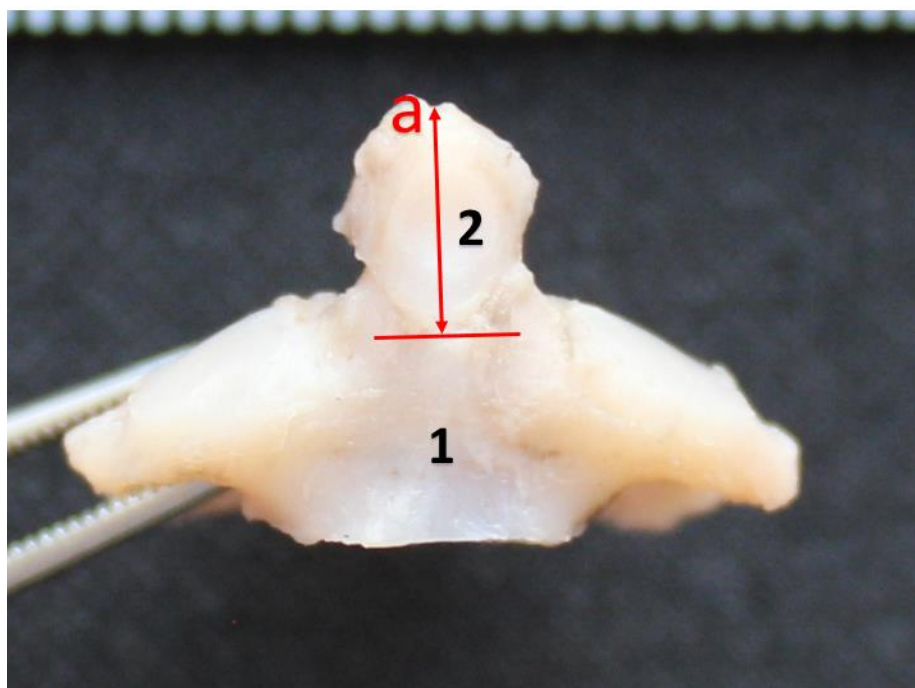


Рис. 12. Схема измерения высоты зуба осевого позвонка.

Фото макропрепарата C_{II} . Протокол № 221, срок развития – 22 недели, пол – мужской. Вид спереди.

a – высота зуба C_{II}

1 – тело позвонка, *2* – зуб тела позвонка.

Таблица 5.

Среднее ($X \pm Sx$), минимальные и максимальные значения высоты зуба осевого позвонка у плодов человека в изученном периоде развития (мм)

Параметры		Возраст плода				Темп прироста
		16 – 17 недели	18 – 19 недели	20 – 21 недели	22 неделя	
Высота зуба C_{II}	$X \pm Sx$	2,8±0,1	3,0±0,2	4,1±0,5	4,4±0,8	57,1 %
	min	2,6	2,9	3,9	4,2	
	max	3,0	3,3	4,3	4,6	

Более детальные морфометрические параметры C_{II} в 16–22 недели развития (высота, продольный и поперечный размер тела позвонка, продольный и поперечный размер позвоночного отверстия) представлены в таблице 6. Данные таблицы 6 показывают, что наиболее изменчивыми в рассмотренном периоде параметрами второго шейного позвонка являются его высота и поперечный размер, значения которых равномерно нарастают от первой группы плодов к четвертой, при незначительном увеличении продольного размера C_{II} во всех группах.

Обратили на себя внимание сложные взаимоотношения C_I и C_{II} , формирующиеся уже в изученном периоде онтогенеза (Рис. 13). В 16–22 недели внутриутробного развития зуб плотно прилежит к передней дуге атланта, образуя срединный атлантоосевой сустав. На изученных препаратах четко определяется плотная поперечная связка, натягивающаяся между латеральными массами атланта, укрепляющая этот сустав. Образующийся комплекс срединного атлантоосевого сустава представляет затруднения при препарировании и изолировании атланта и осевого позвонка у плода.

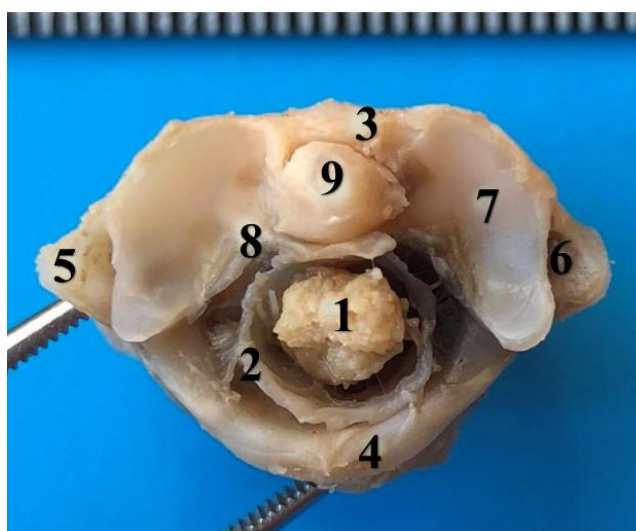


Рис. 13. Соединения первого и второго шейных позвонков у плодов в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека.

Фото макропрепарата комплекса C_I и C_{II} плода. Вид сверху.

Протокол № 222, срок развития – 20–21 неделя, пол – мужской.

1 – спинной мозг, 2 – твердая мозговая оболочка, 3 – передняя дуга атланта, 4 – задняя дуга атланта, 5 – поперечный отросток второго шейного позвонка, 6 – перешеек отверстия, 7 – верхняя суставная поверхность атланта, 8 – латеральные массы, 9 – зуб второго шейного позвонка.

Закономерным следующим разделом работы стало изучение особенностей строения «типичных» шейных позвонков с C_{III} по C_{VII} , которые имеют схожее строение между собой, но обладают характерными фетальными особенностями. Как и в постнатальном онтогенезе, все позвонки в пределах C_{III} – C_{VII} состоят из тела позвонка и дуги с отростками: непарным остистым, парными поперечными, верхними и нижними суставными (Рис. 14, 15). Количественные параметры высоты тела, продольного и поперечного размеров тел шейных позвонков представлены в таблице 6.

Анализ изготовленных макропрепаратов позволил установить, что в промежуточном плодном периоде развития тела «типичных» шейных позвонков имеют овальную и уплощенную форму. У шейных позвонков изучаемого периода онтогенеза борозда спинномозгового нерва не определяется, а также отсутствуют крючковидные отростки тел шейных позвонков, что является фетальной особенностью на данном сроке развития.

Было определено, что высота тела, продольный и поперечный размеры равномерно нарастают к концу изученного периода, при этом во всех изученных группах и на всех скелетотопических уровнях сохраняется следующая закономерность: высота тела меньше продольного размера тела, который, в свою очередь, меньше поперечного размера. Кроме того, все указанные параметры изменяются гетерохронно. Отмечается наибольший скачок роста высоты тела шейного позвонка плода с 16 по 19 неделю онтогенеза, поперечный размер тела интенсивнее растет от 18 к 21 неделе, тогда как продольный размер тела шейного позвонка увеличивается с наибольшим скачком к 22 неделе развития.

В 16–22 недели онтогенеза на горизонтальных срезах и гистотопограммах позвоночное отверстие шейных позвонков C_{III} – C_{VII} имеет форму, приближенную к треугольной. В исследовании были измерены продольный и поперечный размеры позвоночного отверстия шейных позвонков (Рис. 15). Полученные количественные данные представлены в таблице 7.

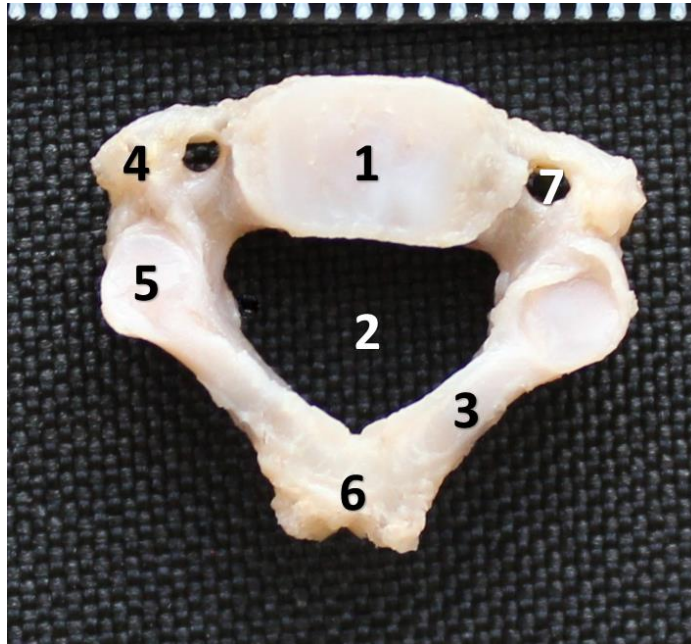


Рис. 14. Шейный позвонок у плода в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека.

Фото изолированного макропрепарата C_{IV} плода.

Протокол № 222, срок развития – 20–21 неделя, пол – мужской. Вид снизу.

1 – тело позвонка, 2 – позвоночное отверстие, 3 – дуга позвонка, 4 – поперечный отросток, 5 – суставная поверхность нижнего суставного отростка, 6 – остистый отросток, 7 – поперечное отверстие.

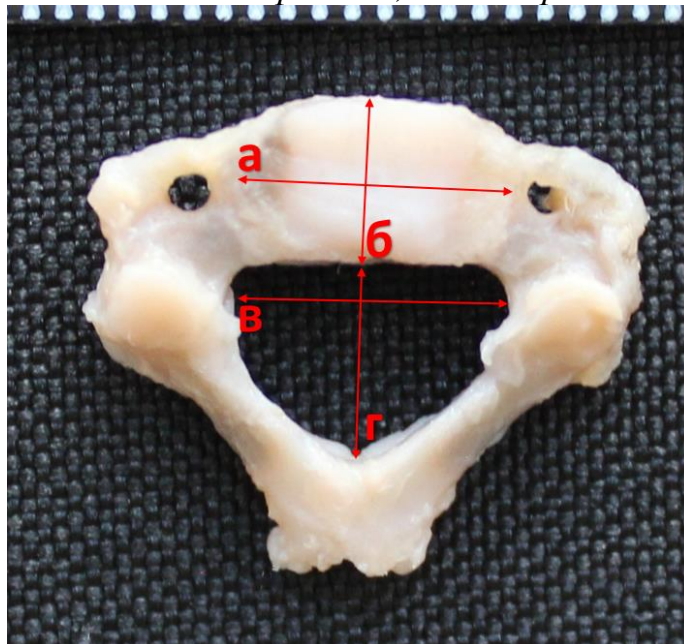


Рис. 15. Схема измерения тела и позвоночного отверстия типичного шейного позвонка.

Фото изолированного макропрепарата C_{IV}.

Протокол № 221, срок развития – 22 недели, пол – мужской. Вид сверху.

а – поперечный размер тела позвонка, б – продольный размер тела позвонка, в – поперечный размер позвоночного отверстия, г – продольный размер позвоночного отверстия.

**Количественные данные высоты, продольного и поперечного
размера тел шейных позвонков у плодов человека
16–22 недель развития ($X \pm S_x$, мм)**

Уровень позвонка	Возраст плода				Темп прироста
	16 – 17 недели	18 – 19 недели	20 – 21 недели	22 неделя	
Высота тела позвонка					
CII	2,2±0,3*	2,7±0,3*	3,0±0,3	3,1±0,6	40,9 %
CIII	2,1±0,6	2,7±0,5	3,1±0,6	3,2±0,8	52,3 %
CIV	2,0±0,3	2,8±0,6	3,2±0,3	3,1±0,3	55,0 %
CV	2,2±0,3	2,8±0,3	3,2±0,3	3,2±0,3	45,5 %
CVI	2,3±0,6	3,0±0,5	3,3±0,3	3,4±0,6	47,8 %
CVII	2,3±0,4	3,0±0,3	3,3±0,4	3,5±0,5	52,1 %
Продольный размер тела позвонка					
CII	4,1±0,8	4,1±0,9	4,2±0,7*	4,6±0,4*	12,2 %
CIII	4,2±0,3	4,3±0,7	4,5±0,7	4,9±0,3	16,7 %
CIV	4,2±0,6	4,5±0,3	4,7±0,3	5,1±0,6	21,4 %
CV	4,3±0,6	4,4±0,4	4,8±0,7	5,3±0,1	23,3 %
CVI	4,5±0,9	4,4±0,3	4,8±0,6	5,4±0,2	22,5 %
CVII	4,5±0,8	4,6±0,8	5,0±0,3	5,4±0,9	22,5 %
Поперечный размер тела позвонка					
CII	5,5±0,5	5,9±0,8*	7,2±0,7*	7,9±0,2	43,6 %
CIII	5,5±0,6	6,0±0,2	7,1±0,9	8,0±0,5	45,5 %
CIV	5,8±0,3	6,0±0,6	7,5±0,2	8,0±0,9	37,9 %
CV	6,1±0,6	6,3±0,7	7,9±0,9	8,2±0,2	34,4 %
CVI	6,0±0,9	6,3±0,6	7,9±0,5	8,6±0,9	43,3 %
CVII	6,3±0,1	6,5±0,3	8,0±0,5	8,7±0,5	38,0 %

Примечания: * - достоверные различия при $p < 0,05$ в разных возрастных группах.

Выявлено, что с 16 по 22 неделю внутриутробного развития продольный и поперечный размеры позвоночного отверстия увеличиваются гетерохронно: наибольший рост этих параметров, как в верхних, так и в нижних участках шейного отдела позвоночного столба, наблюдается с 18 по 21 неделю развития, далее, к 22 неделе, он замедляется.

На данном сроке развития в ножках дуги шейных позвонков визуализируются по одному ядру окостенения с двух сторон. Ядра окостенения имеют неправильную вытянутую форму, и занимают около 1/3 ножки дуги позвонка.

**Количественные данные продольного и поперечного размеров
позвоночного отверстия шейных позвонков у плодов человека
16–22 недель развития ($X \pm S_x$, мм)**

Позвонок	Возраст плода				Темп прироста
	16 – 17 недели	18 – 19 недели	20 – 21 недели	22 неделя	
Продольный размер позвоночного отверстия					
C_{II}	4,0±0,6	4,4±0,1*	5,1±0,1*	5,1±0,6	27,5 %
C_{III}	4,3±0,1	4,8±0,6	5,5±0,6	5,6±0,5	30,2 %
C_{IV}	4,3±0,2	4,8±0,3	5,4±0,2	5,8±0,1	34,9 %
C_V	4,2±0,2	4,9±0,6	5,6±0,9	5,9±0,7	40,5 %
C_{VI}	4,3±0,3	4,9±0,6	5,6±0,2	5,8±0,7	34,8 %
C_{VII}	4,4±0,9	5,0±0,7	5,7±0,3	6,0±0,6	36,4 %
Поперечный размер позвоночного отверстия					
C_{II}	4,0±0,7	4,3±0,4*	5,0±0,5*	5,1±0,6	27,5 %
C_{III}	4,5±0,6	4,9±0,3	5,6±0,6	5,8±0,7	28,9 %
C_{IV}	4,7±0,6	5,3±0,9	5,9±0,1	6,1±0,1	29,8 %
C_V	5,0±0,3	5,4±0,4	6,2±0,5	6,5±0,5	30,0 %
C_{VI}	5,2±0,1	5,4±0,1	6,1±0,2	7,0±0,8	34,6 %
C_{VII}	5,2±0,2	5,5±0,3	6,3±0,2	7,2±0,5	38,5 %

Примечания: * - достоверные различия при $p < 0,05$ в разных возрастных группах.

На выполненных в горизонтальной плоскости гистотопограммах, было выявлено, что на данном сроке гестации между ножками дуги и телом шейного позвонка отсутствует костная ткань, что следует расценивать как фетальную особенность формирования позвонков в 16–22 недели внутриутробного развития (Рис. 16 Б).

В 16–22 недели плодного периода онтогенеза у шейных позвонков хорошо определяются поперечные отростки, которые располагаются с двух сторон от дуги позвонка. Форма поперечных отростков приближается к треугольной, среднее значение их длины на протяжении всего шейного отдела в начале и в конце изучаемого периода развития составило $2,0 \pm 0,2$ мм и $2,6 \pm 0,1$ мм соответственно. Во всех изученных случаях в поперечных отростках C_I–C_{VII} четко визуализировалось поперечное отверстие. В изученном периоде средний диаметр поперечных отверстий колеблется в пределах от $0,9 \pm 0,7$ мм до $2,1 \pm 0,9$ мм. Обратили на себя внимание различные формы поперечных отверстий

шейных позвонков у плода: у 82 % наблюдений выявлена округлая форма, еще 18 % приходится на неправильную форму. При наложении шейных позвонков друг на друга позвоночные отверстия образуют канал позвоночной артерии. У плодов изучаемого периода развития канал позвоночной артерии заполнен своим содержимым (артерия, вены и соединительная ткань). Позвоночные артерии у плода, справа и слева, на уровне верхнего края C_I , залегают в одноименной борозде атланта. Прорывая атлантозатылочную мембрану, они затем направляются в большое отверстие затылочной кости.

Позади от дуг шейных позвонков на уровне $C_{II}-C_{VII}$ определяется отходящий кзади остистый отросток. Осевой позвонок у плодов изученных групп имеет слабовыраженный остистый отросток с наметкой на раздвоение, тогда как с уровня C_{III} по C_V остистые отростки хорошо определяются, и присутствует их четкая раздвоенность. Остистые отростки $C_{VI}-C_{VII}$ у плода более длинные, выступают кзади, их характерной особенностью является отсутствие раздвоенности (Рис. 16).

В шейных позвонках плодов изученного периода онтогенеза, начиная с уровня C_{III} , с двух сторон определяются слабовыраженные, неглубокие, верхние и нижние позвоночные вырезки.

В исследуемом периоде внутриутробного развития в области дуг шейных позвонков, справа и слева визуализируются верхние и нижние суставные отростки. Верхних суставные отростки находятся между фронтальной и горизонтальной плоскостями, их суставные поверхности направлены кзади. Суставные поверхности нижних суставных отростков располагаются более горизонтально, чем суставные поверхности верхних. Суставная поверхность гладкая, овальной формы, занимает практически всю площадь верхних и нижних суставных отростков. В 16–22 недели онтогенеза длина верхних суставных отростков превалирует над длиной нижних суставных отростков, среднее значение которых составляет $1,2 \pm 0,8$ мм и $0,7 \pm 0,2$ мм соответственно.

В ходе настоящего исследования билатеральная асимметрия и половые различия в строении шейного отдела позвоночного столба у плодов выявлены не были.

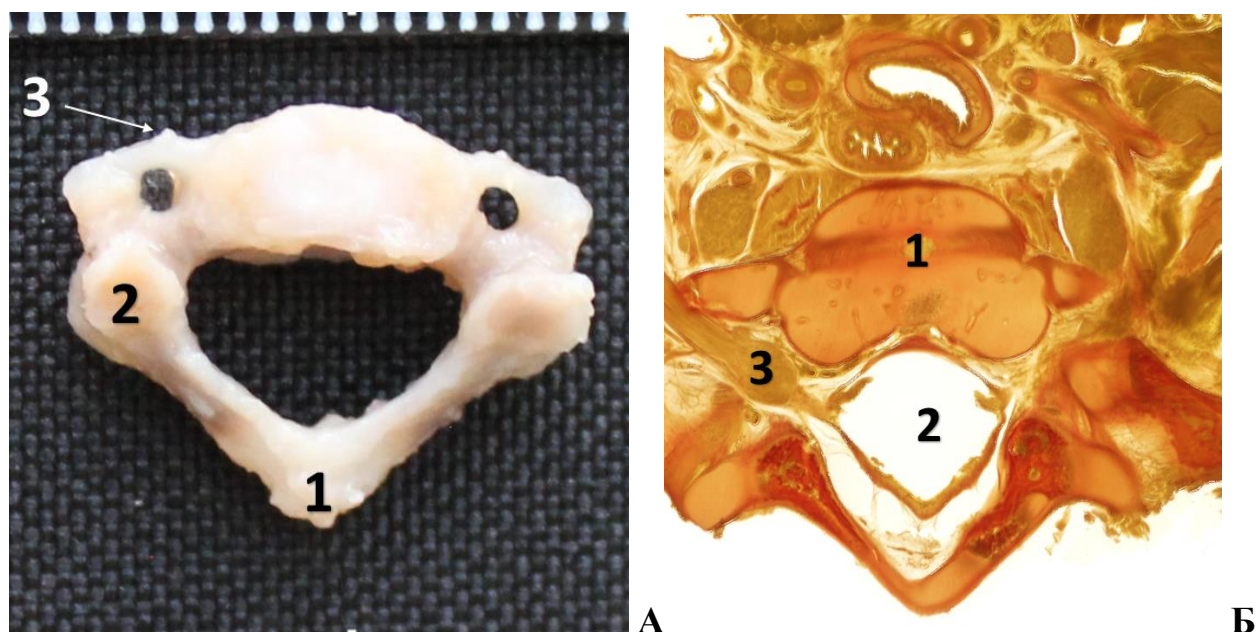


Рис. 16. Шейный позвонок в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека.

А – Фото изолированного макропрепарата C_{VI} плода.

Протокол № 222, срок развития – 20–21 недели, пол – мужской. Вид сверху.

1 – остистый отросток, 2 – суставная поверхность верхнего суставного отростка, 3 – сонный бугорок.

Б – Сканограмма гистотопограммы. Вид сверху.

Протокол №164, срок развития – 16–17 недель, пол – мужской.

1 – тело позвонка, 2 – позвоночное отверстие, 3 – спинномозговой ганглий.

3.2. Особенности анатомии грудных позвонков у плодов в 16–22 недели развития

Результаты исследования показали, что в 16–22 недели промежуточного плодного периода онтогенеза грудной отдел позвоночного столба, как и в постнатальном периоде развития человека, состоит из двенадцати отдельных позвонков (Th_I – Th_{XII}), соединенных межпозвоночными дисками (Рис. 17).

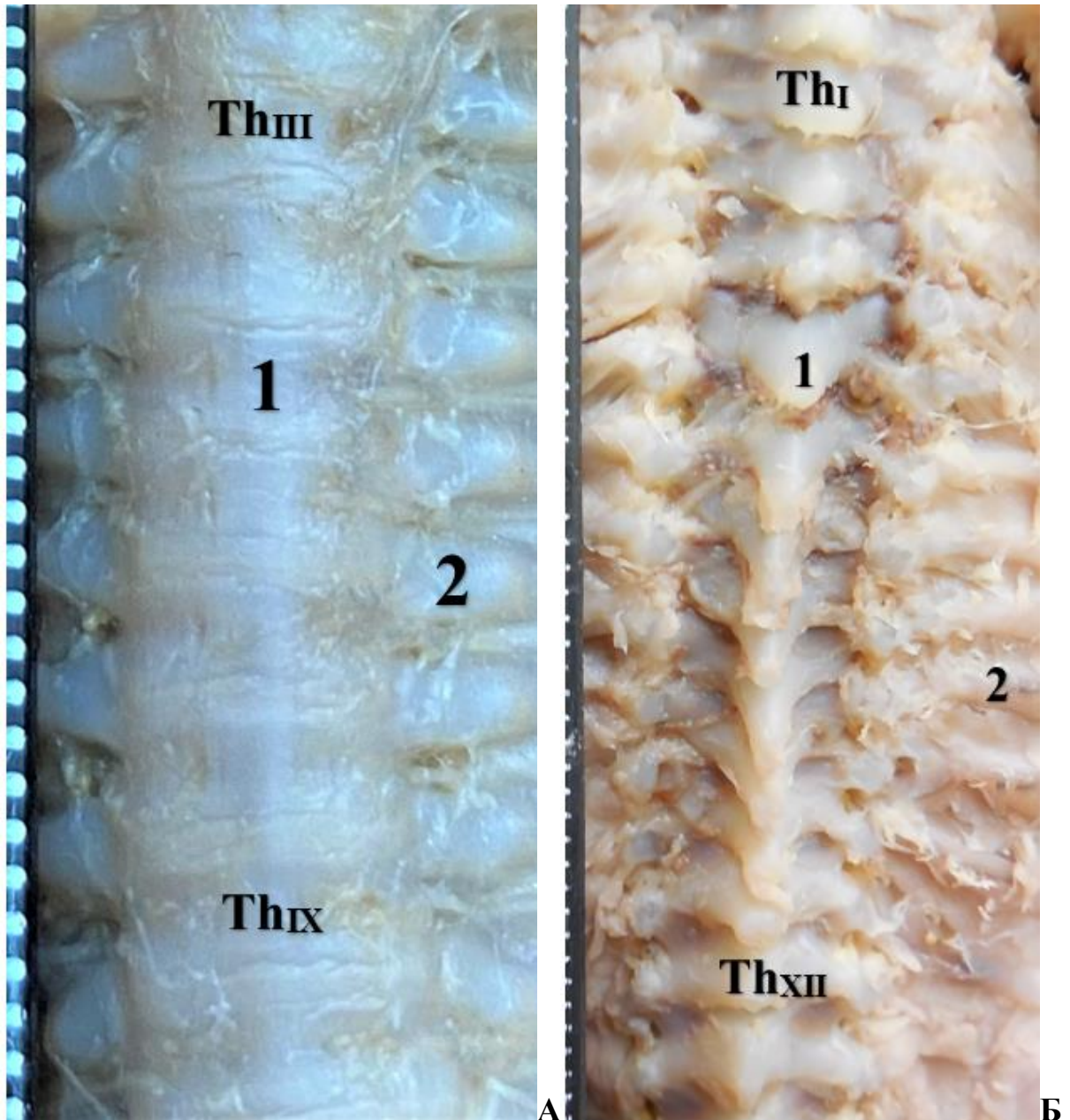


Рис. 17. Грудной отдел позвоночного столба плода в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека.

А – Фото макропрепарата торса плода. Вид спереди.

Протокол № 54, срок развития – 18–19 недель, пол – женский.

1 – тело позвонка, 2 – сустав головки ребра.

Б – Фото макропрепарата торса плода. Вид сзади.

Протокол № 221, срок развития – 22 недели, пол – женский.

1 – остистый отросток, 2 – ребро.

В изучаемом периоде развития у плодов отчетливо визуализируются тело грудного позвонка, дуга и позвоночный канал (Рис. 18). Для более детального изучения анатомии грудных позвонков и с учетом протяженности данного отдела позвоночника они были объединены в три группы горизонтальных

срезов по Н.И. Пирогову в соответствии с их скелетотопическими уровнями: Th_I-Th_{III}, Th_{IV}-Th_{VII}, Th_{VIII}-Th_{XII}. Деление на группы обусловлено особенностями топографии внутренних органов грудной полости на соответствующих скелетотопических уровнях [Лященко Д.Н., 2013].

Анализ выполненных срезов и макропрепаратов позволил выявить и описать некоторые фетальные особенности строения грудных позвонков. Так, в 16–22 недели внутриутробного развития тела грудных позвонков имеют различную форму, в зависимости от их скелетотопического уровня. На верхних и нижних скелетотопических уровнях (Th_I-Th_{III}, Th_{VIII}-Th_{XII}) тело позвонка имеет более овальную форму, вытянутую в поперечном направлении. Между тем, на среднем скелетотопическом уровне (Th_{IV}-Th_{VII}) тела грудных позвонков имеют полулунную форму, вогнутую по задней поверхности (Рис. 18, 19).

Ножки дуги грудных позвонков формируют слабо выраженную верхнюю вырезку позвонка (практически отсутствует) и заметно выраженную нижнюю вырезку.

Для получения количественной характеристики тел грудных позвонков в изучаемом периоде внутриутробного развития выполняли морфометрию их высоты, продольного и поперечного размеров тел грудных позвонков на трех скелетотопических уровнях. Размеры тел грудных позвонков у плодов 16–22 недель развития представлены в таблице 8.

Анализ данных таблицы 8 позволяет говорить о том, что высота тела позвонка наиболее интенсивно нарастает к 22 неделе на уровнях Th_{I-III} и Th_{IV-VII} (на 43,5% и 52,2% соответственно), тогда как в дистальном отделе она изменяется всего на 12,9% (Диаграмма 1).

Во всех рассматриваемых группах как продольный, так и поперечный размер тел позвонков на протяжении грудного отдела позвоночного столба изменяются гетерохронно: продольный размер с преимущественным скачком роста от 18 к 21 неделе, а поперечный размер от 16 к 19 неделе. Кроме того, на уровне Th_{IV}-Th_{VII} отмечены самые низкие значения поперечного размера тела позвонка во всех изученных возрастных группах.

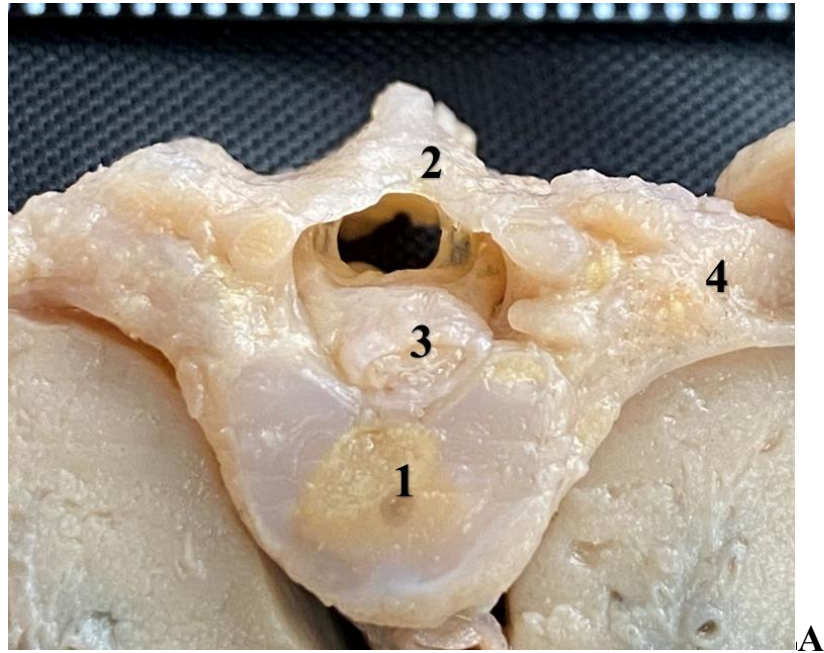


Рис. 18. Грудные позвонки плодов в промежуточном плодном периоде онтогенеза.

А – Горизонтальный срез торса плода человека на уровне Th_{XI}.
Фото макропрепарата, вид сверху.

Протокол № 31, срок развития – 18–19 недель, пол мужской.
1 – тело позвонка, 2 – дуга позвонка, 3 – спинной мозг, 4 – ребро.

Б – Сканограмма гистотопограммы торса плода,
горизонтальный срез, уровень Th_{VII}.

Протокол №164, срок развития – 16–17 недель, пол – мужской.
*1 – тело позвонка, 2 – позвоночный канал, 3 – спинной мозг,
4 – остистый отросток, 5 – ядро окостенения, 6 – ребро.*

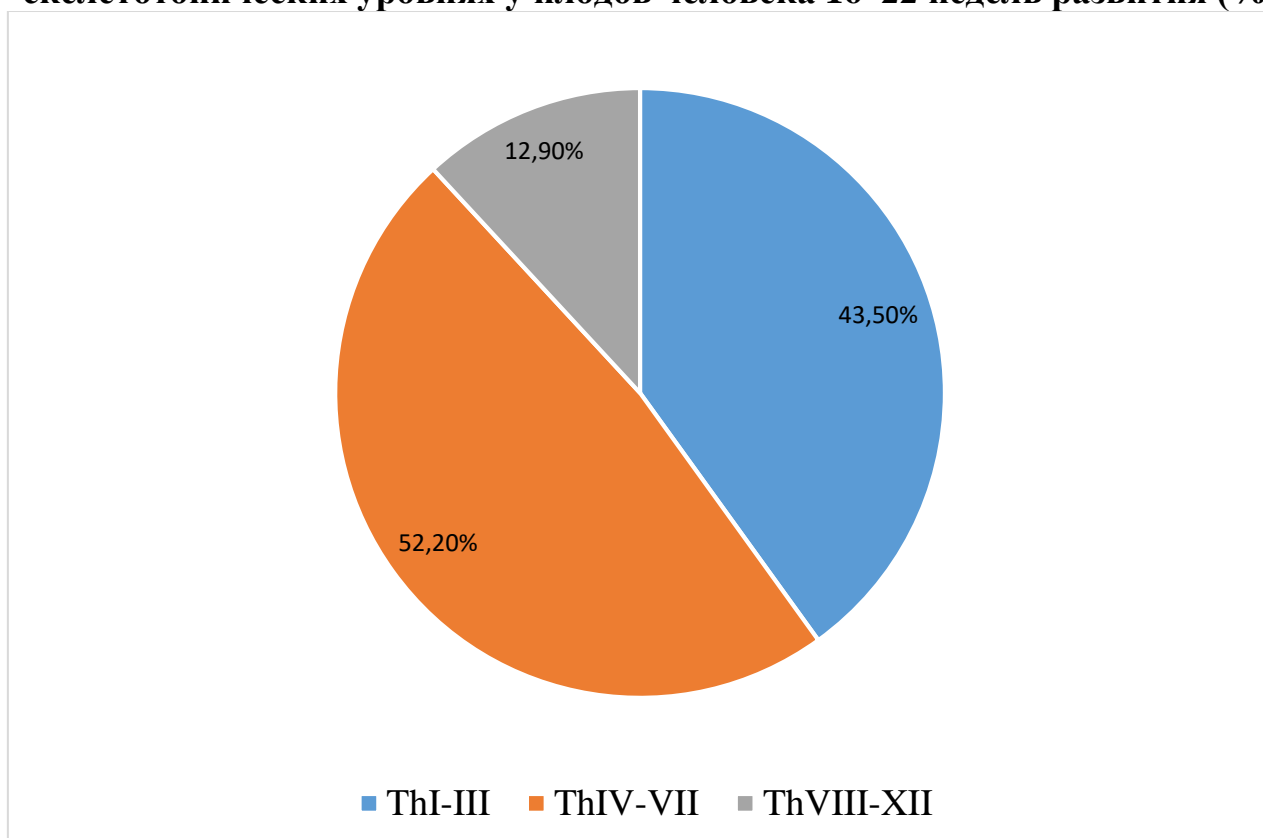
Таблица 8.

**Средние значения высоты, продольного и поперечного
размеров тел грудных позвонков у плодов человека
16–22 недель развития ($X \pm S_x$, мм)**

Уровень	Возраст плода				Темп прироста
	16 – 17 недели	18 – 19 недели	20 – 21 недели	22 неделя	
Высота тел грудных позвонков					
Th_{I-III}	2,3±0,3	2,8±0,6	3,2±0,3	3,3±0,3	43,5 %
Th_{IV-VII}	2,3±0,3	3,0±0,3	3,3±0,3	3,5±0,3	52,2 %
Th_{VIII-XII}	3,1±0,6	3,1±0,5	3,5±0,3	3,5±0,6	12,9 %
Продольный размер тел грудных позвонков					
Th_{I-III}	4,5±0,3	4,6±0,4	5,8±0,4	5,9±0,6	22,2 %
Th_{IV-VII}	4,4±0,2	4,5±0,3	5,3±0,2	5,8±0,6	34,0 %
Th_{VIII-XII}	4,4±0,5	4,4±0,2	5,2±0,5	5,5±0,3	28,9 %
Поперечный размер тел грудных позвонков					
Th_{I-III}	6,1±0,1	7,1±0,3	7,4±0,5	8,3±0,5	36,0 %
Th_{IV-VII}	5,2±0,3	6,1±0,2	7,1±0,3	7,4±0,3	42,3 %
Th_{VIII-XII}	6,3±0,2	6,5±0,4	7,1±0,9	8,9±0,1	41,7 %

Диаграмма 1.

**Интенсивность прироста высоты тела грудного позвонка на разных
скелетотопических уровнях у плодов человека 16–22 недель развития (%)**

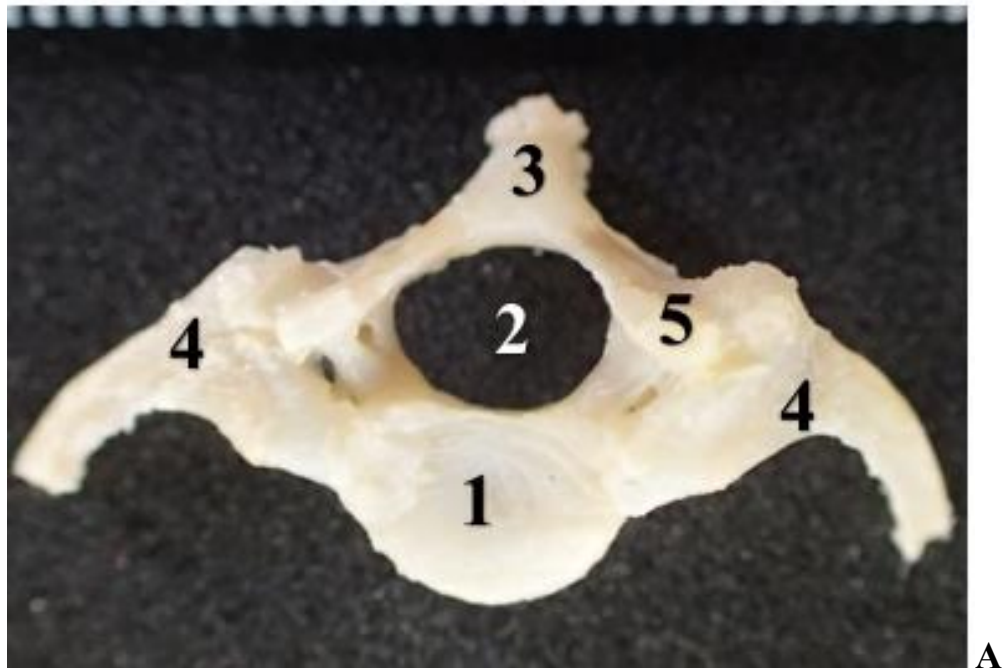


Одной из особенностей анатомии грудных позвонков в постнатальном периоде является наличие следов от их соединения с ребрами при формировании скелета грудной клетки (Рис. 19). У плодов всех рассмотренных возрастных групп по заднебоковой поверхности тел грудных позвонков справа и слева определялись реберные ямки и полуямки, выраженность которых зависела от уровня позвонка.

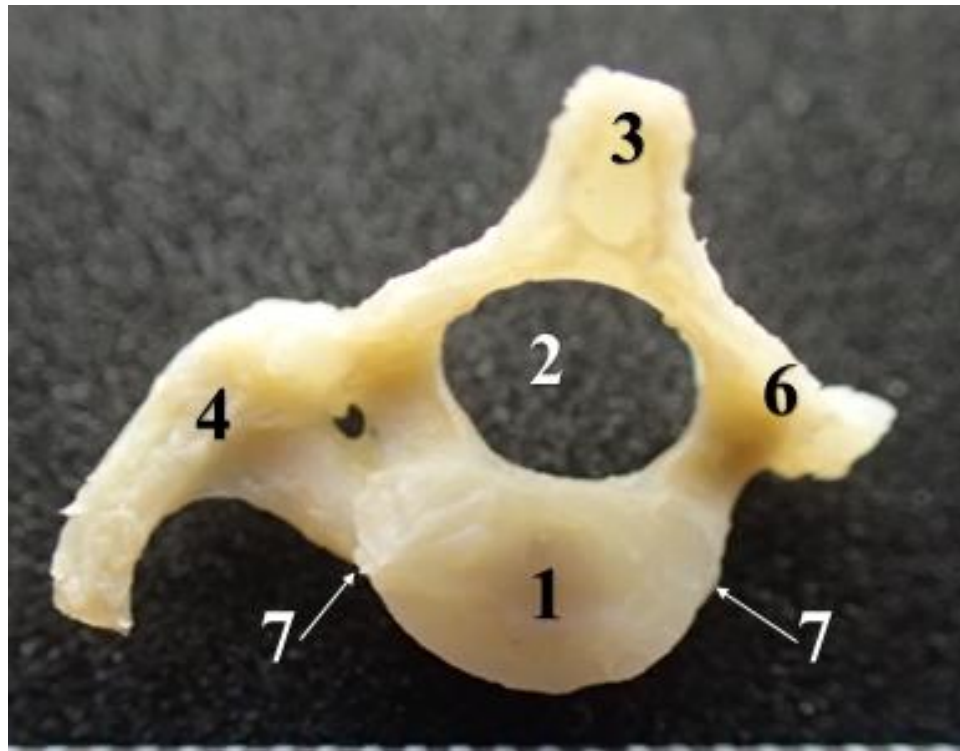
Так, тело Th_I у плода имеет сверху полную реберную ямку, сочленяющуюся с головкой первого ребра, и снизу одну полуямку, сочленяющуюся с головкой второго ребра. На телах позвонков с Th_{II} по Th_{IX} определяются по две полуямки сверху и снизу. Нижняя полуямка одного позвонка образует с верхней полуямкой нижележащего позвонка полную суставную ямку – место сочленения с головкой ребра. Было определено, что на теле Th_X плода визуализируется только одна верхняя полуямка, в то время как позвонки Th_{XI} и Th_{XII} имеют только по одной полной реберной ямке. Обратил на себя внимание тот факт, что на сроке 16–22 недель внутриутробного развития более выраженные нижние полуямки и они характерны для верхних уровней грудных позвонков (Рис.19 Б).

В 16–22 недели развития у плодов в грудных позвонках определяется позвоночное отверстие достаточно больших размеров, овальной формы. Аналогично шейным позвонкам плода между ножками дуги и телом грудных позвонков отсутствует костная ткань. На горизонтальных срезах и гистотопограммах на вышеуказанных скелетотопических уровнях были измерены продольный и поперечный размеры позвоночного отверстия грудных позвонков. Размеры позвоночного отверстия грудных позвонков у плодов 16–22 недель развития представлены в таблице 9.

Полученные данные позволили установить, что оба показателя равномерно нарастают на всех уровнях от 16 недели к 22 неделе ВУР. Поперечный размер позвоночного отверстия во всех изученных группах плодов и на всех скелетотопических уровнях превышает значения продольного.



А



Б

Рис. 19. Грудные позвонки у плодов в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека.

Протокол № 40, срок развития – 16–17 недель, пол – мужской.

А – Фото макропрепарата Th_{II}, вид сверху.

Б – Фото макропрепарата Th_{IV}, вид снизу.

1 – зуб тела позвонка, 2 – ножка дуги позвонка.

1 – тело позвонка, 2 – позвоночное отверстие, 3 – остистый отросток,

4 – ребро, 5 – верхний суставной отросток,

6 – нижний суставной отросток, 7 – нижняя реберная полуямка.

Количественные данные продольного и поперечного размера позвоночного отверстия грудных позвонков у плодов человека в 16–22 недели развития ($X \pm S_x$, мм)

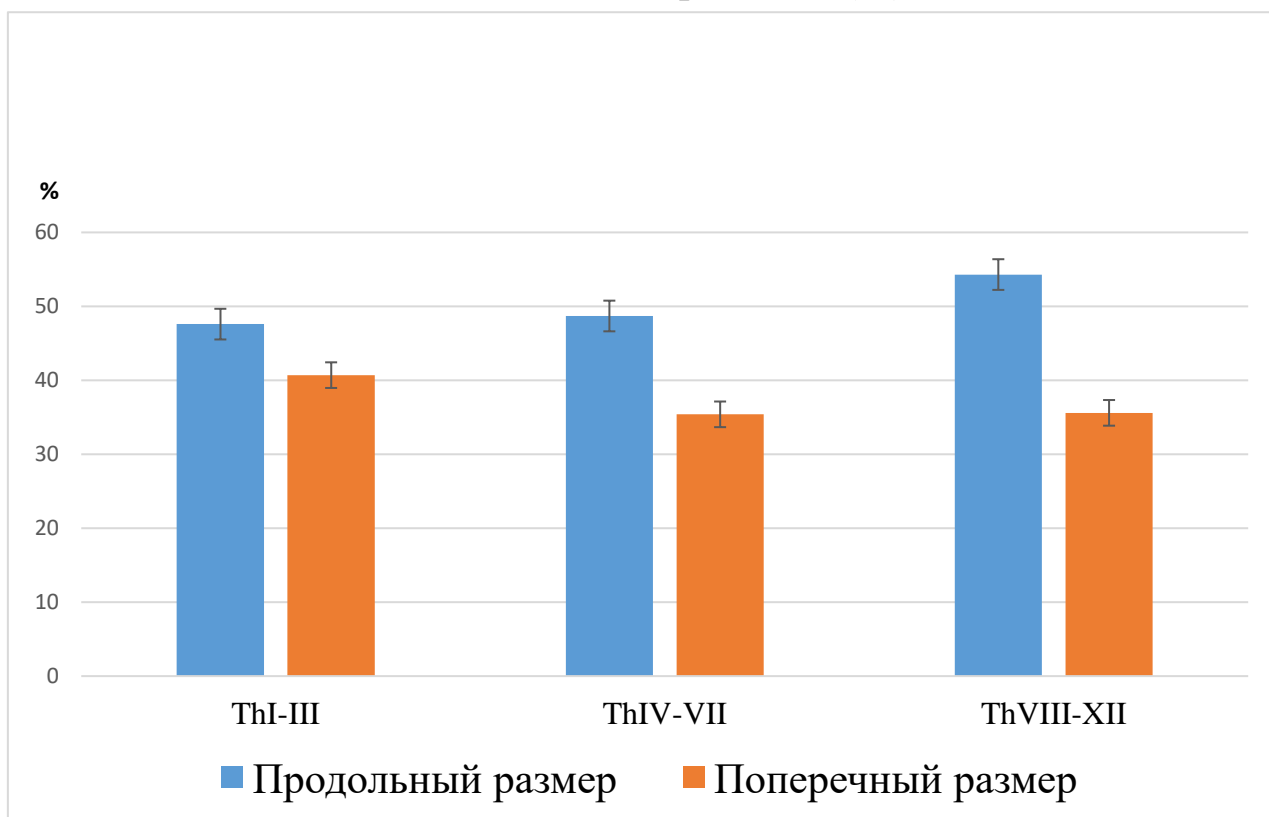
Уровень	Возраст плода				Темп прироста
	16 – 17 недели	18 – 19 недели	20 – 21 недели	22 неделя	
Продольный размер позвоночного отверстия грудных позвонков					
Th_{I-III}	4,2±0,3	5,0±0,5	5,5±0,9	6,2±0,1	47,6 %
Th_{IV-VII}	3,9±0,1	4,0±0,5	4,7±0,4	5,8±0,3	48,7 %
Th_{VIII-XII}	3,5±0,2	3,9±0,1	4,1±0,8	5,4±0,1	54,3 %
Поперечный размер позвоночного отверстия грудных позвонков					
Th_{I-III}	5,4±0,2	6,0±0,1	6,5±0,3	7,6±0,3	40,7 %
Th_{IV-VII}	4,8±0,4	5,4±0,2	5,9±0,1	6,5±0,3	35,4 %
Th_{VIII-XII}	4,5±0,1	4,8±0,3	5,2±0,2	6,1±0,1	35,6 %

Кроме того, во всех изученных возрастных группах продольный и поперечный размеры позвоночного отверстия грудных позвонков равномерно уменьшаются в дистальном направлении, от уровня Th_{I-III} к уровню Th_{VIII-Th_{XII}}. Сравнивая изменения обоих показателей на трех изученных уровнях позвонков, можно отметить, что наиболее интенсивно в изученном периоде увеличиваются продольный размер позвоночного отверстия на уровне Th_{VIII–Th_{XII}} (значения темпа прироста 54,3 %) и поперечный размер на уровне Th_{I-III} (на 40,7 %) (Диаграмма 2).

В исследуемом периоде онтогенеза по средней линии от дуги грудного позвонка кзади отходит остистый отросток. В отличие от остистых отростков шейных и поясничных позвонков, грудные наиболее длинные и направлены вниз относительно дуги позвонка. В дистальном направлении по отношению к грудному отделу позвоночного столба остистые отростки накладываются на нижележащие. Остистый отросток Th_I больше выступает кзади по сравнению с таковым у C_{VII} (п.3.1. Рис. 6).

На данном сроке развития во всех исследуемых группах от правой и левой ножек дуги грудного позвонка, ближе к телу, определяются слабовыраженные на данном сроке поперечные отростки.

Темп прироста продольного и поперечного размера позвоночного отверстия грудных позвонков у плодов человека 16–22 недель развития (%)



У позвонков Th_1 – Th_x на конце поперечного отростка определяется округлая, гладкая суставная поверхность для соединения с бугорком соответствующего ребра, таким образом, он участвует в образовании реберно-поперечного сустава. Кроме того, справа и слева от дуги грудного позвонка на середине расстояния между поперечным и остистым отростком отходят верхние и нижние суставные отростки.

Суставные поверхности верхних суставных отростков располагаются во фронтальной плоскости и направлены назад, тогда как суставные поверхности нижних суставных отростков располагаются в той же плоскости, но направлены кпереди (Рис.19).

В ходе настоящего исследования билатеральная асимметрия и половые различия в строении грудного отдела позвоночного столба у плодов выявлены не были.

3.3. Количественные данные по строению поясничных позвонков в 16–22 недели промежуточного плодного периода онтогенеза человека

Закономерным этапом исследования стало изучение анатомии поясничного отдела позвоночного столба у плодов 16–22 недель развития. Было выявлено, что данный отдел позвоночного столба в рассматриваемом периоде полностью сформирован и представлен пятью отдельными позвонками L_I–L_V (Рис. 20).

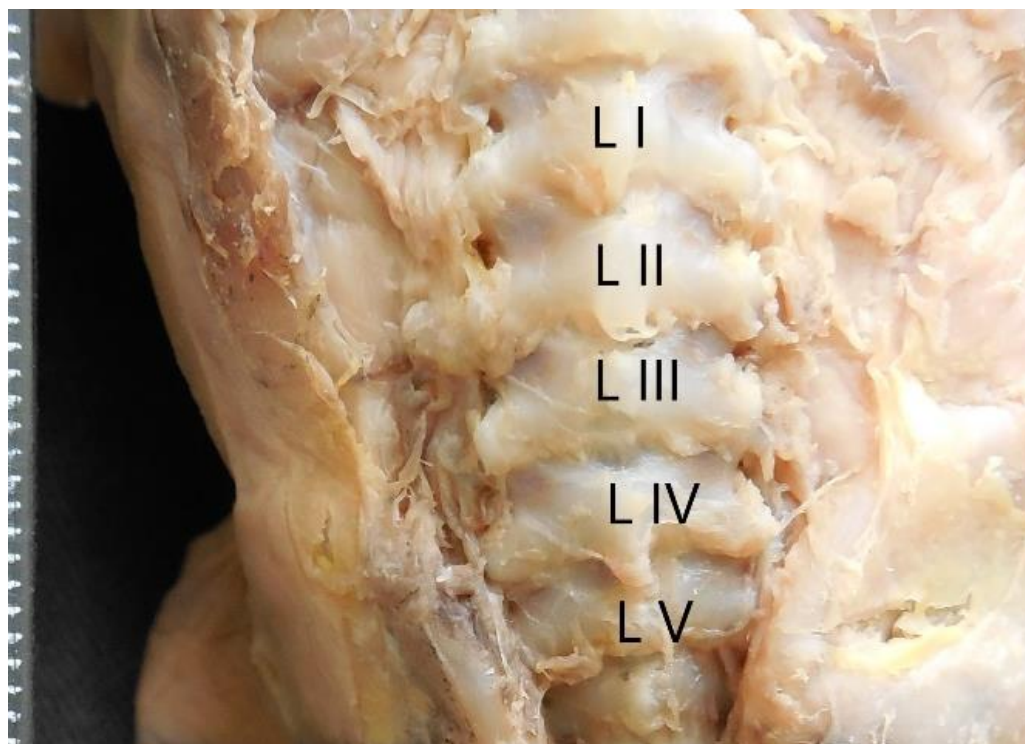
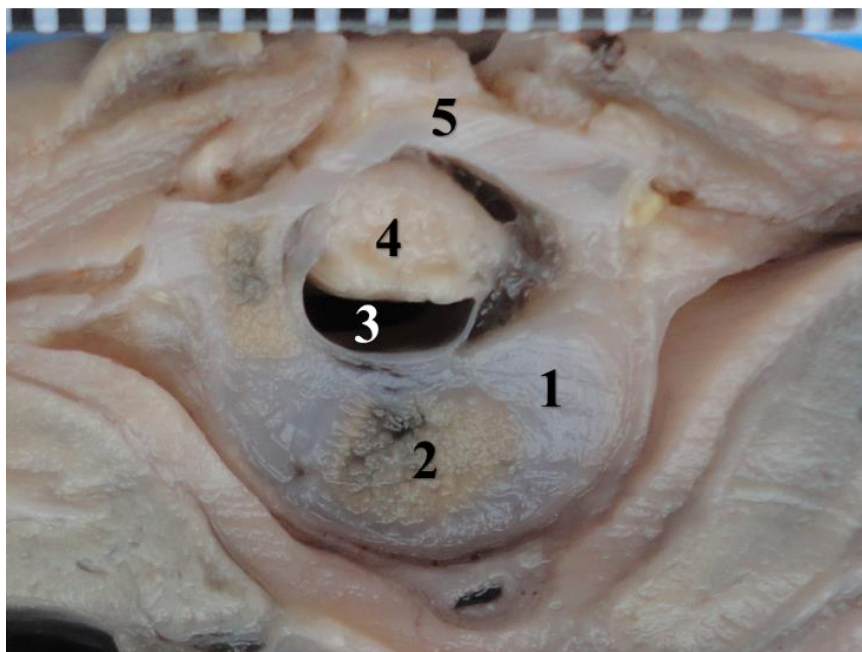


Рис. 20. Поясничный отдел позвоночного столба плода в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека.

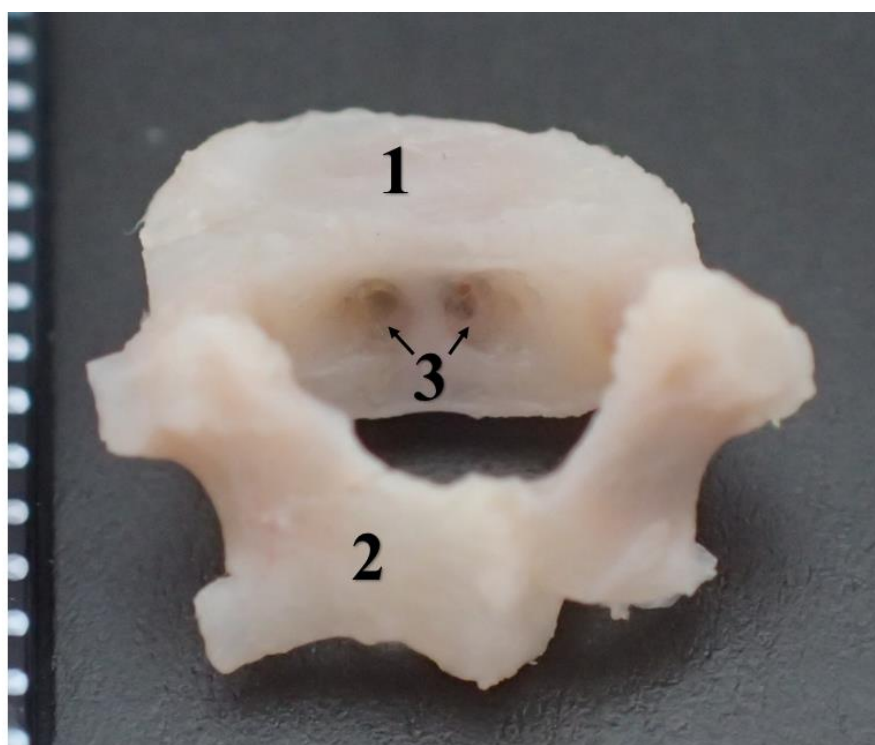
Фото макропрепарата торса плода. Вид сзади.
 Протокол № 221, срок развития – 22 недели, пол – мужской.
L_I–L_V – поясничные позвонки.

В рассматриваемом периоде развития в поясничном отделе позвоночного столба были определены характерные фетальные особенности: тела поясничных позвонков имеют полулунную форму, вогнутую по задней поверхности и уплощенную в переднезаднем направлении (Рис. 21).

На задней вогнутой поверхности тел поясничных позвонков имеются 2–3 крупных отверстия питательных каналов, которые проникают глубоко в тело позвонка (Рис. 22).



**Рис. 21. Горизонтальный срез торса плода человека на уровне L_{III}.
Фото макропрепарата, вид сверху.**
Протокол № 40, срок развития – 16–17 недель, пол мужской.
*1 – тело позвонка, 2 – ядро окостенения, 3 – позвоночное отверстие,
4 – спинной мозг, 5 – дуга позвонка.*



**Рис. 22. Поясничный позвонок у плодов в промежуточном плодном
периоде онтогенеза человека.**
Фото изолированного макропрепарата L_{III} плода.
Протокол № 221, срок развития – 22 недели, пол – мужской. Вид сзади.
1 – тело позвонка, 2 – дуга позвонка, 3 – отверстия питательных каналов.

В рассматриваемом периоде внутриутробного развития поясничные позвонки являются самыми крупными в сравнении с шейными и грудными позвонками. Данные параметры поясничных позвонков измеряли аналогично параметрам шейных и грудных позвонков, представленных в п. 3.1. п. 3.2. главы III. Средние морфометрические параметры высоты тела, продольного и поперечного размера тела поясничных позвонков сведены в таблицу 10.

Таблица 10.

Количественные данные высоты, продольного и поперечного размера тела поясничных позвонков у плодов человека 16–22 недель развития ($X \pm S_x$, мм)

Уровень	Возраст плода				Темп прироста
	16 – 17 недели	18 – 19 недели	20 – 21 недели	22 неделя	
Высота тел поясничных позвонков					
L_I	3,4±0,3	3,9±0,4	4,3±0,7	4,3±0,3	26,5 %
L_{II}	3,4±0,8	3,5±0,1	4,2±0,9	4,1±0,5	20,6 %
L_{III}	3,3±0,4	3,5±0,2	4,2±0,1	4,1±0,6	24,2 %
L_{IV}	3,2±0,3	3,2±0,2	3,5±0,2	4,0±0,6	25,0 %
L_V	3,1±0,3	3,2±0,7	3,5±0,3	3,5±0,3	11,4 %
Продольный размер тел поясничных позвонков					
L_I	4,1±0,6	4,1±0,2*	5,5±0,1*	5,8±0,9	41,5 %
L_{II}	4,0±0,3	4,1±0,6	5,8±0,1	5,9±0,5	47,5 %
L_{III}	4,1±0,2	4,3±0,5	6,2±0,5	6,2±0,5	51,2 %
L_{IV}	4,1±0,1	4,5±0,6	6,3±0,4	6,5±0,1	58,5 %
L_V	4,4±0,2	4,5±0,4	6,5±0,6	7,0±0,2	59,0 %
Поперечный размер тел поясничных позвонков					
L_I	6,5±0,5	7,1±0,4	7,5±0,2*	8,9±0,4*	36,9 %
L_{II}	7,0±0,3	7,7±0,3	8,0±0,9	9,4±0,5	34,3 %
L_{III}	7,9±0,2	8,1±0,1	8,3±0,9	9,7±0,3	22,8 %
L_{IV}	8,0±0,1	8,7±0,2	8,7±0,4	10,2±0,1	27,5 %
L_V	8,0±0,1	9,2±0,3	9,5±0,2	10,2±0,1	27,5 %

Примечания: * - достоверные различия при $p < 0,05$ в разных возрастных группах.

Анализируя данные таблицы 10, можно отметить, что в исследуемом периоде наблюдается увеличение всех изученных параметров тел поясничных позвонков с 16 по 22 неделю внутриутробного развития. Наиболее интенсивно при этом возрастает продольный размер тел поясничных позвонков, в сравнении с высотой и поперечным размером, прирост данного параметра на

уровне L_V составляет 59,0 %. Было выявлено, что продольный размер тела поясничного позвонка плода интенсивнее увеличивается от 18 к 21 неделе, между тем поперечный размер интенсивнее растет от 20 к 22 неделе.

Таким образом, аналогично шейным и грудным позвонкам, во всех изученных возрастных группах на протяжении всего поясничного отдела позвоночного столба поперечный размер тела позвонка превалировал над продольным и в среднем увеличивался в 1,3 раза.

В исследуемом периоде внутриутробного развития хорошо визуализируется позвоночное отверстие, позади ограниченное дугой, спереди телом позвонка. Его размеры изменяются в каудальном направлении, форма представлена различными вариантами от округлой до вытянутой. Размеры позвоночного отверстия у плодов 16–22 недель развития представлены в таблице 11.

Таблица 11.

Количественные данные продольного и поперечного размера позвоночного отверстия поясничных позвонков у плодов человека 16–22 недель развития ($X \pm S_x$, мм)

Уровень	Возраст плода				Темп прироста
	16 – 17 недели	18 – 19 недели	20 – 21 недели	22 неделя	
Продольный размер позвоночного отверстия поясничных позвонков					
L_I	3,7±0,9	4,3±0,1	4,6±0,8*	5,8±0,6*	56,8 %
L_{II}	3,5±0,2	4,3±0,2	4,5±0,8	5,7±0,5	62,9 %
L_{III}	3,5±0,3	4,0±0,3	4,5±0,3	5,5±0,8	57,1 %
L_{IV}	3,1±0,4	3,9±0,3	4,1±0,5	5,0±0,2	61,3 %
L_V	3,0±0,4	3,9±0,6	4,2±0,4	5,0±0,2	66,7 %
Поперечный размер позвоночного отверстия поясничных позвонков					
L_I	5,0±0,7	5,4±0,2	5,8±0,3*	6,9±0,2*	46,8 %
L_{II}	5,0±0,6	5,3±0,3	5,5±0,4	6,7±0,3	34,0 %
L_{III}	5,0±0,3	5,3±0,3	5,5±0,4	6,6±0,5	35,4 %
L_{IV}	4,8±0,2	5,2±0,2	5,2±0,1	6,5±0,1	35,4 %
L_V	4,5±0,1	5,0±0,9	5,2±0,2	6,5±0,4	44,4 %

Примечания: * - достоверные различия при $p < 0,05$ в разных возрастных группах.

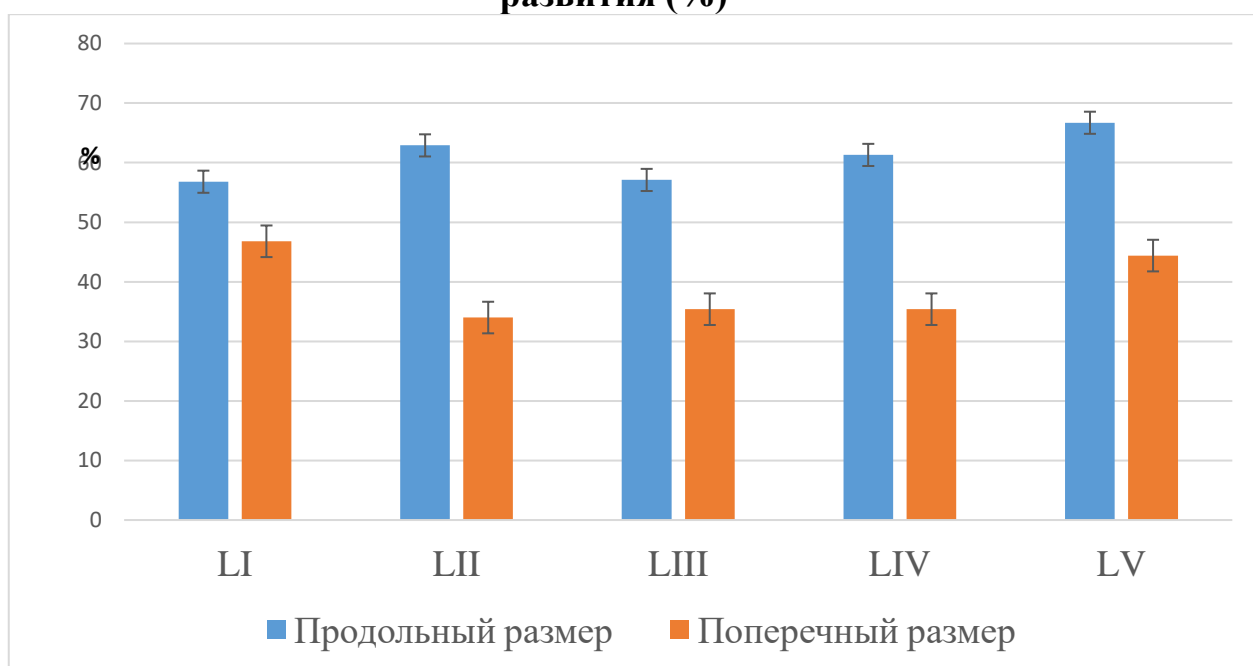
Отмечено, что поперечный размер позвоночного отверстия на всех уровнях поясничных позвонков имеет большее значение, чем переднезадний.

В изученном периоде развития во всех четырех исследуемых возрастных группах продольный размер позвоночного отверстия поясничных позвонков уменьшается в дистальном направлении. В 16–17 недель развития продольный размер позвоночного отверстия на уровне L_I составляет $3,7 \pm 0,9$ мм, к уровню L_V уменьшается до $3,0 \pm 0,4$ мм. К 22 неделе он аналогично уменьшается от L_I к L_V и составляет $5,8 \pm 0,6$ мм и $5,0 \pm 0,2$ мм соответственно. Аналогично продольному размеру, поперечный размер позвоночного отверстия поясничных позвонков плода изменялся равномерно в каудальном направлении. Однако, как продольный, так и поперечный размер позвоночного отверстия позвоночного плода интенсивнее увеличивается от 20 к 22 неделе.

Дуга поясничных позвонков в 16–22 недели онтогенеза человека имеет ряд фетальных особенностей. Подобно ранее изученным шейным и грудным позвонкам у плодов данного срока определяется отсутствие костной ткани между ножками дуги с телом поясничных позвонков. Ножки дуги поясничного позвонка формируют слабо выраженную верхнюю позвоночную вырезку и четко выраженную нижнюю (Рис. 23).

Диаграмма 3.

Темп прироста продольного и поперечного размеров позвоночного отверстия поясничных позвонков у плодов человека 16–22 недель развития (%)



В рассматриваемом периоде развития по боковым поверхностям дуг поясничных позвонков симметрично визуализируются короткие, треугольной формы реберные отростки, средний размер которых составляет $1,5\pm 0,2$ мм и $2,5\pm 0,9$ мм в начале исследуемого периода и в конце соответственно. На задней поверхности дуги позвонка кзади и книзу располагается остистый отросток, уплощенный в сагиттальном направлении. Средняя длина остистых отростков поясничных позвонков 16–17 недель ВУР составляет $1,3\pm 0,2$ мм, в 22 недели онтогенеза – $2,1\pm 0,1$ мм. Сосцевидный отросток в изучаемом периоде онтогенеза не определяется. Верхние и нижние суставные отростки слабо выражены. Суставные поверхности верхних суставных отростков располагаются под углом к горизонтальной плоскости и обращены кзади. Суставные поверхности нижних суставных отростков располагаются во фронтальной плоскости и обращены кпереди (Рис. 23).

В ходе настоящего исследования билатеральная асимметрия и половые различия в строении поясничного отдела позвоночного столба у плодов выявлены не были.

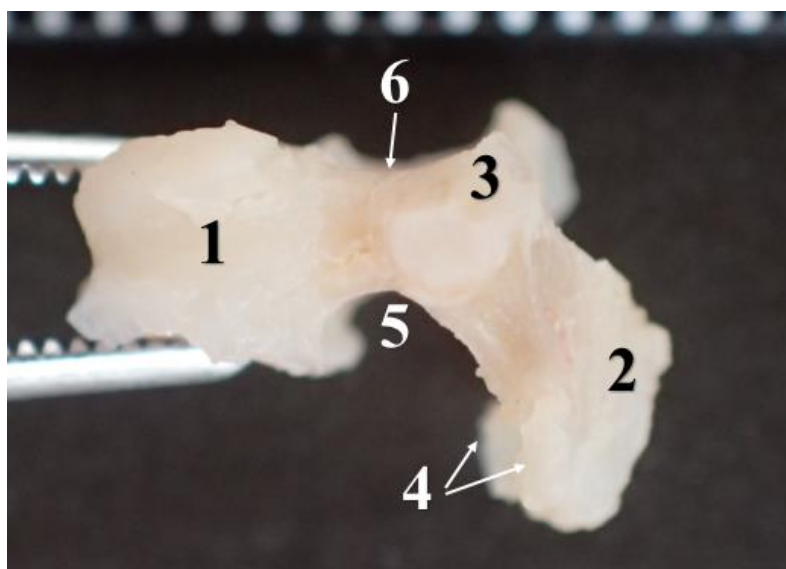


Рис. 23. Поясничный позвонок у плодов в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека.

Фото изолированного макропрепарата **L_п** плода.

Протокол № 221, срок развития – 22 недели, пол – мужской. Вид сбоку.

1 – тело позвонка, 2 – остистый отросток, 3 – верхний суставной отросток, 4 – нижний суставной отросток, 5 – нижняя позвоночная вырезка, 6 – верхняя позвоночная вырезка.

3.4. Описательная и количественная анатомия соединений тел шейных, грудных и поясничных позвонков в 16–22 недели внутриутробного развития

В 16–22 недели внутриутробного развития тела шейных, грудных и поясничных позвонков соединены между собой при помощи межпозвоночных дисков, а также передней и задней продольных связок, образуя прочную единую структуру – позвоночный столб (Рис. 24).

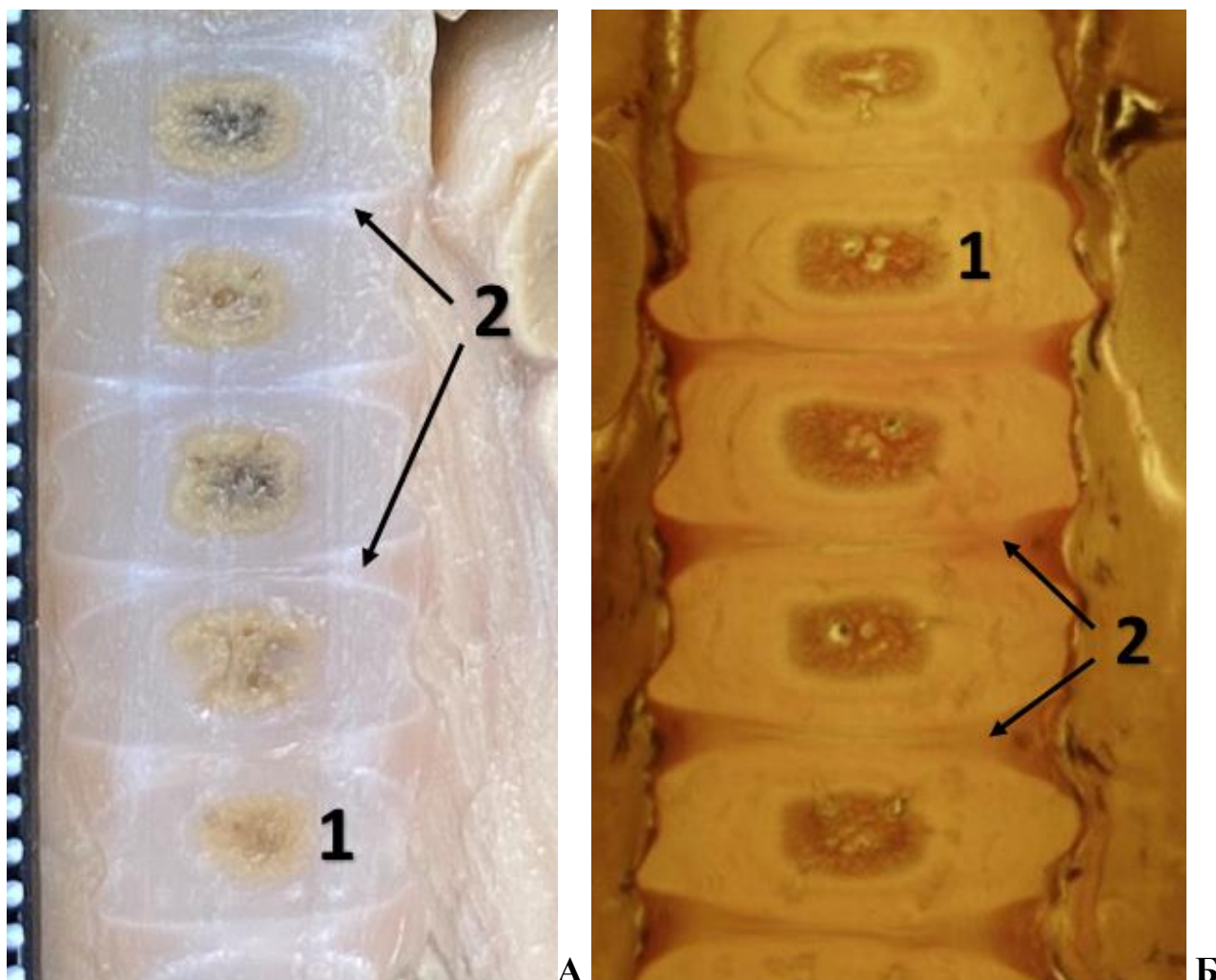


Рис. 24. Позвонки и межпозвоночные диски на срезе торса плода по Н. И. Пирогову и на гистотопограмме в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека.

А – Фото макропрепарата, фронтальный распил, вид спереди. Протокол № 74, срок развития – 20–21 неделя, пол – женский.

1 – тело позвонка, 2 – межпозвоночный диск.

Б – гистотопограмма во фронтальной плоскости, вид спереди, окраска по Ван Гизону.

Протокол № 105, срок развития – 20–21 неделя, пол – женский.

1 – тело позвонка, 2 – межпозвоночный диск.

Было выявлено, что межпозвоночный диск на горизонтальном срезе по Н.И. Пирогову и на гистотопограммах состоит из фиброзного кольца и пульпозного (студенистого) ядра. При макромикроскопическом препарировании было выявлено, что фиброзное кольцо плотно сращено с телами выше и ниже лежащих позвонков.

В рассматриваемом периоде развития на сагиттальных и фронтальных срезах во всех возрастных группах высота межпозвоночных дисков во всех изученных отделах позвоночного столба значительно меньше высоты тел позвонков. На протяжении изученных отделов позвоночного столба высота межпозвоночного диска в 16–22 недели онтогенеза в 10 раз меньше высоты тела позвонка. Данные по высоте тел позвонков и межпозвоночных дисков по отделам сведены в таблицы 12 и 13.

В изученном периоде онтогенеза определяются передняя и задняя продольные связки. На макропрепаратах плодов задняя продольная связка берет начало от затылочной кости и проходит через весь позвоночный канал вплоть до нижней части крестцового канала.

Таблица 12.

Сводные средние значения высоты тел шейных, грудных и поясничных позвонков у плодов человека 16–22 недель развития ($X \pm S_x$, мм)

Позвонок	Возраст плода			
	16 – 17 недели	18 – 19 недели	20 – 21 недели	22 неделя
C_{II}	2,2±0,3	2,7±0,3	3,0±0,3	3,1±0,6
C_{III}	2,1±0,6	2,7±0,5	3,1±0,6	3,2±0,8
C_{IV}	2,0±0,3	2,8±0,6	3,2±0,3	3,1±0,3
C_V	2,2±0,3	2,8±0,3	3,2±0,3	3,2±0,3
C_{VI}	2,3±0,6	3,0±0,5	3,3±0,3	3,4±0,6
C_{VII}	2,3±0,4	3,0±0,3	3,3±0,4	3,5±0,5
Th_{I-III}	2,3±0,3	2,8±0,6	3,2±0,3	3,3±0,3
Th_{IV-VII}	2,3±0,3	3,0±0,3	3,3±0,3	3,5±0,3
Th_{VIII-XII}	3,1±0,6	3,1±0,5	3,5±0,3	3,5±0,6
L_I	3,4±0,3	3,9±0,4	4,3±0,7	4,3±0,3
L_{II}	3,4±0,8	3,5±0,1	4,2±0,9	4,1±0,5
L_{III}	3,3±0,4	3,5±0,2	4,2±0,1	4,1±0,6
L_{IV}	3,2±0,3	3,2±0,2	3,5±0,2	4,0±0,6
L_V	3,1±0,3	3,2±0,7	3,5±0,3	3,5±0,3

**Среднее значение высоты межпозвоночного диска в шейном, грудном
и поясничном отделах позвоночного столба у плодов человека
16–22 недель развития ($X \pm S_x$, мм)**

Отдел	Возраст плода				Темп прироста
	16 – 17 недели	18 – 19 недели	20 – 21 недели	22 неделя	
Шейный отдел	0,2±0,2	0,2±0,1	0,3±0,8	0,3±0,6	50,0 %
Грудной отдел	0,3±0,9	0,3±0,2	0,3±0,8	0,4±0,5	33,3 %
Поясничный отдел	0,3±0,3	0,3±0,3	0,4±0,3	0,4±0,8	33,3 %

Передняя продольная связка также берет начало от затылочной кости, направляется дистально и вплетается в тела крестцовых позвонков. У плодов 16–22 недель онтогенеза передняя продольная связка визуализируется на передней и боковой поверхностях тел позвонков и межпозвоночных дисков, где в грудном отделе она значительно шире и переходит на суставы головки ребер (Рис. 25).



**Рис. 25. Передняя продольная связка в грудном
отделе позвоночного столба.**

Фото макропрепарата, вид спереди.

Протокол № 32, возраст – 22 недели, пол – мужской.

1 – передняя продольная связка, 2 – сустав головки ребра.

1.5. Резюме

В исследуемом периоде онтогенеза отчетливо визуализируются шейные, грудные и поясничные позвонки со всеми структурами. На горизонтальных срезах по Н.И. Пирогову в 16–22 недели развития дифференцируются тело позвонка, дуга и позвоночный канал. Размер позвоночного отверстия зависит от уровня позвоночного столба. В исследуемом периоде онтогенеза в телах шейных, грудных и поясничных позвонках четко определяются ядра окостенения. На данном этапе развития между телом и ножками дуги позвонка отсутствует костная ткань, что следует расценивать как фетальную особенность формирования позвонков в 16–22 недели внутриутробного развития.

В 16–22 недели онтогенеза у шейных позвонков определяется канал позвоночной артерии, который практически полностью заполнен своим содержимым (артерия, вены и соединительная ткань). У шейных позвонков изучаемого периода онтогенеза борозда спинномозгового нерва не определяется, а также отсутствуют крючковидные отростки тел шейных позвонков, что является фетальной особенностью на данном сроке развития.

Варианты формы тела грудных и поясничных позвонков меняются в зависимости от уровня расположения. Тела поясничных позвонков на задней вогнутой поверхности имеют 2–3 крупных отверстия питательных каналов, которые проникают глубоко в тело позвонка.

В исследуемом периоде онтогенеза у плодов отчетливо визуализируется все отростки дуги позвонка, исключение составляют поясничные позвонки, где сосцевидный отросток не выражен. Асимметрии в расположении и отхождении отростков дуг позвонков выявлено не было. В 16–22 недели в шейном отделе определяется слабо выраженный остистый отросток C_{II} , концевое раздвоение которого практически отсутствует. Также отмечено, что подобное раздвоение остистых отростков отсутствует и на концах C_{VI} – C_{VII} . Остистый отросток Th_I выступает больше кзади, по сравнению с таковым у C_{VII} , что следует

рассматривать как характерную возрастную особенность изучаемого периода онтогенеза.

Изучены ростовые параметры позвонков и межпозвоночных дисков, такие как продольный, поперечный размеры и высота. Отмечен гетерохронный рост указанных параметров. Выявлено, что поперечный размер тела позвонков и межпозвоночных дисков на всех скелетотопических уровнях превышает переднезадний размер. Во всех изученных возрастных группах на протяжении всего поясничного отдела позвоночного столба поперечный размер тела превалирует над продольным и в среднем увеличивается в 1,3 раза.

Определено, что в 16–22 недели внутриутробного развития тела шейных, грудных и поясничных позвонков соединены между собой при помощи межпозвоночных дисков, а также передней и задней продольных связок, которые в совокупности образуют прочную единую структуру – позвоночный столб. Было выявлено, что на протяжении изученных отделов позвоночного столба высота межпозвоночного диска в 16–22 недели онтогенеза в 10 раз меньше высоты тела позвонка.

В ходе настоящего исследования билатеральная асимметрия и половые различия в строении шейного, грудного и поясничного отдела позвоночного столба у плодов выявлены не были.

Выявленные анатомические особенности значительно расширяют и дополняют данные по фетальной анатомии позвоночного столба человека.

ГЛАВА IV

ОБЩАЯ ТОПОГРАФО–АНАТОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШЕЙНОГО, ГРУДНОГО И ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА У ПЛОДОВ 16–22 НЕДЕЛЬ ВНУТРИУТРОБНОГО РАЗВИТИЯ

4.1. Количественная характеристика шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба в промежуточном плодном периоде онтогенеза

Следующим этапом исследования позвоночного столба стало измерение длины спереди и сзади шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба. Длина шейного отдела позвоночного столба спереди измерялась как расстояние между верхним краем передней дуги C_I и нижним краем передней поверхности тела C_{VII} . Длина сзади измерялась как расстояние между верхним краем задней дуги C_I и нижним краем дуги C_{VII} (Рис. 26). Результаты измерений указанных параметров представлены в таблице 13.

Было определено, что в исследуемом периоде онтогенеза длина шейного отдела позвоночного столба спереди преобладает над длиной сзади во всех возрастных группах. Обращает на себя внимание, что передняя и задняя длина шейного отдела позвоночного столба на протяжении промежуточного плодного периода изменяются гетерохронно, с наибольшим скачком роста в 20–21 недели развития. Так, в группе 18–19 недель среднее значение передней длины шейного отдела позвоночного столба составило $16,1 \pm 0,4$ мм с нарастанием этого показателя в возрастной группе 20–21 недель до $18,5 \pm 0,4$ мм. Наибольший рост среднего значения задней длины шейного отдела позвоночного столба определяется с $15,2 \pm 0,5$ мм до $17,7 \pm 0,4$ мм в группах 18–19 недели и 20–21 недели развития соответственно. Таким образом, было отмечено, что в 16–22 недели внутриутробного развития в шейном отделе позвоночного столба характерной особенностью ростовых показателей

является преимущественный рост за счет увеличения задней длины (темп прироста 31,7 %) при умеренном росте передней длины (темп прироста 23,4 %).

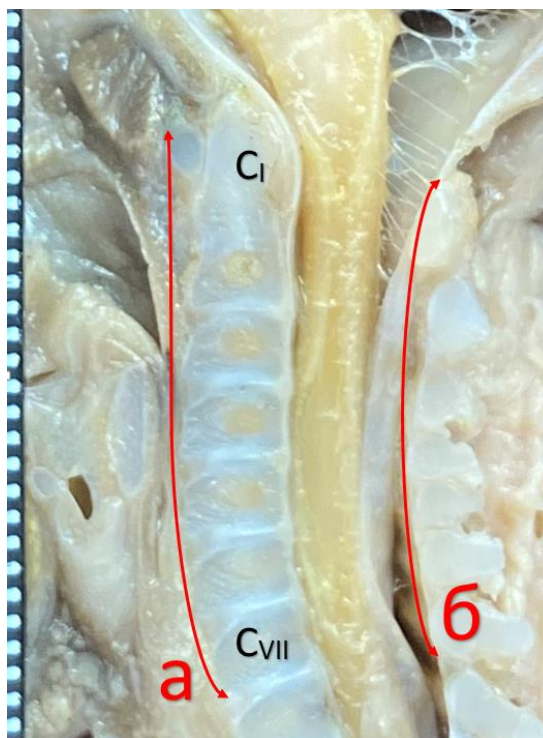


Рис. 26. Схема измерения длины шейного отдела позвоночного столба у плода.

Фото макропрепарата, сагиттальный распил, вид справа.
 Протокол № 145, срок развития – 18–19 недель, пол – женский.
a – длина спереди, *б* – длина сзади.

Таблица 13.

Среднее ($X \pm Sx$), минимальные и максимальные значения длины шейного отдела позвоночного столба спереди и сзади у плодов человека в изученном периоде развития (мм)

Параметры		Возраст плода				Темп прироста
		16 – 17 недели	18 – 19 недели	20 – 21 недели	22 неделя	
Длина спереди	$X \pm Sx$	15,2±0,1	16,1±0,4*	18,5±0,4*	19,1±0,6	25,7 %
	min	15,0	14,5	17,8	18,0	
	max	15,5	16,1	19,0	20,0	
Длина сзади	$X \pm Sx$	14,2±0,2	15,2±0,5*	17,7±0,4*	18,7±0,4	31,7 %
	min	13,9	14,5	17,0	18,0	
	max	14,5	16,1	18,3	19,5	

Примечания: * - достоверные различия при $p < 0,05$ в разных возрастных группах.

В исследуемых возрастных группах проведено измерение длины спереди и длины сзади и у грудного отдела позвоночного столба. Передняя длина рассматривалась как расстояние от верхнего края передней поверхности тела Th_I до нижнего края тела Th_{XII} . Задняя длина грудного отдела измерялась как дистанция между верхним краем дуги Th_I и нижним краем дуги Th_{XII} (Рис. 27). Количественные характеристики данных параметров представлены в таблице 14.

Было выявлено, что длина грудного отдела позвоночного столба сзади преобладает над длиной спереди во всех возрастных группах. Наибольший рост средних значений передней и задней длины наблюдается в третьей возрастной группе. В 18–19 недель развития среднее значение длины грудного отдела позвоночного столба спереди составило $34,5 \pm 0,8$ мм, задней – $37,7 \pm 0,4$ мм, к 20–21 неделе эти значения увеличились до $38,3 \pm 0,7$ мм и $41,3 \pm 0,8$ мм соответственно.

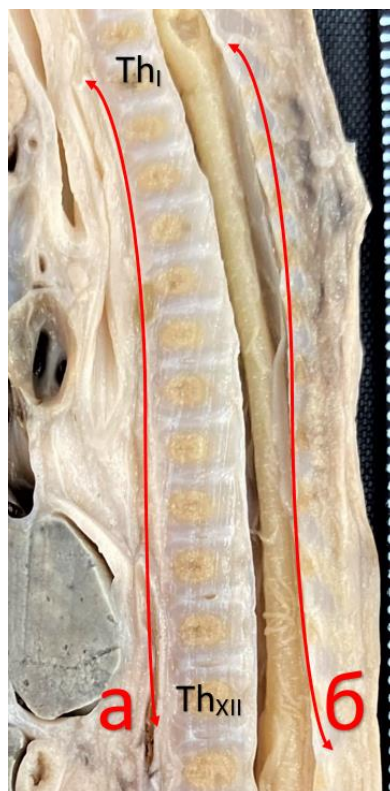


Рис. 27. Схема измерения длины грудного отдела позвоночного столба у плода.

Фото макропрепарата, сагиттальный распил, вид справа.
 Протокол № 136, срок развития – 16–17 недель, пол – мужской.
a – длина спереди, *б* – длина сзади.

**Среднее ($X \pm Sx$), минимальные и максимальные значения
длины грудного отдела позвоночного столба спереди и сзади
у плодов человека в изученном периоде развития (мм)**

Параметры		Возраст плода				Темп прироста
		16 – 17 недели	18 – 19 недели	20 – 21 недели	22 неделя	
Длина спереди	$X \pm Sx$	33,0 \pm 0,6	34,5 \pm 0,8*	38,3 \pm 0,7*	40,4 \pm 0,7	22,4%
	min	32,0	33,1	37,0	39,2	
	max	34,0	35,8	39,4	41,5	
Длина сзади	$X \pm Sx$	35,0 \pm 0,6	37,7 \pm 0,4*	41,3 \pm 0,8*	42,5 \pm 0,8	21,4 %
	min	34,0	37,0	40,0	41,1	
	max	35,9	38,5	42,7	43,8	

Примечания: * - достоверные различия при $p < 0,05$ в разных возрастных группах.

В ходе исследования были получены данные размеров поясничного отдела позвоночного столба на сроке 16–22 недели промежуточного плодного периода онтогенеза человека. Длина поясничного отдела спереди рассматривалась как расстояние между верхним передним краем тела L_1 и нижним передним краем тела L_v . Длина поясничного отдела сзади измерялась как расстояние между верхним краем дуги L_1 и нижним краем дуги L_v (Рис. 28.).

Можно отметить, что наибольший рост средних значений передней и задней длины поясничного отдела наблюдается во второй возрастной группе (Таблица 15). В 16–17 недель развития среднее значение длины поясничного отдела позвоночного столба спереди составило 16,3 \pm 0,5 мм, задней – 15,1 \pm 0,6 мм, к 19 неделе эти значения увеличились до 20,6 \pm 0,5 мм и 19,0 \pm 0,5 мм соответственно. Между тем, во всех возрастных группах среднее значение длины поясничного отдела позвоночного столба спереди незначительно превосходит среднее значение длины сзади.

Таким образом, было отмечено, что в промежуточном плодном периоде онтогенеза показатели длины шейного, грудного и поясничного отделов

позвоночного столба спереди и сзади различаются. Сводные морфометрические параметры исследуемых отделов представлены в диаграмме 4.

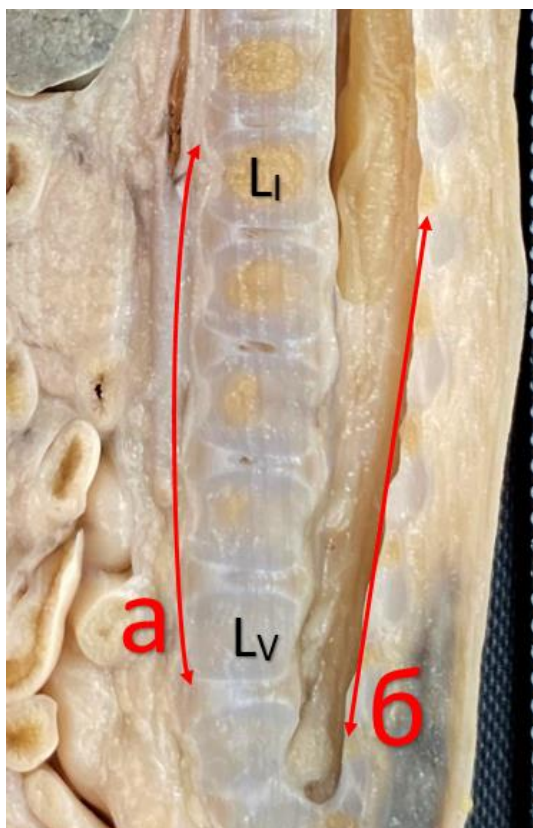


Рис. 28. Схема измерения длины поясничного отдела позвоночного столба у плода.

Фото макропрепарата, сагиттальный распил, вид справа. Протокол № 136, срок развития – 16–17 недель, пол – мужской. *а* – длина спереди, *б* – длина сзади.

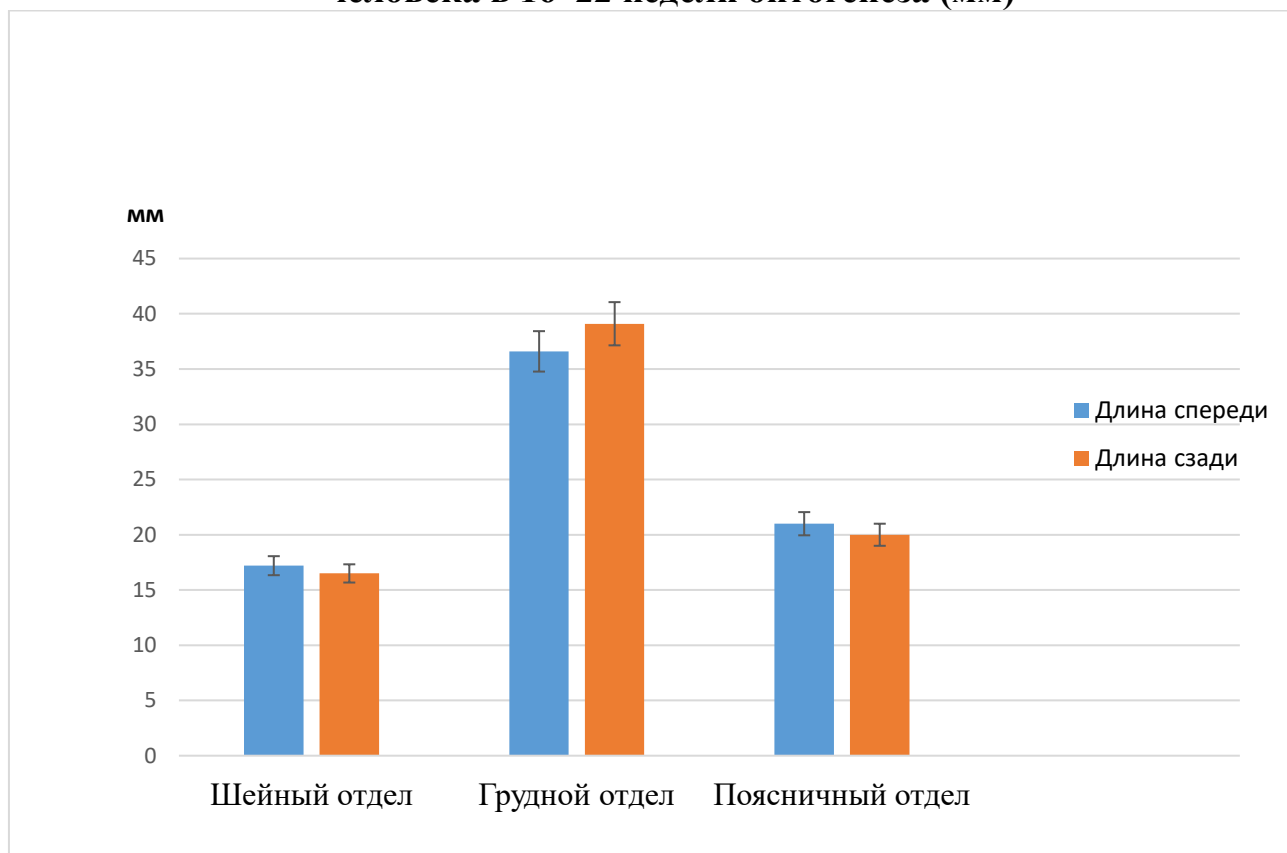
Таблица 15.

Среднее ($X \pm Sx$), минимальные и максимальные значения длины поясничного отдела позвоночного столба спереди и сзади у плодов человека в изученном периоде развития (мм)

Параметры		Возраст плода				Темп прироста
		16 – 17 недели	18 – 19 недели	20 – 21 недели	22 неделя	
Длина спереди	$X \pm Sx$	16,3±0,5*	20,6±0,5*	22,0±0,6	25,1±0,6	54,0 %
	min	15,5	19,8	21,0	24,0	
	max	17,4	21,4	23	26,0	
Длина сзади	$X \pm Sx$	15,1±0,6*	19,0±0,5*	21,5±0,6	24,5±0,4	62,3 %
	min	14,0	18,1	20,5	24,0	
	max	16,0	19,9	22,7	25,2	

Примечания: * - достоверные различия при $p < 0,05$ в разных возрастных группах.

Среднее ($X \pm S_x$) значение длины шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба спереди и сзади у плодов человека в 16–22 недели онтогенеза (мм)



Анализируя данные диаграммы 4, можно отметить, что в изучаемом периоде внутриутробного развития длина грудного отдела позвоночного столба превалирует над длиной поясничного отдела, а длина последнего превосходит длину шейного отдела. В шейном отделе позвоночного столба длина спереди незначительно превалирует над длиной сзади. Среднее значение длины шейного отдела спереди в 16–22 недели развития составляет $17,2 \pm 0,7$ мм, сзади – $16,5 \pm 0,3$ мм. Обратная тенденция наблюдается в грудном отделе позвоночного столба, где длина спереди составляет $36,6 \pm 0,7$ мм, длина сзади меньше и равна $39,1 \pm 0,9$ мм. В поясничном отделе позвоночного столба, подобно изменениям в шейном отделе, передняя длина превосходит длину сзади и составляет $21,0 \pm 0,3$ мм и $20,0 \pm 0,1$ мм соответственно.

Оценивая в совокупности данные по отделам, можно отметить, что с 16 по 22 недели промежуточного плодного периода онтогенеза наблюдается

равномерное увеличение среднего значения передней и задней длины шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба. Сводные данные по всем трем изученным отделам позвоночника представлены в таблице 16 и в диаграмме 5.

Среднее значение длины спереди всех изученных отделов позвоночного столба вместе в начале исследуемого периода составляет $64,5 \pm 0,6$ мм, к концу отмечается нарастание этого показателя до $84,6 \pm 0,7$ мм. Длина шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба сзади в 16–17 недель и в 22 недели составляет $64,3 \pm 0,5$ мм и $85,7 \pm 0,5$ мм соответственно. Между тем, было выявлено, что с 16 по 22 неделю наиболее интенсивнее растет поясничный отдел позвоночного столба, темп прироста которого составляет 62 % (Диаграмма 6.)

Таблица 16.

Количественные данные длины шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба спереди и сзади у плодов человека в изученном периоде развития ($X \pm Sx$, мм)

Параметры		Возраст плода				Темп прироста
		16 – 17 недели	18 – 19 недели	20 – 21 недели	22 неделя	
Шейный отдел позвоночного столба						
Длина спереди	$X \pm Sx$	$15,2 \pm 0,1$	$16,1 \pm 0,4$	$18,5 \pm 0,4$	$19,1 \pm 0,6$	25,7 %
Длина сзади	$X \pm Sx$	$14,2 \pm 0,2$	$15,2 \pm 0,5$	$17,7 \pm 0,4$	$18,7 \pm 0,4$	31,7 %
Грудной отдел позвоночного столба						
Длина спереди	$X \pm Sx$	$33,0 \pm 0,6$	$34,5 \pm 0,8$	$38,3 \pm 0,7$	$40,4 \pm 0,7$	22,4 %
Длина сзади	$X \pm Sx$	$35,0 \pm 0,6$	$37,7 \pm 0,4$	$41,3 \pm 0,8$	$42,5 \pm 0,8$	21,4 %
Поясничный отдел позвоночного столба						
Длина спереди	$X \pm Sx$	$16,3 \pm 0,5$	$20,6 \pm 0,5$	$22,0 \pm 0,6$	$25,1 \pm 0,6$	54,0 %
Длина сзади	$X \pm Sx$	$14,0 \pm 0,3$	$18,1 \pm 0,8$	$20,5 \pm 0,1$	$24,0 \pm 0,2$	62,3 %

Диаграмма 5.

Среднее ($X \pm Sx$) значение совокупной длины шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба у плодов человека в 16–22 недели онтогенеза (мм)

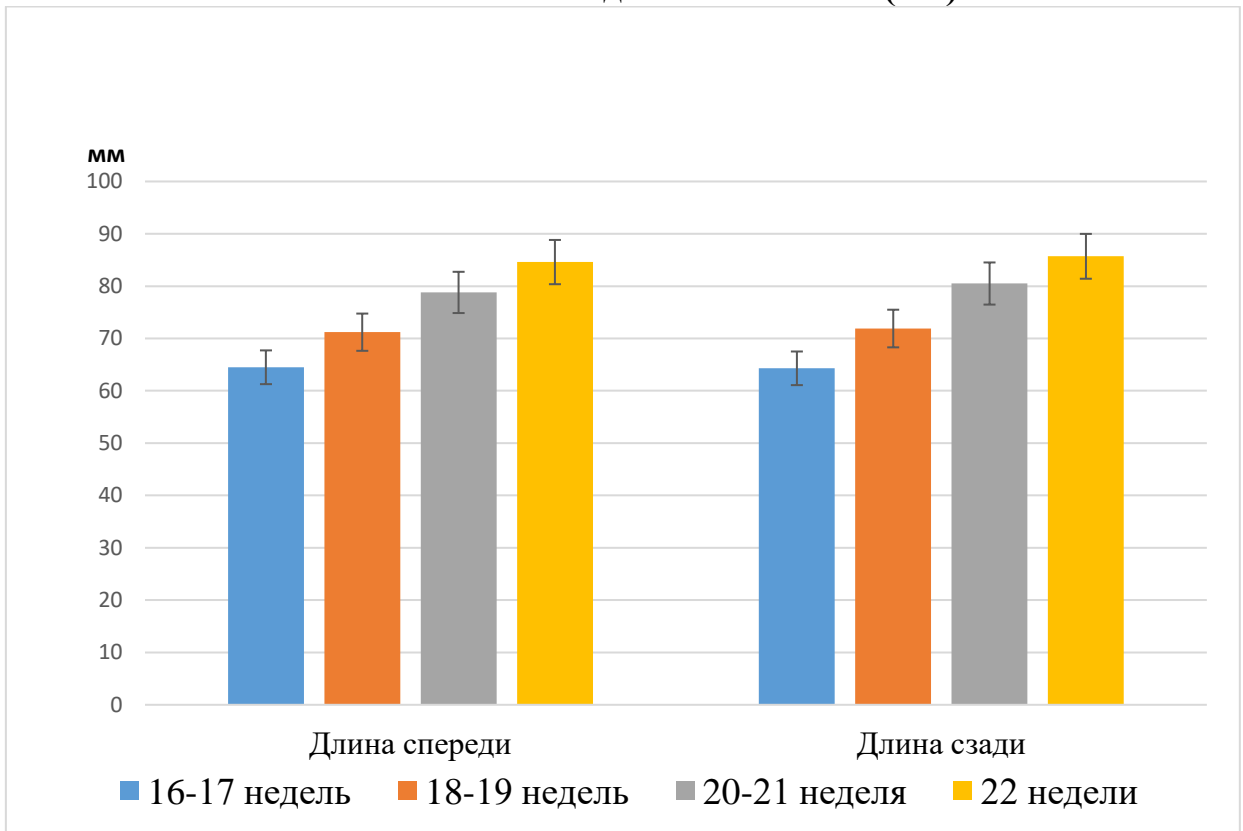
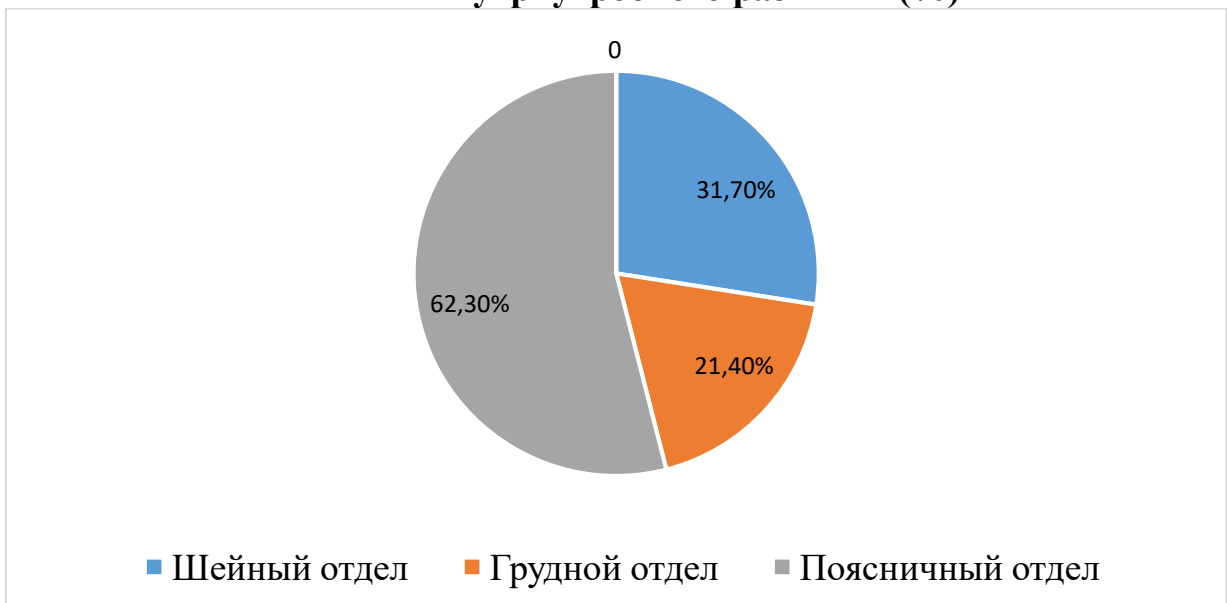


Диаграмма 6.

Темп прироста длины шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба плода с 16 по 22 неделю внутриутробного развития (%)



4.2. Особенности описательной топографии шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба у плодов изученного гестационного срока

В изучаемом периоде онтогенеза плода человека в позвоночном канале на всем протяжении позвоночного столба отчетливо определяются спинной мозг, оболочки и межоболочечные пространства. В 16–22 недели онтогенеза спинной мозг представляет собой сформированную структуру, которая во всех рассматриваемых возрастных периодах начинается на уровне затылочного отверстия. Между тем, дистальный конец спинного мозга (мозговой конус) в начале исследуемого периода заканчивается на уровне S_{II-IV} , к концу исследуемого периода к 22 неделе он оканчивается на уровне L_{IV} , что является фетальной особенностью на данном сроке развития. На горизонтальных и сагиттальных срезах твердая мозговая оболочка плотная, хорошо отделима от спинного мозга и не сращена с стенками позвоночного канала. В изучаемом периоде онтогенеза определяются эпидуральное и субдуральное пространства (Рис. 29).

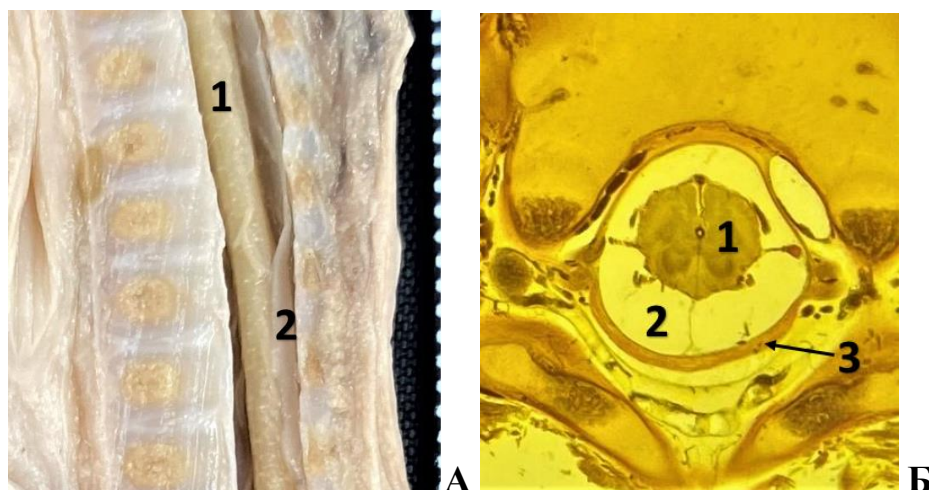


Рис. 29. Позвоночный канал плода в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека.

А – Фото макропрепарата, сагиттальный распил по срединной линии, вид слева. Протокол № 136, срок развития – 16–17 недель, пол – мужской.

1 – спинной мозг, 2 – твердая мозговая оболочка.

Б – гистотопограмма в горизонтальной плоскости, уровень Th_{IV} , окраска по Ван Гизону. Протокол № 186, срок развития – 16–17 недели, пол – женский.

*1 – спинной мозг, 2 – субдуральное пространство,
3 – твердая мозговая оболочка.*

В рассматриваемом периоде онтогенеза обращает на себя внимание взаимоотношения внутренних органов и структур по отношению к отделам позвоночного столба. На данном сроке развития на протяжении всего позвоночного столба плода справа и слева от тел позвонков визуализируются симпатические стволы, которые начинаются верхним шейным узлом, располагающимся между поперечными отростками С_{II} и С_{III}. Направляясь дистально, они плотно прилегают к телам позвонков (Рис.30). Заканчиваются симпатические стволы на тазовой поверхности крестца соответствующими узлами.

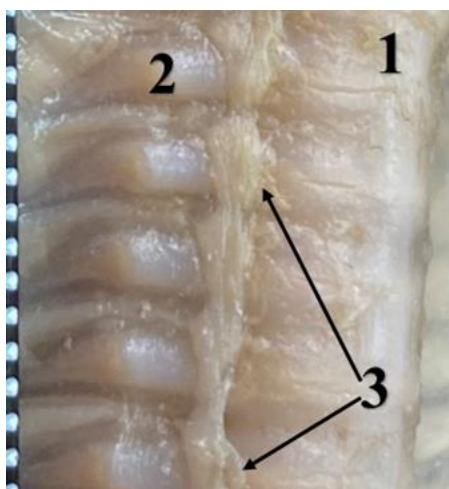


Рис. 30. Взаимоотношения позвоночного столба с симпатическими стволами у плода.

Фото макропрепарата, вид спереди.

Протокол № 54, срок развития – 18–19 недель, пол – женский.

1 – передняя продольная связка, 2 – реберно-поперечный сустав, 3 – симпатический ствол справа.

В 16–22 недели онтогенеза в близких топографо-анатомических отношениях с позвоночным столбом плода практически на всем его протяжении располагаются лимфатические узлы. Медиальные межреберные лимфатические узлы грудной полости плода в большинстве наблюдений (80 %) располагаются в проекции суставов головок ребер, под узлами и межузловыми ветвями грудного отдела симпатического ствола. Группа околопозвоночных лимфатических узлов располагается кпереди от передней продольной связки, между ветвями переднего наружного позвоночного венозного сплетения и

висцеральными ветвями симпатического ствола. В указанные возрастные периоды у плодов отмечается преобладание лимфатических узлов в области левой полуокружности тел позвонков и более выраженное расположение с уровня нижнего края тела Th_{IV} (Рис.31).

В исследуемом периоде онтогенеза определяются топографические особенности шейного отдела позвоночного столба плода. Было определено, что на уровне C_{IV} по бокам от остистых отростков и задних частей дуг позвонков прилежат мышцы спины. Между передней поверхностью поперечных отростков и передней поверхностью тел позвонков находятся глубокие мышцы шеи (предпозвоночная группа мышц), на поверхности которых лежит сосудисто-нервный пучок шеи (внутренняя яремная вена, блуждающий нерв и общая сонная артерия), снаружи прикрыты грудино-ключично-сосцевидной мышцей. В изучаемом периоде с уровня C_I по C_{IV} к передней полуокружности тел шейных позвонков прилежит задняя стенка глотки, а также определяется позадиглоточное пространство, незаполненное клетчаткой (Рис. 32). На уровне $C_{III}-C_{IV}$ отмечается близкое прилегание пластинки перстневидного хряща гортани, что является фетальной особенностью на данном сроке развития. С уровня C_V определяется уплощенной формы шейный отдел пищевода.

По боковым поверхностям тел грудных позвонков отмечается непосредственное прилегание средостенной части париетальной плевры обоих легких (Рис. 33).

В 16–22 недели внутриутробного развития в грудном отделе позвоночного столба кпереди от тел позвонков определяются пищевод, трахея, главные бронхи, аорта, а также блуждающие нервы в зависимости от скелетотопического уровня. Было определено, что на данном сроке развития на уровне Th_I центральное положение занимает пищевод, левее и кпереди располагается пищевод, справа – аорта. На уровне Th_{VI} пищевод, обходя аорту сзади наперед, прилежит к передней полуокружности аорты. На уровне Th_X он проходит через пищеводное отверстие диафрагмы и переходит в свою брюшную часть. (Рис.34-35).

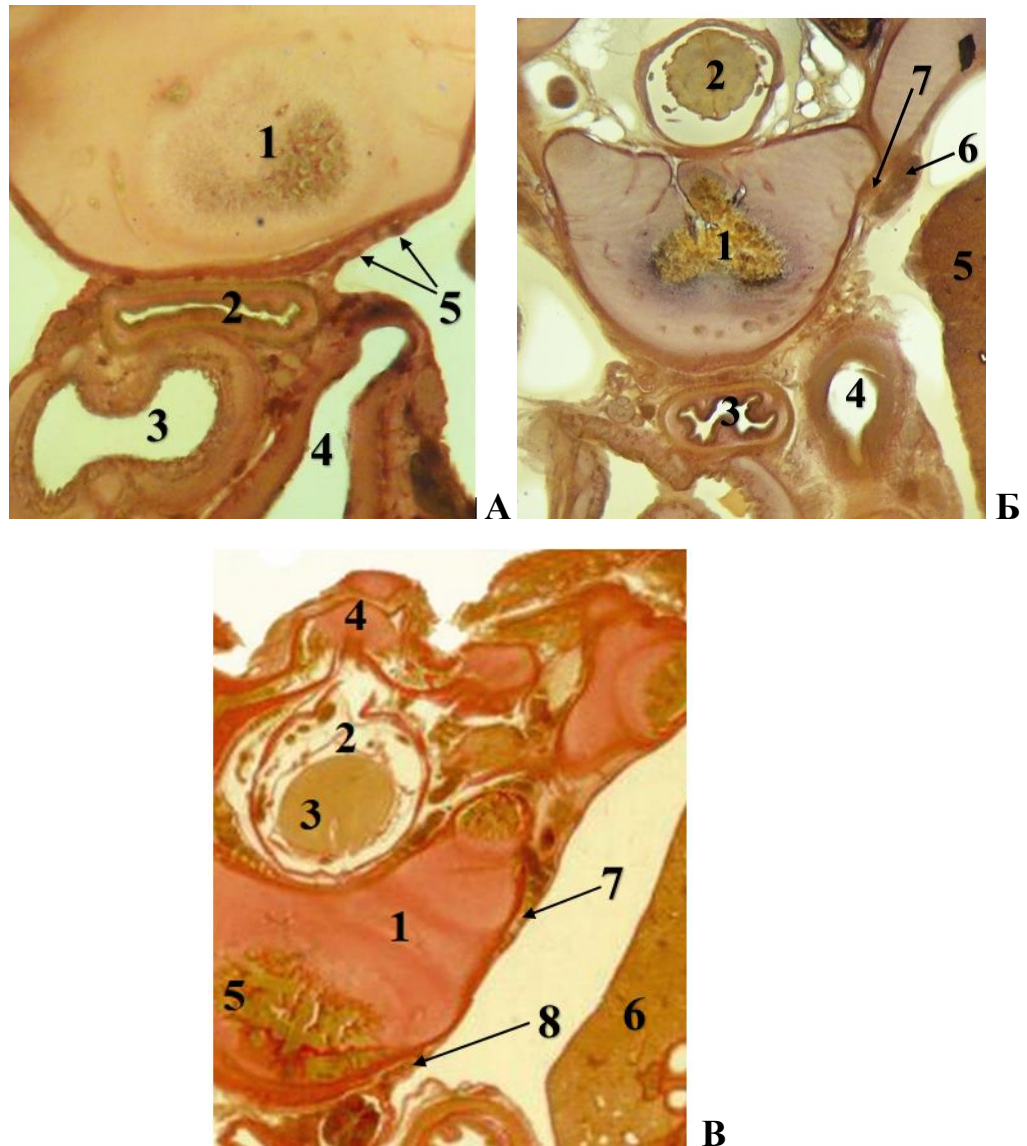


Рис. 31. Взаимоотношения позвоночного столба с лимфатическими узлами в 16–22 недели развития.

А – Сканограмма гистотопограммы. Горизонтальный срез на уровне Th_{III}.

Протокол № 105, срок развития – 16–17 недель, пол – женский.

1 – тело позвонка, 2 – пищевод, 3 – трахея, 4 – аорта, 5 – группа околопозвоночных лимфатических узлов.

Б – Сканограмма гистотопограммы. Горизонтальный срез на уровне Th_{IV}.

Протокол № 59, срок развития – 18–19 недель, пол – женский.

1 – тело позвонка, 2 – спинной мозг, 3 – пищевод, 4 – аорта, 5 – левое легкое, 6 – узел симпатического ствола, 7 – медиальные межреберные лимфатические узлы.

В – Сканограмма гистотопограммы. Горизонтальный срез на уровне Th_{IV}.

Протокол № 129, срок развития – 22 недели, пол – женский.

1 – тело позвонка, 2 – оболочки спинного мозга, 3 – спинной мозг, 4 – остистый отросток, 5 – ядро окостенения, 6 – левое легкое, 7 – медиальные межреберные лимфатические узлы, 8 – группа околопозвоночных лимфатических узлов.

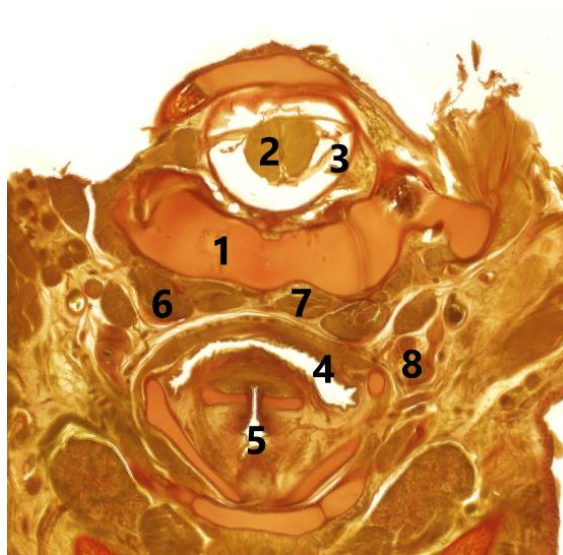


Рис. 32. Взаимоотношения шейного отдела позвоночного столба с окружающими органами у плода.

Сканограмма гистотопограммы. Горизонтальный срез на уровне С_{II}.

Протокол № 164, срок развития – 16–17 недель, пол – мужской.

1 – осевой позвонок, 2 – спинной мозг, 3 – оболочки спинного мозга, 4 – глотка, 5 – гортань, 6 – передняя лестничная мышца, 7 – длинная мышца шеи, 8 – сосудисто-нервный пучок шеи.



Рис. 33. Взаимоотношения грудного отдела позвоночного столба с прилежащими органами в 16–22 недели развития.

Фото макропрепарата, фронтальный распил по задним подмышечным линиям, вид спереди.

Протокол № 116, срок развития – 16–17 недель, пол – женский.

1 – тело грудного позвонка, 2 – левое легкое.

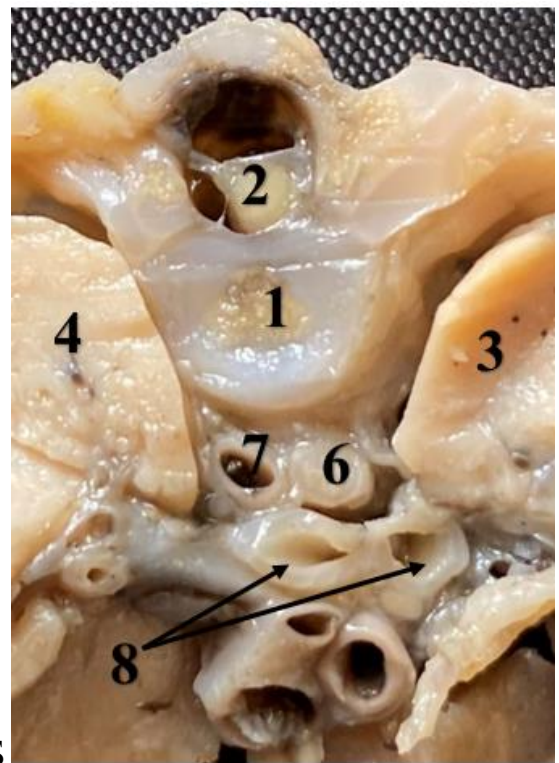
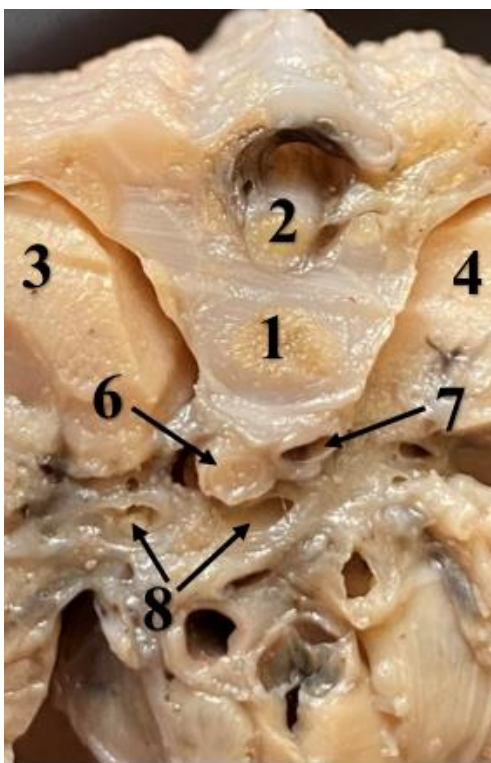
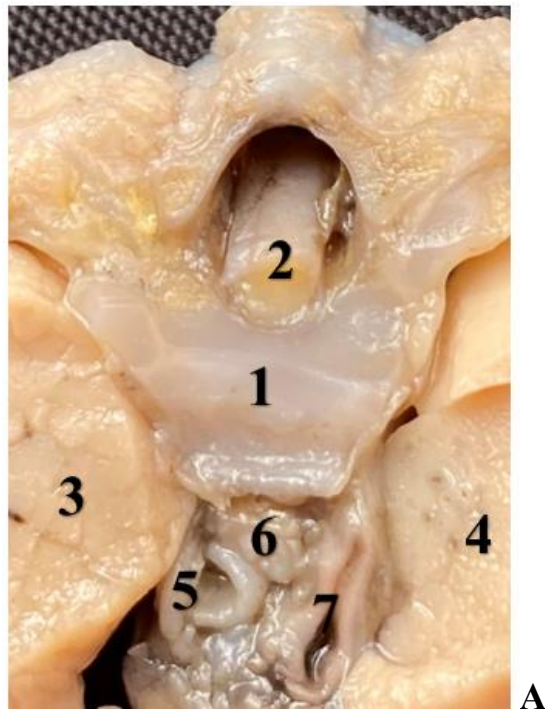


Рис. 34. Взаимоотношения грудного отдела позвоночного столба с органами и структурами в зависимости от скелетотопического уровня у плода.

Протокол № 151, срок развития – 18–19 недель, пол – женский.

А – Фото макропрепарата, горизонтальный срез на уровне Th_I–Th_{II}, вид сверху.

Б – Фото макропрепарата, горизонтальный срез на уровне Th_{IV}, вид сверху.

В – Фото макропрепарата, горизонтальный срез на уровне Th_{IV}, вид снизу.

1 – тело позвонка, 2 – спинной мозг, 3 – правое легкое, 4 – левое легкое, 5 – трахея, 6 – пищевод, 7 – аорта, 8 – главные бронхи.

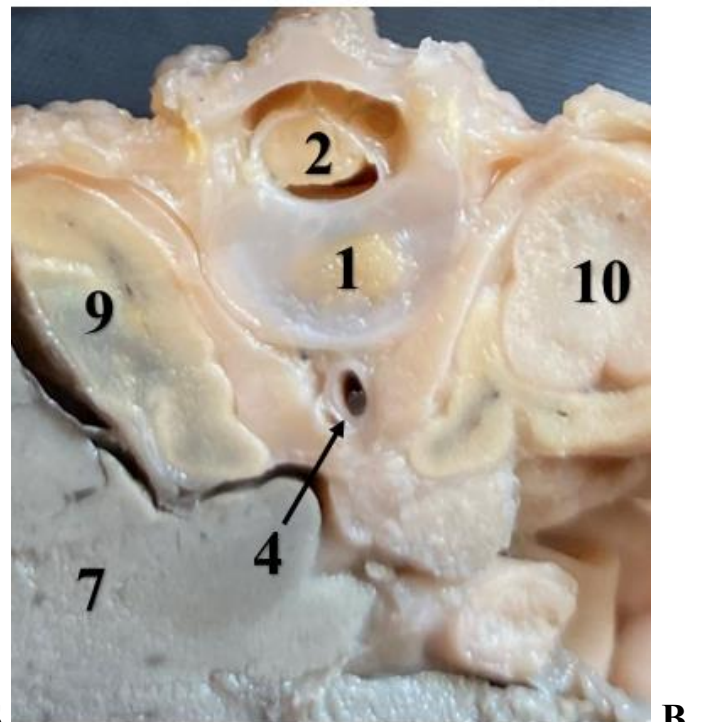
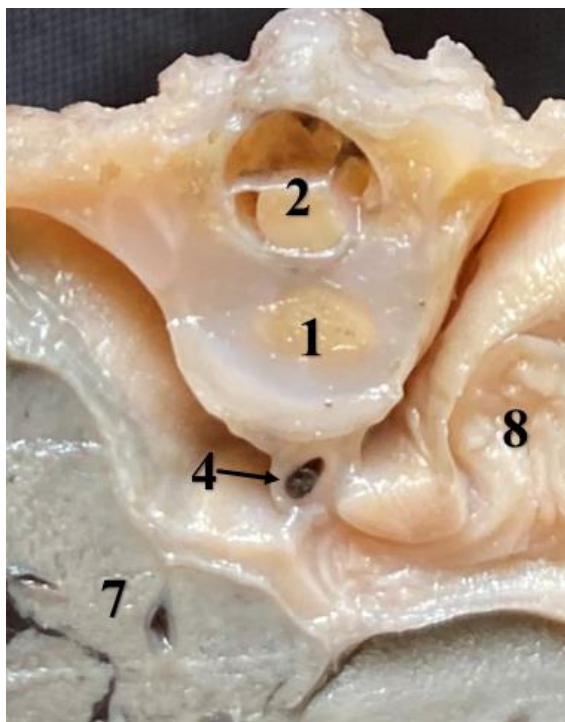
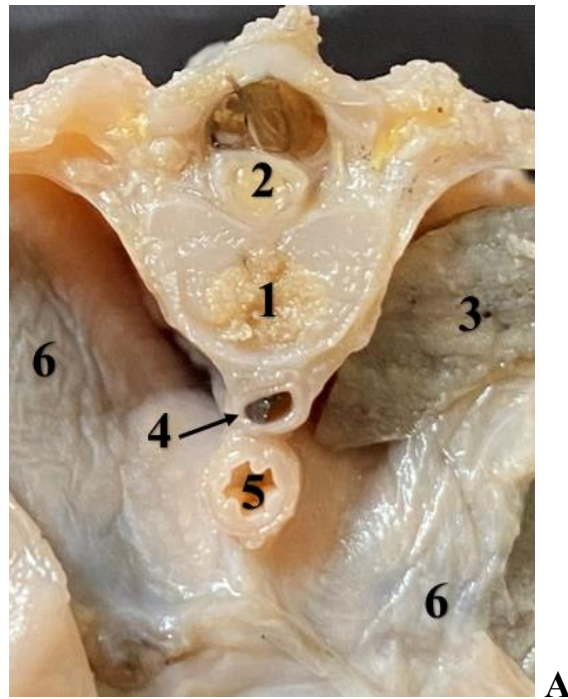


Рис. 35. Взаимоотношения грудного и поясничного отделов позвоночного столба с органами и структурами в зависимости от скелетотопического уровня у плода.

Протокол № 151, срок развития – 18–19 недель, пол – женский.

А – Фото макропрепарата, горизонтальный срез на уровне Th_X, вид сверху.

Б – Фото макропрепарата, горизонтальный срез на уровне Th_{XI}, вид сверху.

В – Фото макропрепарата, горизонтальный срез на уровне L_I, вид сверху.

1 – тело позвонка, 2 – спинной мозг, 3 – левое легкое, 4 – аорта, 5 – пищевод, 6 – диафрагма, 7 – печень, 8 – желудок, 9 – правый надпочечник, 10 – левая почка.

На уровне тела Th_{III-IV} в исследуемом периоде онтогенеза дуга аорты направляется кзади и на высоте Th_{VI} отклоняется влево. На высоте Th_V грудной отдел аорты прилежит к переднебоковой поверхности тела позвонка слева. С уровня Th_{VIII} грудной отдел аорты относительно тела позвонков занимает более центральное положение. На уровне Th_{XII} грудной отдел аорты проходит через аортальное отверстие диафрагмы и переходит в свой брюшной отдел. (Рис. 36).

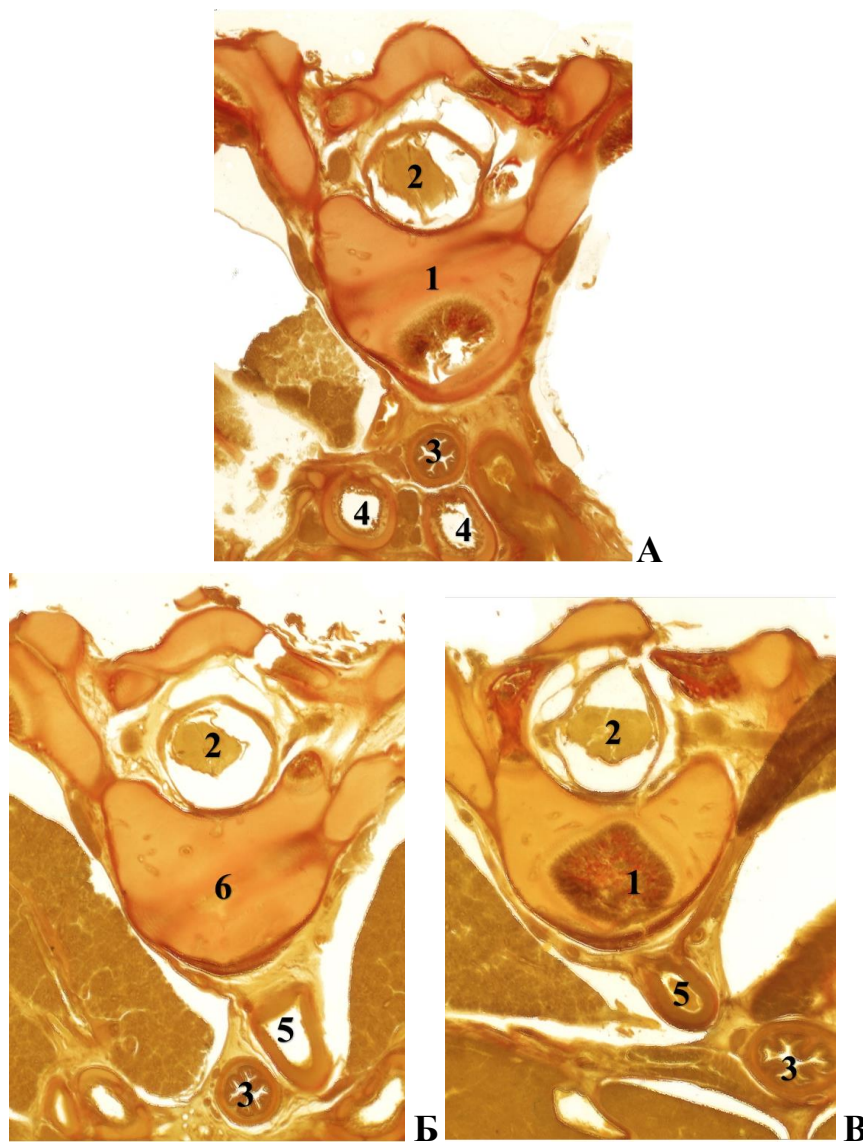


Рис. 36. Взаимоотношения грудного отдела позвоночного столба с окружающими органами в промежуточном плодном периоде онтогенеза

Протокол № 164, срок развития – 16–17 недель, пол – мужской.

А – Сканограмма гистотопограммы. Горизонтальный срез на уровне Th_{IV}.

Б – Сканограмма гистотопограммы. Горизонтальный срез на уровне Th_{VI}-Th_{VII}.

В – Сканограмма гистотопограммы. Горизонтальный срез на уровне Th_{VIII}.

1 – тело позвонка, 2 – спинной мозг, 3 – пищевод, 4 – главные бронхи, 5 – аорта, 6 – межпозвоночный диск.

В 16–22 недели пренатального онтогенеза отмечаются особенности взаимоотношений позвонков с правым и левым блуждающими нервами. Было определено, что слева на уровне Th_{III} левый блуждающий нерв проходит слева от подключичной артерии. На уровне Th_{IV}, огибая артериальный проток, нерв ниже, на уровне Th_V, проходит позади корня левого легкого, и на уровне Th_{VI} переходит на переднюю поверхность пищевода, где рассыпается на множество ветвей (Рис.37).

В рассматриваемом периоде онтогенеза справа на уровне Th_{III} правый блуждающий нерв лежит между пищеводом и трахеей. Ниже, на уровне Th_V он огибает корень правого легкого, далее на уровне Th_{VI} переходит на пищевод и рассыпается на ветви.

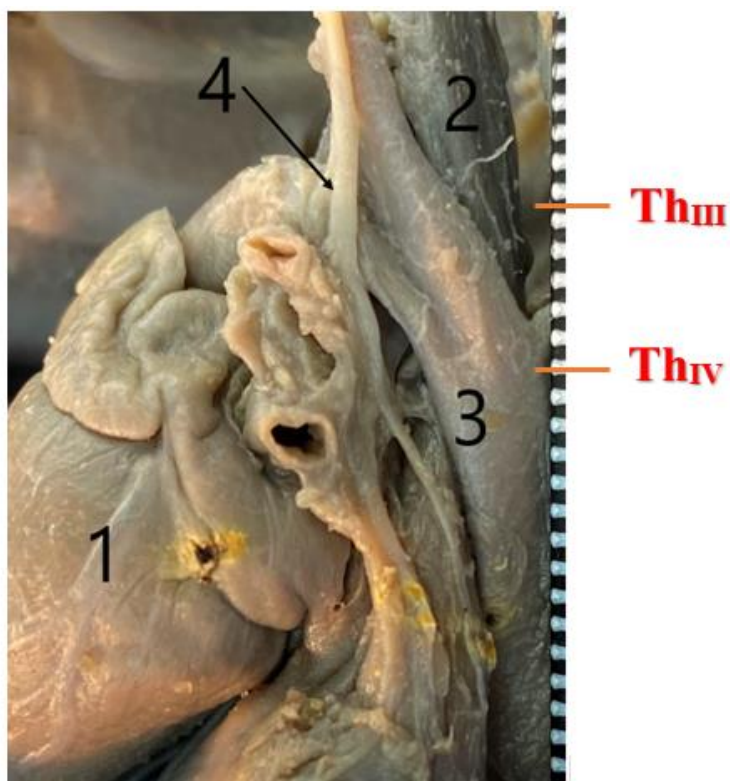


Рис. 37. Органы и структуры средостения плода относительно грудного отдела позвоночного столба плода

Протокол № 32, срок развития – 22 недели, пол – мужской.

1 – сердце, 2 – пищевод, 3 – аорта, 4 – левый блуждающий нерв.

У плодов изученного периода онтогенеза в поясничном отделе позвоночного столба медиальнее симпатических стволов, с уровня средних поясничных позвонков, берут свое начало непарная и полунепарная вены.

Направляясь в краниальном направлении, полунепарная вена, на уровне Th_{VII}, пересекая переднюю полуокружность тела позвонка, впадает в непарную вену, которая, в свою очередь, на уровне Th_{II}, направляясь вправо и кпереди, впадает в верхнюю полую вену (Рис. 38).

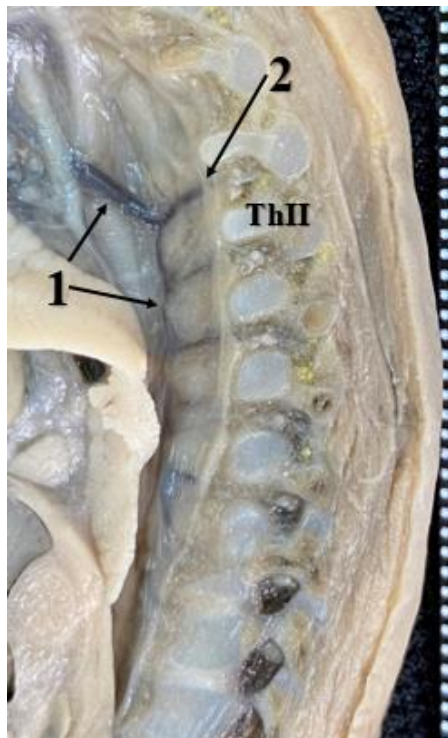


Рис. 38. Взаимоотношения позвоночного столба плода с непарной и полунепарной венами в 16-22 недели онтогенеза человека.

Фото макропрепарата, сагиттальный распил торса плода человека, вид справа. Протокол № 32, срок развития – 22 недели, пол – мужской.

1 – непарная вена, 2 – полунепарная вена.

В 16–22 недели промежуточного плодного периода онтогенеза человека были выявлены особенности взаимоотношений поясничного отдела позвоночного столба с рядом расположенными структурами и внутренними органами. Так было выявлено, что у плодов в 16–22 недели развития на уровне L_I–L_V, к боковой поверхности остистых отростков и задним участкам дуг поясничных позвонков прилежат мышцы медиального и латерального тракта. Между передней поверхностью поперечных отростков и передней полуокружностью тел поясничных позвонков располагаются ножки диафрагмы. В исследуемые периоды онтогенеза плода у боковой полуокружности тел поясничных позвонков определяется близкое

расположение большой поясничной мышцы и квадратной мышцы поясницы. На фронтальном распиле торса плода, в области поясничного отдела позвоночного столба от боковых поверхностей тел L_I-L_{IV} начинается большая поясничная мышца. (Рис.39).

Непосредственное прилегание к переднебоковой полуокружности тел поясничных позвонков имеет внутрибрюшная фасция, кпереди от которой тянется задний листок почечной фасции. Справа от верхнего края Th_{XII} до нижнего края L_{II} , латеральнее вышеуказанной мышцы, располагается правый надпочечник. Слева на уровне верхнего края Th_{XI} до нижнего края L_I располагается левый надпочечник. На данном сроке развития в проекции L_I-L_{III} справа и на уровне $L_{II}-L_{IV}$ слева определяются правая и левая почки соответственно (Рис.39).

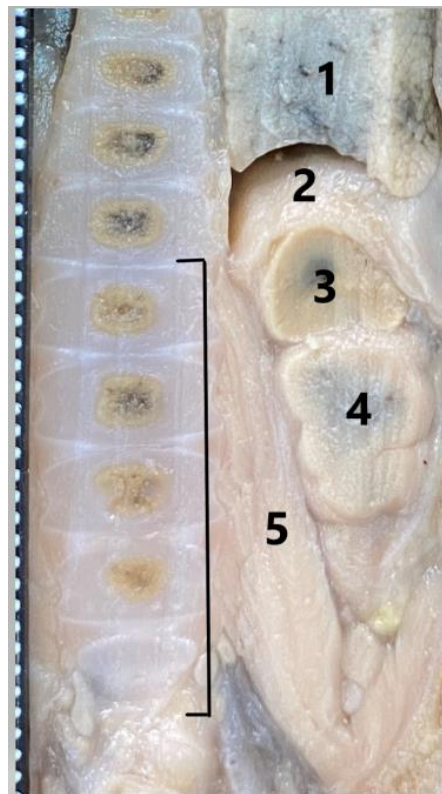


Рис. 39. Взаимоотношения поясничного отдела позвоночного столба плода с окружающими органами и структурами у плода.

Фото макропрепарата, фронтальный распил по задним подмышечным линиям, вид спереди.

Протокол № 116, срок развития – 16–17 недель, пол – женский.

Скобкой обозначен поясничный отдел позвоночного столба (L_I-L_{IV}).

1 – левое легкое, 2 – диафрагма, 3 – левый надпочечник, 4 – левая почка, 5 – большая поясничная мышца.

От передней полуокружности тела L_1 отходит дорзальная брыжейка, в составе которой располагаются брюшная аорта с отходящими от нее почечными артериями (сосуды занимают более левостороннее расположение). Правее от аорты определяется нижняя полая вена.

На уровне L_1 кпереди от сосудов берет начало корень брыжейки тонкой кишки, участок нисходящей части, горизонтальная часть и восходящая часть двенадцатиперстной кишки, а также двенадцатиперстно-тощекишечный изгиб (Рис.40).

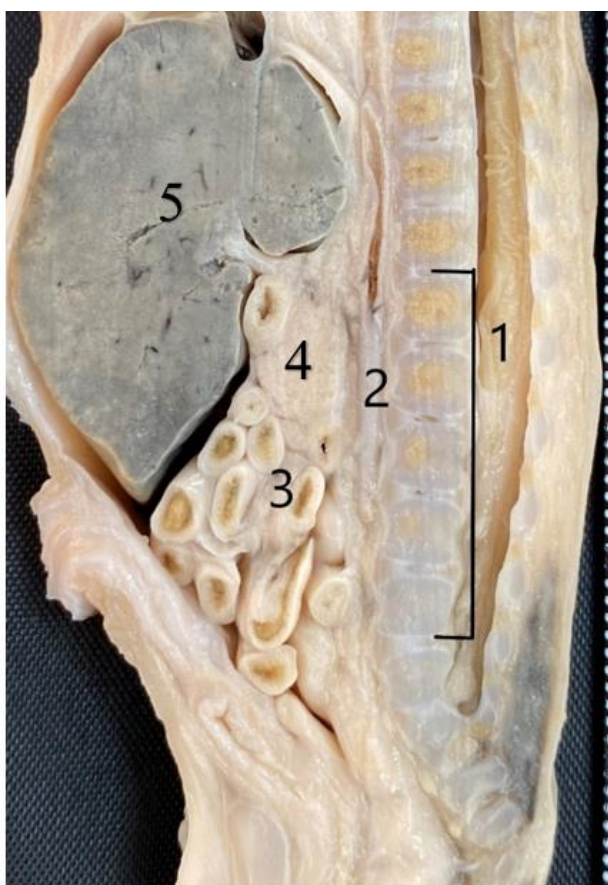


Рис. 40. Поясничный отдел позвоночного столба плода человека с окружающими органами и структурами в 16–22 недели онтогенеза.

Фото макропрепарата, сагиттальный распил по срединной линии, вид слева.

Протокол № 136, срок развития – 16–17 недель, пол – мужской.
Скобкой обозначен поясничный отдел позвоночного столба (L_I-L_V).
1 – спинной мозг, 2 – брюшная часть аорты, 3 – тонкая кишка.

4.3. Резюме

В изученном периоде онтогенеза было выявлено наличие формирующихся изгибов в области шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба. Определено, что длина шейного отдела позвоночного столба спереди незначительно превалирует над длиной сзади, обратная тенденция наблюдается в грудном отделе позвоночного столба. В поясничном отделе позвоночного столба плода, как и в шейном, длина спереди превосходит длину сзади. При этом средние значения длины каждого отдела по передней и задней поверхности волнообразно изменяются.

Было определено, что длина грудного отдела позвоночного столба превалирует над длиной поясничного отдела, между тем, длина поясничного отдела превосходит длину шейного. Отмечено, что с 16 по 22 неделю наиболее интенсивнее растет поясничный отдел позвоночного столба, темп прироста которого составляет 62 %.

Определены особенности взаимоотношений шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба с рядом расположенными органами и структурами. В изучаемом периоде онтогенеза плода человека в позвоночном канале на всем протяжении позвоночного столба отчетливо определяются спинной мозг, оболочки и межоболочечные пространства. В 16–22 недели онтогенеза дистальный конец спинного мозга в начале исследуемого периода заканчивается на уровне S_{II-IV} , к концу исследуемого периода (к 22 неделе) он оканчивается на уровне L_{IV} , что является фетальной особенностью на данном сроке развития.

На данном сроке развития на протяжении всего позвоночного столба плода справа и слева от тел позвонков визуализируются симпатические стволы, под узлами которых располагаются медиальные межреберные лимфатические узлы. Отмечено преобладание лимфатических узлов в области левой полуокружности тел позвонков и более выраженное расположение с уровня нижнего края тела Th_{IV} .

В 16-22 недели развития с уровня C_I по C_{IV} к передней полуокружности тел шейных позвонков прилежит задняя стенка глотки, а также определяется позадиглоточное пространство, незаполненное клетчаткой. На уровне C_{III} – C_{IV} отмечается близкое прилежание пластинки перстневидного хряща гортани, что является фетальной особенностью на данном сроке развития. С уровня C_V определяется уплощенной формы шейный отдел пищевода.

На данном сроке развития по боковым поверхностям тел грудных позвонков отмечается непосредственное прилежание средостенной части париетальной плевры обоих легких. В 16–22 недели внутриутробного развития в грудном отделе позвоночного столба кпереди от тел позвонков определяется целый ряд органов: пищевод, трахея, главные бронхи, аорта, а также блуждающие нервы, в зависимости от скелетотопического уровня.

У плодов изученного периода онтогенеза на уровне поясничного отдела позвоночного столба берут свое начало непарная и полунепарная вены. Направляясь в краниальном направлении, полунепарная вена на уровне Th_{VII} впадает в непарную вену, которая в свою очередь на уровне Th_{II} впадает в верхнюю полую вену.

При изучении топографии поясничного отдела позвоночного столба было выявлено, что справа от верхнего края Th_{XII} до нижнего края L_{II} располагается правый надпочечник. Слева на уровне от верхнего края Th_{XI} до нижнего края L_I располагается левый надпочечник. На данном сроке развития в проекции L_I – L_{III} справа и на уровне L_{II} – L_{IV} слева определяются правая и левая почки соответственно.

В ходе настоящего исследования асимметрия и половые различия в строении позвоночного столба выявлены не были.

Таким образом, выявленные топографо–анатомические особенности взаимоотношений изученных отделов позвоночного столба с рядом расположенными органами и структурами могут служить фундаментальной основой для развивающейся пренатальной диагностики и фетальной хирургии.

ГЛАВА V

АНАТОМИЯ И ТОПОГРАФИЯ ШЕЙНЫХ, ГРУДНЫХ, ПОЯСНИЧНЫХ ПОЗВОНКОВ И МЕЖПОЗВОНОЧНЫХ ДИСКОВ В ПРОМЕЖУТОЧНОМ ПЛОДНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА (обсуждение результатов исследования)

Подводя итог проделанному исследованию, можно отметить, что в промежуточном плодном периоде человека позвоночный столб – это целостная структура, состоящая из соединенных между собой позвонков. Проведенное последовательное изучение топографо-анатомических особенностей шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба у плодов, и далее детальное изучение особенностей описательной и количественной анатомии шейных, грудных, поясничных позвонков и межпозвоночных дисков в 16–22 недели внутриутробного онтогенеза человека, позволило определить и описать характерные фетальные особенности анатомии и топографии шейных, грудных, поясничных позвонков и межпозвоночных дисков в изучаемом отрезке внутриутробного периода развития человека.

5.1. Характерные особенности описательной и количественной анатомии шейных, грудных, поясничных позвонков и межпозвоночных дисков в 16–22 недели внутриутробного онтогенеза человека

В ходе проведенного исследования было отмечено, что шейный отдел позвоночного столба у плода состоит из семи отдельных позвонков (C_I – C_{VII}), тела которых (C_{II} – C_{VII}) соединяются между собой межпозвоночными дисками. В рассматриваемом периоде фетального развития 1-й (атлант, C_I) и 2-й (осевой позвонок, C_{II}) шейные позвонки имеют особую форму, отличную от формы других (C_{III} – C_{VII}) шейных позвонков. В 16-22 недели онтогенеза атлант состоит из двух дуг (передней и задней), соединенных между собой

латеральными массами. Детальная макроскопия атланта позволила выявить ряд фетальных особенностей, характерных для изучаемого периода онтогенеза. Выявлено, что ямка зуба имеет гладкую, овальной формы суставную поверхность, покрытую гиалиновым хрящом. Хорошо определяется борозда позвоночной артерии, при этом передний и задний бугорки слабо выражены. Позвоночное отверстие атланта у плода неправильной формы за счет выраженных латеральных масс, которые выступают в просвет позвоночного отверстия, изменяя его форму. В изучаемом периоде развития верхние и нижние суставные поверхности C_1 овальной формы, расположены относительно друг друга под углом, открытым кзади. Билатеральные различия в строении атланта не были выявлены. Полученные сведения по анатомии первого шейного позвонка в плодном периоде представлены нами впервые и позволяют расширить сведения по возрастной анатомии позвоночного столба.

Выполненная морфометрия первого шейного позвонка, позволила определить, что продольный размер C_1 постепенно увеличивается от $8,3 \pm 0,2$ мм до $14,5 \pm 0,6$ мм к 22 неделе, при этом его поперечный размер составляет $15,0 \pm 0,1$ мм и $20,5 \pm 0,9$ мм соответственно. В период с 16 по 22 неделю онтогенеза наибольшая интенсивность прироста была отмечена у продольного размера атланта, которая составила 74,7 %, данный показатель у поперечного размера был несколько ниже и составил 36,7%. Эти данные расширяют сведения по размерным характеристикам первого шейного позвонка плода, представленные в работах Д.И. Анисимова (2013).

Морфометрия позвоночного отверстия C_1 показала, что размер между латеральными массами является наименьшим в сравнении с его продольным и поперечным размерами. Измерение основных параметров показало, что во всех возрастных группах поперечный размер позвоночного отверстия C_1 превосходит продольный размер, при этом интенсивность прироста продольного и поперечного размеров позвоночного отверстия оставалась соразмерной (60,0% и 57,1% соответственно). Полученные собственные сведения по фетальной анатомии C_1 дополняют данные, представленные

авторами Szpinda M.(2015), Arora M. (2016). Во всех возрастных группах продольный размер верхних и нижних суставных поверхностей атланта превосходит поперечный, что на наш взгляд, является его характерной фетальной особенностью.

Не менее важным в исследовании анатомии шейных позвонков является определение особенностей строения осевого позвонка. В изучаемом периоде онтогенеза на верхней поверхности тела C_{II} определяется зуб, на передней поверхности которого располагается гладкая суставная поверхность овальной формы. Форма зуба C_{II} ближе к цилиндрической, со слабо представленной верхушкой зуба. Определяется плохо выраженный остистый отросток, концевое раздвоение отростка отсутствует. Проведенное измерение параметров C_I и C_{II} позволило сделать заключение о том, что изменение их ростовых показателей происходит постепенно, однако более интенсивно изменяется продольный размер атланта (темп прироста составляет 74,7 %), изменения размерных характеристик зуба, верхних и нижних суставных поверхностей C_I и C_{II} происходит практически равномерно и равноценно.

Следующим этапом были подробно изучены особенности строения шейных позвонков с C_{III} по C_{VII} , которые имеют схожее строение между собой, но обладают характерными фетальными особенностями. Определено, что тела шейных позвонков у плодов 16-22 недель развития имеют овальную уплощенную форму. Форма позвоночного отверстия шейных позвонков с C_{III} по C_{VII} приближенна к треугольной, у C_{II} оно приобретает форму ромба. Было определено, что между ножками дуги и телом шейных позвонков отсутствует костная ткань, что следует расценивать как фетальную особенность формирования позвонков в 16–22 недели внутриутробного развития. В ножках дуги позвонка визуализируются по одному ядру окостенения с двух сторон. Форма поперечных отростков приближается к треугольной. В 16–22 недели онтогенеза в поперечных отростках C_I – C_{VII} определяются поперечные отверстия, в которых проходят хорошо визуализируемые поперечно-отростковые части позвоночных артерий. В промежуточном плодном периоде

развития обращает на себя внимание множество различных форм поперечных отверстий от округлой (82 %) до неправильной (18 %). У плодов изучаемого периода канал позвоночной артерии заполнен практически полностью своим содержимым (артерия, вены и соединительная ткань). Полученные данные расширяют имеющиеся сведения по характеристикам поперечных отверстий шейных позвонков плода [Юсупов К.С., 2011; Анисимов Д.И., 2012; Норкин И.А., Николенко В.Н. и др., 2012].

У осевого позвонка выявлен слабовыраженный остистый отросток с отсутствием раздвоения, тогда как с уровня C_{III} по C_V остистые отростки хорошо определяются, у них присутствует четкая раздвоенность. Остистые отростки C_{VI} – C_{VII} у плода более длинные, выступают кзади, их характерной особенностью является нераздвоенность.

В шейных позвонках плодов изученного периода онтогенеза, начиная с уровня C_{III} , с обеих сторон определяются неглубокие верхние и нижние позвоночные вырезки, визуализируется слабовыраженная борозда спинномозгового нерва. В 16–22 недели внутриутробного развития у C_{VI} на передних концах поперечных отростков наблюдается формирование сонного бугорка, как и у человека зрелого возраста. Определяются суставные поверхности нижних суставных отростков, которые располагаются более горизонтально, чем суставные поверхности верхних отростков. Суставные поверхности гладкие, овальной формы, занимают практически всю площадь верхних и нижних суставных отростков. Полученные сведения по анатомии шейных позвонков в изучаемом периоде являются новыми и дополняют сведения по возрастной морфологии опорно-двигательного аппарата.

Проведенная морфометрия показала, что средние значения продольного размера тел шейных позвонков в начале и в конце изученного периода увеличиваются незначительно, тогда как их поперечный размер вырастает почти на треть. Максимальный темп прироста продольного и поперечного размера определяется на уровнях C_{IV} (23,3 %) и C_{III} (45,5 %) соответственно. В свою очередь минимальные темпы прироста продольного размера тела шейного

позвонка были отмечены на уровне C_{II} (12,2 %), поперечного размера – на уровне C_V (34,4 %). Собственные результаты отличаются от данных Пашковой И.Г., Косоурова А.К. (2004), Szpinda M. (2015), полученные для детей и лиц зрелого возраста, и на наш взгляд, являются характерной особенностью плодного онтогенеза, связанной с топографией внутренних органов плода.

Продольный и поперечный размеры позвоночного отверстия увеличиваются гетерохронно. Наибольший скачок этих параметров, как в краниальном, так и в каудальном отделе шейного отдела позвоночного столба, наблюдается с 18 по 21 недели развития, затем рост параметров замедляется к 22 неделе. Обращает на себя внимание, что во всех возрастных группах поперечный размер позвоночного отверстия шейных позвонков превалирует над продольным размером, за исключением значений параметров отверстия на уровне C_{II} , где оба размера практически одинаковы.

Во всех изученных возрастных группах среднее значение длины поперечных отростков составляет $2,3 \pm 0,1$ мм. У плодов диаметр поперечных отверстий колеблется в среднем от $0,9 \pm 0,7$ мм до $2,1 \pm 0,9$ мм. Длина верхних суставных отростков превалирует над длиной нижних суставных отростков, их среднее значение составляет $1,2 \pm 0,8$ мм и $0,7 \pm 0,2$ мм соответственно. При проведении макроскопического исследования суставных отростков в изученном периоде онтогенеза достоверных статистических различий между билатеральными показателями выявлено не было ($p > 0,05$).

Следующим этапом исследования стало изучение морфологии грудных позвонков у плодов 16-22 недель развития. Для более детального изучения анатомии грудных позвонков с учетом их большого количества они были объединены в три группы горизонтальных срезов по Н.И. Пирогову в соответствии с их скелетотопическими уровнями: Th_I-Th_{III} , $Th_{IV}-Th_{VII}$, $Th_{VIII}-Th_{XII}$. Деление на данные группы обусловлено особенностями топографии внутренних органов грудной полости на данных скелетотопических уровнях [Лященко Д.Н., 2013]. Было выявлено, что тело грудных позвонков имеет различную форму в зависимости от скелетотопического уровня. Так, на уровне

Th_I-Th_{III} тело позвонка имеет овальную форму, вытянутую в поперечном направлении, тогда как на уровне Th_{IV}-Th_{VII} оно округлой формы и имеет сзади два небольших выпячивания. На нижних скелетотопических уровнях, Th_{VIII}-Th_{XII}, тело грудных позвонков имеет полулунную форму. Ножки дуги грудных позвонков формируют слабо выраженную верхнюю вырезку позвонка (практически отсутствует и определяется в виде незначительной наметки) и заметно выраженную нижнюю вырезку. По заднебоковой поверхности тел грудных позвонков справа и слева определяются реберные ямки и полуямки, в зависимости от уровня позвонка. Было отмечено, что на сроке 16–22 недель внутриутробного развития выраженность полуямок более характерна для верхних уровней грудных позвонков.

На горизонтальных срезах и скелетированных грудных позвонках видно, что их позвоночное отверстие достаточно больших размеров, имеет овальную форму. В отличие от остистых отростков шейных и поясничных позвонков, остистые отростки грудных позвонков наиболее длинные и направленные вниз относительно дуги позвонка. В дистальном направлении грудного отдела позвоночного столба остистые отростки накладываются на нижележащие. У всех плодов изученных групп остистый отросток Th_I выступает кзади больше по сравнению с таковым у C_{VII}. Подобные сведения при анализе литературных источников нам не встретились, однако они предоставляют несомненный интерес, поскольку являются необходимыми при проведении различных диагностических мероприятий, для определения уровня расположения исследуемых органов и структур плода и глубоко недоношенных новорожденных.

У позвонков Th_I-Th_X на конце поперечного отростка кпереди определяется округлая, гладкая суставная поверхность для соединения с бугорком соответствующего ребра, таким образом, он участвует в образовании реберно-поперечного сустава. Кроме того, справа и слева от дуги грудного позвонка на середине между поперечным и остистым отростком отходят верхние и нижние суставные отростки. Суставные поверхности верхних

суставных отростков располагаются во фронтальной плоскости и направлены назад, тогда как суставные поверхности нижних суставных отростков располагаются в той же плоскости, но направлены кпереди. Полученные сведения согласуются с данными И.А. Баландиной (2011), подобная морфологическая картина встречается и в последующие сроки онтогенеза человека.

Морфометрический анализ позволил установить, что в начале и в конце изучаемого периода среднее значение переднезаднего размера тела грудного позвонка увеличивается незначительно, тогда как поперечный размер возрастает почти на треть. Было выявлено, что в изучаемом периоде внутриутробного развития поперечный размер тела грудного позвонка во всех возрастных группах к уровню Th_{IV}-Th_{VII} уменьшается, но затем, к уровню Th_{VIII}-Th_{XII}, вновь возрастает. Продольный размер в 16–19 недель промежуточного онтогенеза в дистальном направлении постепенно уменьшается. На сроке 20–22 недели значения этого параметра к уровню Th_{IV}-Th_{VII} нарастают, а затем вновь снижаются. Максимальный темп прироста продольного и поперечного размера тела грудного позвонка был зафиксирован на уровне Th_{IV}-Th_{VII} и составил 34,0 % и 42,3 % соответственно.

Во всех исследуемых группах плодов 16-22 недель онтогенеза, на всех скелетотопических уровнях поперечный размер позвоночного канала грудных позвонков превалировал над продольным. Максимальный темп прироста продольного размера позвоночного отверстия был выявлен на уровне Th_{VIII}-Th_{XII} (54,3 %), поперечного размера – на уровне Th_I-Th_{III} (40,7 %), что согласуется с данными И.Р. Шальневой (2017). Кроме того, все морфометрические параметры тел грудных позвонков постепенно увеличиваются на трех скелетотопических уровнях, где отмечено, что высота тел позвонков нарастала на всем протяжении грудного отдела позвоночного столба. Диапазон колебаний высоты тел грудных позвонков на уровне Th_I-Th_{III} составляет $2,3 \pm 0,3$ мм, на уровне Th_{VIII}-Th_{XII} $-3,1 \pm 0,6$ мм (в 16–17 недель онтогенеза) и $3,3 \pm 0,3$ мм и $3,5 \pm 0,6$ мм соответственно (в 22 недели онтогенеза).

Определенные морфологические изменения на протяжении плодного периода онтогенеза претерпевают поясничные позвонки. В исследуемом отрезке онтогенеза тела поясничных позвонков имеют полулунную форму, вогнутую по задней поверхности и уплощенную в переднезаднем направлении. На задней вогнутой поверхности тел поясничных позвонков имеются 2–3 отверстия питательных каналов, которые проникают глубоко в тело позвонка. Ножки дуги поясничных позвонков формируют слабо выраженную верхнюю вырезку позвонка и заметно выраженную нижнюю вырезку. Позвоночное отверстие изменяется в каудальном направлении: его форма изменяется от округлой до вытянутой. У плодов 16–22 недель развития определяются короткие, треугольной формы реберные отростки, средний размер которых составляет $1,5 \pm 0,2$ мм. На задней поверхности дуги позвонка кзади и книзу располагается остистый отросток, уплощенный в сагиттальном направлении. Средняя длина остистых отростков поясничных позвонков на данном этапе составляет $1,3 \pm 0,2$ мм. Добавочный и сосцевидный отростки в изучаемом периоде онтогенеза не выражены. Верхние и нижние суставные отростки слабо выражены. Суставные поверхности верхних суставных отростков располагаются под углом к горизонтальной плоскости и обращены кзади. Суставные поверхности нижних суставных отростков располагаются во фронтальной плоскости и обращены кпереди. Подобно ранее изученным шейным и грудным позвонкам определяется отсутствие костной ткани между ножками дуги и телом поясничных позвонков. Было выявлено, что ножки дуги поясничного позвонка формируют слабо выраженную верхнюю позвоночную вырезку и четко выраженную нижнюю. Подобные фетальные морфологические особенности поясничных позвонков в анализируемой литературе нами не встречались.

Аналогично данным Szpinda M., Baumgart M., Szpinda A. et al., (2013), в проведенном исследовании было установлено, что с увеличением возраста плода наиболее интенсивно возрастает продольный размер тела поясничных позвонков в сравнении с высотой и поперечным размером, на уровне L_V его

прирост составляет 59,0 %. При этом продольный размер тел поясничных позвонков максимально изменяется с 18 по 21 неделю развития. Таким образом, аналогично шейным и грудным позвонкам, во всех изученных возрастных группах на протяжении всего поясничного отдела позвоночного столба поперечный размер тела превалирует над продольным и в среднем увеличивается в 1,3 раза. Полученные нами данные по размерам тел поясничных позвонков у плодов разнятся с данными Емкужева О.Л. (2015) у лиц зрелого возраста.

В изучаемом периоде развития во всех четырех исследуемых возрастных группах продольный размер позвоночного отверстия поясничных позвонков уменьшается в дистальном направлении. Кроме того, можно отметить значительный размах минимальных и максимальных значений длины данных параметров в каждой группе плодов. Поперечный размер позвоночного отверстия изменяется неравномерно, отмечается увеличение его с уровня L_I до L_{III} во всех возрастных группах, затем постепенное уменьшение до уровня L_V. Данные сведения дополняют данные, полученные при УЗИ позвоночного отверстия в плодном периоде и несколько отличаются от параметров у новорожденных и лиц зрелого возраста [Ковалев А.В., 2000].

В 16–22 недели внутриутробного развития тела шейных, грудных и поясничных позвонков соединены между собой с помощью межпозвоночных дисков, а также передней и задней продольных связок, образуя прочную единую структуру – позвоночный столб. При макромикроскопическом препарировании было выявлено, что фиброзное кольцо диска плотно сращено с телами выше и ниже лежащих позвонков. В рассматриваемом периоде развития на сагиттальных и фронтальных срезах во всех возрастных группах продольный и поперечный размеры межпозвоночного диска незначительно превалируют над соответствующими размерами тел позвонков, однако статистически достоверной разницы не было выявлено ($p > 0,05$). В том же периоде онтогенеза высота межпозвоночных дисков значительно меньше высоты тел шейных позвонков. Это одна из выраженных особенностей

фетальной анатомии, определенная в проведенном исследовании и описанная впервые.

В изученном периоде онтогенеза определяются передняя и задняя продольные связки. У плодов 16–22 недель онтогенеза передняя продольная связка визуализируется на передней и боковой поверхностях тел позвонков и межпозвоночных дисков, она значительно шире в грудном отделе и переходит на сустав головки ребра. Передняя продольная связка плотно прилежит к телам позвонков и практически неотделима от них, при этом с межпозвоночными дисками связана рыхло. Было выявлено, что передняя продольная связка более плотная и ее толщина больше, чем у задней, аналогичной связки.

5.2. Топографо-анатомические особенности шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба у плодов в 16–22 недели внутриутробного развития

В 16–22 недели промежуточного плодного периода онтогенеза строение позвоночного столба у плодов имеет общие черты сходного строения с позвоночным столбом человека зрелого возраста. В указанном возрастном периоде онтогенеза в позвоночном столбе плода определяются все отделы, свойственные новорожденному и лицам зрелого возраста [Пирогов Н.И., 1859; Шевкуненко В.Н., Геселевич А.М., 1935; Валькер Ф.И., 1959; Андронеску А., 1970; Сперанский В.С., 1979; Сакс Ф.Ф., 1993; Сапин М.Р., 2002]. По нашим данным асимметрия и половые различия в строении позвоночного столба в пренатальном периоде не определяются.

Особый интерес вызывает вопрос становления и формирования изгибов позвоночного столба на пренатальном этапе и оценка возможных аномалий развития. Выполненное в ходе исследования измерение длины спереди (передняя длина) и длины сзади (задняя длина) шейного отдела позвоночного столба, позволило определить, что длина спереди преобладает над длиной сзади во всех возрастных группах. Обращает на себя внимание, что длина шейного отдела позвоночного столба спереди и сзади на протяжении

промежуточного плодного периода изменяется гетерохронно, с наибольшим скачком роста в 20–21 недели развития. Диапазон колебаний передней длины шейного отдела позвоночного столба на протяжении изучаемого периода онтогенеза составляет от $15,2 \pm 0,1$ мм до $19,1 \pm 0,6$ мм. Между тем, диапазон колебаний задней длины шейного отдела позвоночного столба находился в пределах от $14,2 \pm 0,2$ мм до $18,7 \pm 0,4$ мм, что, на наш взгляд, свидетельствует об индивидуальных особенностях строения шейного отдела позвоночного столба в промежуточном периоде гестации.

Было отмечено, что в 16–22 недели внутриутробного развития в шейном отделе позвоночного столба характерными особенностями ростовых показателей являются преимущественный рост за счет увеличения задней длины (темп прироста 31,7 %) при умеренном росте передней длины (темп прироста – 23,4 %), что позволяет говорить о возрастных особенностях анатомии шейного отдела позвоночного столба в пренатальном периоде.

В исследуемых возрастных группах проведены измерения длины грудного отдела позвоночного столба спереди и сзади. Было выявлено, что задняя длина грудного отдела позвоночного столба преобладает над передней длиной во всех возрастных группах. Наибольший рост средних значений передней и задней длины наблюдается в третьей возрастной группе. В 18–19 недель развития среднее значение передней длины составило $34,5 \pm 0,8$ мм, задней – $37,7 \pm 0,4$ мм, к 21 неделе эти значения увеличились до $38,3 \pm 0,7$ мм и $41,3 \pm 0,8$ мм соответственно. Происходящие изменения, на наш взгляд, можно отнести к индивидуальным особенностям становления анатомии грудного отдела позвоночного столба в изучаемом отрезке плодного периода развития.

Несколько иначе происходят изменения передней и задней длины поясничного отдела позвоночного столба на сроках 16–22 недель онтогенеза человека. В отличие от особенностей шейного и грудного отделов значения средней длины поясничного отдела спереди незначительно превосходят средние значения сзади. Колебания средних значений передней длины

поясничного отдела позвоночного столба составили от $16,3 \pm 0,5$ до $25,1 \pm 0,6$ мм, задней – от $15,1 \pm 0,6$ до $24,5 \pm 0,4$ мм соответственно.

Таким образом, полученные значения переднего и заднего размеров шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба у плодов изученных групп демонстрируют показывают наличие изгибов в соответствующих отделах позвоночного столба уже на данном этапе онтогенеза и могут расцениваться как зона формирующихся в дальнейшем кифозов и лордозов.

Подобные данные по морфометрии шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба у плодов в промежуточном плодном периоде в ходе информационного поиска не были обнаружены. Однако часть полученных собственных данных по параметрам у плодов соотносятся с аналогичными показателями у человека зрелого возраста [Маргорин Е.М., 1973, 1977; Сперанский В.С., 1979; Бобрик И.И., Минаков В.И., 1990].

В изучаемом периоде внутриутробного развития, длина грудного отдела позвоночного столба превалирует над длиной поясничного отдела, где длина последнего превосходит длину шейного отдела (Глава IV п. 4.1. таблица 16). Наблюдается равномерное увеличение среднего значения переднего и заднего размеров шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба с 16 по 22 недели промежуточного плодного периода онтогенеза. Между тем, было выявлено, что с 16 по 22 неделю наиболее интенсивнее растет поясничный отдел позвоночного столба, темп прироста которого составляет 62,3 %. Подобные сведения по описанию данных параметров у плодов в научной литературе обнаружены не были.

Следующим закономерным этапом настоящего исследования было проведено изучение топографо-анатомических особенностей взаимоотношений шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба с рядом расположенными структурами у плодов 16–22 недель развития. Было выявлено, что в 16–22 недели промежуточного плодного периода онтогенеза в позвоночном канале на всем протяжении позвоночного столба отчетливо

определяется спинной мозг с его оболочками. Было выявлено, что дистальный конец спинного мозга (мозговой конус) в начале исследуемого периода заканчивается на уровне S_{II-IV} , к концу исследуемого периода к 22 неделе поднимается и оканчивается на уровне L_{IV} . На горизонтальных и сагиттальных срезах твердая мозговая оболочка плотная, хорошо отделима от спинного мозга и не сращена со стенками позвоночного канала. В изучаемом периоде онтогенеза определяются эпидуральное и субдуральное пространства. Эти данные согласуются со сведениями ряда исследователей в пре- и постнатальном периодах [Бурдей Г.Д., 1974; Петровский, И.Н., 1975; Попова-Латкина Н.В., 1975; Родионов А.А., 1989, 2007, 2009; Школьников В.С., Гуминский Ю.Й., 2014].

В рассматриваемом периоде онтогенеза в связи с большой протяженностью позвоночного столба обращают на себя внимание его взаимоотношения с рядом расположенными внутренними органами и структурами. В близких топографо-анатомических взаимоотношениях с позвоночным столбом находятся лимфатические узлы. Они встречаются по переднебоковой полуокружности тел позвонков, практически на всем протяжении позвоночного столба. У плодов отмечено преобладание лимфатических узлов в области левой полуокружности тел позвонков. В указанные возрастные периоды группа околопозвоночных лимфатических узлов располагается кпереди от передней продольной связки, между ветвями переднего наружного позвоночного венозного сплетения, висцеральными ветвями симпатического ствола, ветвями большого и малого внутренностных нервов. Полученные сведения согласуются с данными, представленными в исследованиях Э.Н. Галеевой (2016).

В выполненном исследовании представлена полная картина топографо-анатомических взаимоотношений позвоночного столба у плодов 16–22 недель гестации с окружающими структурами в зависимости от уровня расположения. Было определено, что с уровня C_I по C_{IV} по передней полуокружности к телам шейных позвонков прилежит задняя стенка глотки, а также определяется

позадиглоточное пространство, незаполненное клетчаткой. По боковой полуокружности позвонков на соответствующем уровне примыкает предпозвоночная группа мышц шеи, кпереди от которых определяется сосудисто-нервный пучок шеи. На уровне $C_{III}-C_{IV}$ отмечается близкое прилегание к телам позвонков пластинки перстневидного хряща гортани. С уровня C_V определяется уплощенной формы шейный отдел пищевода. Полученные сведения дополняют данные, встречающиеся в работах современных морфологов [Исаков Ю.Ф., 1977; Железнов Л. М., 2006; Луцай Е.Д., 2013].

В 16–22 недели внутриутробного развития в грудном отделе позвоночного столба кпереди от тел позвонков определяется целый ряд органов (пищевод, трахея, аорта, а также блуждающие нервы), которые меняются в зависимости от скелетотопического уровня и срока гестации. По боковым поверхностям тел грудных позвонков отмечается непосредственное прилегание медиастенальной части париетальной плевры обоих легких. Сведения согласуются с полученными данными и упоминаются в работах А.А. Саренко (2016).

Для исследованного периода выделены характерные особенности топографии грудного отдела позвоночного столба. Так, в ходе исследования отмечено, что в дорсальной брыжейке в непосредственной близости от передне-боковой полуокружности тел позвонков определяется субкардиальный отдел грудной части аорты, который на высоте Th_V прилежит к переднебоковой поверхности тел позвонков слева. С уровня Th_{VI} грудная часть аорты относительно тел позвонков, занимает более центральное положение. За ветвями дуги аорты (плечеголовной ствол и левая общая сонная артерия) располагаются трахея, и несколько кзади, определяется грудной отдел пищевода. Эти данные согласуются с результатами Д.Н. Лященко (2013), Л.О. Шаликовой(2013).

В 16-22 недели развития отмечаются особенности близких взаимоотношений позвонков с правым и левым блуждающими нервами.

Находясь в тесных взаимоотношениях с органами средостения плода, блуждающие нервы располагаются в дорсальной брыжейке в непосредственной близости от передне-боковой полуокружности тел позвонков. Было определено, что левый блуждающий нерв направляется сверху вниз, проходит слева от подключичной артерии (на уровне Th_{III}), ниже, огибая артериальный (Боталлов) проток, на уровне Th_{IV} проходит позади корня левого легкого (Th_V), далее, переходя на переднюю поверхность пищевода (Th_{VI}), рассыпается на множество ветвей, находясь на незначительном расстоянии от переднебоковой поверхности тела позвонка. Правый блуждающий нерв на уровне Th_{III} лежит справа между пищеводом и трахеей, далее огибает корень правого легкого (Th_V), переходит на пищевод (Th_{VI}) и рассыпается на ветви. С уровня Th_{II} по нижний край Th_{XII} к полуокружностям тел позвонков с двух сторон прилежат внутригрудная фасция, медиастинальные части париетальной плевры и легкие. Полученные сведения подтверждаются работами отечественных исследователей [Токарев А.В., 2006; Михайлов С.Н., 2008; Яхина И.М., 2009; Щербаков С.М., 2011; Шальнева И.Р., 2017].

У плодов изученных групп в поясничном отделе позвоночного столба, медиальнее симпатических стволов, с уровня средних поясничных позвонков, берут свое начало непарная и полунепарная вены. Направляясь в краниальном направлении, полунепарная вена на уровне Th_{VII}, пересекая переднюю полуокружность тела позвонка, впадает в непарную вену, которая, в свою очередь, на уровне Th_{III}, направляясь вправо и кпереди, впадает в верхнюю полую вену. Полученные сведения для плодного периода нами определены впервые. Они согласуются с данными классических морфологических руководств по постнатальному периоду [Шевкуненко В.Н., 1935; Сапин М.Р., 2002].

В 16–22 недели онтогенеза человека отмечаются особенности топографии поясничного отдела позвоночного столба и его взаимоотношений с рядом расположенными структурами и внутренними органами. На уровне L_I–L_V к боковой поверхности остистых отростков и задним участкам дуг поясничных

позвонков прилежат мышцы медиального и латерального тракта, кроме того, на уровне L₁ спереди определяется дорзальная брыжейка, в составе которой располагаются брюшная часть аорты, правее от которой лежит нижняя полая вена. Непосредственное соприкосновение с переднебоковой полуокружностью тел поясничных позвонков имеет внутрибрюшная фасция, кпереди от которой тянется задний листок почечной фасции и располагаются правая и левая почки. По задней поверхности тела поясничных позвонков определяется плотное прилегание спинного мозга и его оболочек. Таким образом, полученные нами данные в ряде случаев являются новыми и дополняют исследования Р.А. Поповой (2005), С.В. Лисицкой (2010).

Суммируя вышесказанное, можно отметить, что у плодов исследованных групп представленные синтопические взаимоотношения позвоночника и соответственно скелетотопическая проекция внутренних органов плода на соответствующий уровень и отдел позвоночного столба выше, чем у лиц зрелого возраста. На наш взгляд это связано с вынужденным положением плода, высоким положением печени, отсутствием дыхательной функции легких, относительно большими размерами тимуса и с более горизонтальным положением сердца в промежуточном плодном периоде онтогенеза.

Таким образом, использование комплекса морфологических методик в данном исследовании позволило установить топографо-анатомические особенности шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба, а также описательной и количественной анатомии позвонков и межпозвоночных дисков этих отделов позвоночника в 16–22 недели промежуточного плодного периода онтогенеза человека.

ВЫВОДЫ

1. В промежуточном плодном периоде онтогенеза поперечный размер тел позвонков и межпозвоночных дисков на всем протяжении позвоночного столба превалирует над продольным: поперечный размер тела $C_{II}-L_V$ в возрастных группах 16–17 недели изменяется от $5,5\pm 0,5$ мм до $8,0\pm 0,1$ мм, нарастая к 22 неделе от $7,9\pm 0,2$ до $10,2\pm 0,1$ мм, продольный размер тел позвонков в начале изучаемого периода с уровня C_{II} по L_V увеличивается с $4,1\pm 0,8$ мм до $4,4\pm 0,2$ мм, в конце изученного периода с $4,6\pm 0,4$ мм до $7,0\pm 0,2$ мм.

2. В 16–22 недели пренатального онтогенеза продольный и поперечный размеры позвоночного отверстия во всех отделах позвоночного столба уменьшаются в дистальном направлении от C_I к L_V : продольный размер в первой группе уменьшается от $5,0\pm 0,1$ мм до $3,0\pm 0,4$ мм, в 22 недели от $8,0\pm 0,3$ до $5,0\pm 0,2$ мм, значения поперечного размера снижаются от $5,6\pm 0,8$ мм до $4,5\pm 0,1$ мм в начале изученного периода, от $8,8\pm 0,8$ до $6,5\pm 0,4$ мм в конце.

3. Выявленными фетальными особенностями межпозвоночных дисков в 16–22 недели развития являются крайне малое значение высоты межпозвоночных дисков, которое колебалось в очень узких пределах от 0,2 мм до 0,4 мм, что в 10 раз меньше высоты тела позвонка, и ее незначительный прирост на протяжении изученного периода онтогенеза.

4. В промежуточном плодном периоде онтогенеза длина шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба спереди и сзади изменяются гетерохронно: в шейном и грудном отделах с наибольшей интенсивностью увеличиваются показатели в период с 18 по 21 недели развития (спереди– $16,1\pm 0,4$ мм и $18,5\pm 0,4$ мм, сзади– $15,2\pm 0,5$ мм и $17,7\pm 0,4$ мм в шейном отделе, спереди– $34,5\pm 0,8$ мм и $38,3\pm 0,7$ мм, сзади– $37,7\pm 0,4$ мм и $41,3\pm 0,8$ мм в грудном отделе), поясничный отдел активнее растет с 16 по 19 неделю онтогенеза (длина отдела спереди в среднем составила $16,3\pm 0,5$ мм и

20,6±0,5 мм в первой и третьей группах, сзади–15,1±0,6 мм и 19,0±0,5 мм соответственно).

5. Полученные морфометрические данные свидетельствуют о наличии изгибов позвоночного столба уже в исследованном периоде онтогенеза: длина шейного отдела спереди превалирует над длиной сзади (в начале исследуемого периода значения спереди составили 15,2±0,1–19,1±0,6 мм, сзади 14,2±0,2–18,7±0,4 мм), обратная тенденция наблюдается в грудном отделе (в 16–17 недель спереди 33,0±0,6–40,4±0,7 мм, сзади 35,0±0,6–42,5±0,8 мм). В поясничном отделе в начале исследуемого периода значение длины спереди составляет–16,3±0,5 мм, сзади–15,1±0,6 мм, в 22 недели спереди–25,1±0,6 мм, сзади–24,5±0,4 мм.

6. Характерной выявленной особенностью топографии шейного, грудного и поясничного отделов позвоночного столба у плодов 16-22 недель развития является смещение на 1 позвонок выше скелетотопических уровней органов, прилежащих к позвоночному столбу по сравнению с лицами зрелого возраста. Данную особенность следует учитывать при изучении и описании скелетотопии внутренних органов в пренатальном периоде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Законы. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации: Федеральный закон от 21 ноября 2011 года № 323-ФЗ: [принят Государственной думой 1 ноября 2011 года: одобрен Советом Федерации 9 ноября 2011 года]. – Текст: электронный. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/34333>.

2. Российская Федерация. Постановления. О перечне социальных показаний для искусственного прерывания беременности: Постановление Правительства Российской Федерации от 11 августа 2003 года № 485: [подписано Председателем Правительства 11 августа 2003 года]. – Текст: электронный. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody = &prevDoc = 102097263&backlink = 1&&nd = 102082934>

3. Российская Федерация. Приказы. О порядке проведения патолого-анатомических вскрытий: Приказ Министерства здравоохранения от 6 июня 2013 года № 354н: [зарегистрировано в Министерстве юстиции 16 декабря 2013 года, регистрационный № 30612]. – Текст: электронный. – URL: <https://minjust.consultant.ru/documents/8292>.

4. Российская Федерация. Приказы. Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология»: Приказ Министерства здравоохранения от 20 октября 2020 года № 1130н: [зарегистрировано в Министерстве юстиции 12 ноября 2020 года, регистрационный № 60869]. – Текст: электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/566162019>.

5. Абрамян М.А. Открытая и пункционная хирургия плода в современном акушерстве / М.А. Абрамян [и др.] // Акушерство и гинекология. – 2014. – №1. – С.3-8.

6. Абрамян М.А. Эндоскопические фетальные хирургические операции: перспективы развития / М.А. Абрамян [и др.] // Акушерство и гинекология. – 2013. – №12. – С.22-27.

7. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия: Руководство / Г.Г. Автандилов. М.: Медицина, 1990. – 384 с.
8. Алексеев В.П. Антропология - медицине / В.П. Алексеев, Т.И. Алексеева. — М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1989. – 243 с.
9. Алексеев В.П. Остеометрия: методика антропометрических исследований / В.П. Алексеев. – М.: Наука, 1966. – 251 с.
10. Аль-Абси Е. А.М. Лучевая диагностика пороков развития каудального отдела спинного мозга и позвоночника в детском возрасте / Е. А.М. Аль-Абси // Автореф. ... дис. канд. мед. наук - Санкт- Петербург, 2009. – 22 с.
11. Алямовская Г.А. Особенности физического развития глубоко недоношенных новорожденных / Г.А. Алямовская, Е.С. Кешиняш, Е.С. Сахарова // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2015. –Т.60, №4. – С.11-18.
12. Алямовская Г.А. Особенности физического развития на первом году жизни детей с массой при рождении менее 1500 г / Г.А. Алямовская, Е.С. Кешиняш // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2009. – №3. – С.20-28.
13. Андронеску А. Анатомия ребенка / А. Андронеску; пер. с рум. – Бухарест: Меридиан, 1970. – 363 с.
14. Анисимов Д.И. Закономерности топографо-анатомической изменчивости формы, ориентации и размеров отверстий поперечных отростков шейных позвонков / Д.И. Анисимов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2012. – № 4. – С.9-19.
15. Анисимов Д.И. Корреляции размеров позвоночного столба, его отделов и отдельных позвонков / Д.И. Анисимов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2013. – № 1(25). – С.5-11.
16. Анисимов Д.И. Топографо-анатомические особенности поперечных отверстий шейных позвонков в возрастно-половом аспекте / Д.И. Анисимов,

И.А. Норкин, В.Н. Николенко [и др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2012. Т.8, № 2. – С.177-181.

17. Анисимова Е.А. / Топографическая изменчивость и корреляции абсолютных и относительных размеров грудных позвонков взрослых людей / Анисимова Е.А. [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 2. – С. 150.

18. Ахмадеева Э.Н. Стратегия снижения перинатальной заболеваемости и смертности / Э.Н. Ахмадеева // Медицинский вестник Башкортостана. – 2008. – Т.3, №5. – С.15-20.

19. Бажанов С.П. Сравнительный ретро- и проспективный анализ результатов лечения больных с травмами шейного отдела позвоночника и спинного мозга в остром и раннем периодах / С.П. Бажанов [и др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2017. – Т.13, № 3. – С.710-715.

20. Байбарина Е.Н. Исходы беременности в сроки 22-27 недель в медицинских учреждениях Российской Федерации / Е.Н. Байбарина, З.Х. Сорокина // Вопросы современной педиатрии. – 2011. – Т.10. – №1. – С.17-20.

21. Баландина И.А. Возрастная органометрическая анатомия грудной клетки и туловища при разных типах телосложения / И.А. Баландина // Бюлл. мед-х интернет-конференций. – 2011. - Т.1, № 2. – С.96-100.

22. Баландина И.А. Конституциональные особенности реберно-диафрагмального плеврального синуса / И.А. Баландина, Д.Г. Амарантов, В.А. Бриток // Биология и экспериментальная медицина. – 2013. – Т.XXX, №4. – С.103-109.

23. Баранов В.С. Прикладное и фундаментальное направления пренатальной диагностики / В.С. Баранов, Э.К. Айламазян // Журнал акушерства и женских болезней. – 2012. – Т.61, №3. – С.54-60.

24. Башмакова Н.В. Коррекция патологии плода методами внутриутробной хирургии / Н.В. Башмакова [и др.] // Вестник Росздравнадзора. – 2016. – №3. – С.19-26.

25. Белозеров Ю.М. Распространенность врожденных пороков сердца у

детей на современном этапе / Ю.М. Белозеров, Л.В. Брегель, В.М. Субботин // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2014. – №6. – С.7-11.

26. Бобрик И.И. Атлас анатомии новорожденного / И. И. Бобрик, В. И. Минаков. – Киев: Здоровье, 1990. – 180 с.

27. Буканаева Н.С. Конституциональные особенности больных с алиментарно-зависимой патологией / Н.С. Буканаева, Д.Б. Никитюк // Морфологические ведомости. – 2008. – Т.1-2. – С.145-146.

28. Бурдей Г.Д. Соотношение уровней выхода передних и задних корешков спинного мозга в онтогенезе / Г.Д. Бурдей // Сборник научных трудов «Функционально-структурные основы системной деятельности и механизмы пластичности мозга», Выпуск III. – 1974. – С.336-341.

29. Бурцев А.В. Структура субаксиальных повреждений шейного отдела позвоночника и соответствие им степени неврологических расстройств / А.В. Бурцев // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2011. – № 4(80). – С.30-34.

30. Валиулина А.Я. Проблемы и перспективы успешного выхаживания и реабилитации детей, родившихся с низкой и экстремально низкой массой тела / А.Я. Валиулина, Э.Н. Ахмадеева, Н.Н. Кривкина // Вестник современной клинической медицины. – 2013 – Т.6, вып.1. – С.34-41.

31. Валькер Ф.И. Морфологические особенности развивающегося организма / Ф. И. Валькер. – Л.: Медгиз, 1959. – 206 с.

32. Валькович Э.И. Общая и медицинская эмбриология / Э. И. Валькович. – СПб.: Фолиант, 2003. – С.225-230.

33. Васильев А.О. Эмбриональные аспекты врожденных аномалий почек и мочевых путей (САКУТ-синдром) / А.О. Васильев, А.В. Говоров, Д.Ю. Пушкарь // Вестник урологии. – 2015. – №2. – С. 47-60.

34. Веропотвелян Н.П. Современные направления фетальной хирургии и особенности проведения анестезиологического пособия / Н.П. Веропотвелян, Е.П. Смородская // Здоровье женщины. – 2013. – № 3. – С.107-118.

35. Виссарионов С.В. Врожденные пороки позвоночника: вопросы эмбриогенеза, формирования и развития некоторых аномалий / С.В.

Виссарионов, И.В. Попов // Научные обзоры. – 2006. – Т.7, №2. – С.146-150.

36. Внутритрубная коррекция диафрагмальной грыжи / Н.В. Косовцова [и др.] // Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. – 2014. – Т.13, №1. – С.45-48.

37. Внутритрубная хирургическая коррекция миеломенингоцеле у плода и ее исходы: пилотное исследование / М.А. Курцер [и др.] // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2020. – Т.99, № 1. – С.18-24.

38. Воеводин С.М. 3D и 4D ультразвуковое исследование плода с нормальным и патологическим развитием / С.М. Воеводин // Гинекология. – 2011. – Т.13, №5. – С.4-8.

39. Воеводин С.М. Значение 3D и 4D эхографии в I-м триместре для профилактики рождения детей с пороками развития / С.М. Воеводин // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2015. – Т.5, №1(17). – С.74-75.

40. Воронов В.Г. Нейрохирургическая вертебротелулярная патология у детей и подростков: монография в 2 т. Москва: РУДН, Т. 2. – 2018. – 520 с.

41. Врожденная диафрагмальная грыжа плода – возможности ультразвуковой диагностики и прогнозирование постнатального исхода / В.Н. Демидов [и др.] // Акушерство и гинекология. – 2014. – № 4. – С.35-45.

42. Гаврикова О.А. Оптимизация пренатальной диагностики врожденной и наследственной патологии плода / О.А. Гаврикова // Автореф. ... дисс. канд. мед. наук. – Челябинск, 2012. – 26 с.

43. Галахова О.О. Опыт выхаживания недоношенных детей с экстремально низкой массой тела при рождении / О.О. Галахова, И.К. Садовская, Е.А. Панина // Материалы научно-практической конференции «Современные технологии в педиатрической практике», посвященная 45-летнему юбилею ГБУЗ СО "Самарская городская детская клиническая больница №1 имени Н.Н. Ивановой". – 2015. – С.58-59.

44. Галеева Э.Н. Закономерности становления топографии и анатомии лимфоидной системы грудной и брюшной полостей в промежуточном плодном

периоде онтогенеза человека и их прикладное значение // / Э.Н. Галеева // Автореф. ... дисс. докт. мед. наук – Оренбург, 2016. – 42 с.

45. Галкина Т.Н. Антропометрические и соматотипологические особенности лиц юношеского возраста в Пензенском регионе / Т.Н. Галкина // Автореф. ... дисс. канд.мед.наук. – Пенза, 2008. – 22 с.

46. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц; пер. с англ. — М.: Практика, 1998. – 459 с.

47. Губин А.В. Хирургическое лечение детей с нетравматическим застарелым атланта-аксиальным ротационным блокированием / А.В. Губин и др. // Травматология и ортопедия России. – 2015. – №4(78). – С.87-94.

48. Гулина Ю.В. Анатомия скелета таза в промежуточном плодном периоде онтогенеза / Ю.В. Гулина // Автореф. ... дисс. канд. мед.наук. – Оренбург, 2021. – 18 с.

49. Гусева О.И. Перинатальные исходы и прогноз при диафрагмальной грыже / О.И. Гусева // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2005. – №6. – С.19-27.

50. Гусева О.И. Современные представления о внутриутробной хирургии. Ультразвуковая диагностика в акушерстве гинекологии / О.И. Гусева // Педиатрия. – 2001. – №9(3). – С.227.

51. Гусева О.И. Ультразвуковая диагностика врожденных пороков развития желудочно-кишечного тракта / О.И. Гусева // Автореф. дис.....докт. мед.наук. – М., 2006. – 44 с.

52. Дегтярева Е.И. Ортопедо-хирургическое лечение паралитических деформаций стоп у детей при пороках развития позвоночника / Е.И. Дегтярева // Автореф. ... дисс. канд. мед. наук. – Санкт-Петербург, 2009. – 24 с.

53. Демидов В.Н. Возможности эхографии в пренатальной диагностике атрезии пищевода / В.Н. Демидов, Н.В. Машинец // Пренатальная диагностика. – 2011. – Т.10, №4. – С.328-332.

54. Демидов В.Н. Ультразвуковая диагностика врожденной диафрагмальной грыжи плода и прогнозирование постнатального исхода / В.Н.

Демидов [и др.] // Пренатальная диагностика. – 2013. – Т.12, № 3. – С.228-236.

55. Денисов И.Н. Медицинская диссертация. Современные требования к содержанию и оформлению / И. Н. Денисов. – М.: «ГЭОТАР – Медиа», 2008. – 366 с.

56. Деревцова С.Н. Антропометрическая характеристика пропорциональности телосложения жителей г. Красноярск / С.Н. Деревцова // Морфология. – 2010. – Т.137, №1. – С.48-51.

57. Дубиле П.М. Атлас по ультразвуковой диагностике в акушерстве и гинекологии / П.М. Дубиле, К. Б. Бенсон; пер. с англ. – М: МЕДпресс-информ, 2009. – 328 с.

58. Емкужев О.Л. Изменчивость абсолютных и относительных размеров тел поясничных позвонков / О.Л. Емкужев [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6. – С.141.

59. Железнов Л. М. Фетальная топографическая анатомия - прикладное и теоретическое значение/ Л. М. Железнов [и др.] // Морфология. – 2006. – Т.129, Вып. 4. – С.51.

60. Железнов Л. М. Анатомические основы оптимизации ультразвуковых скрининговых исследований в перинатологии / Л. М. Железнова [и др.] // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2018. – Т. 7, № 4. – С.20–26.

61. Жила Н.Г. Хирургическое моделирование грудной клетки у детей и подростков при сколиозе / Н.Г. Жила // Детская хирургия. – 2003. – № 4. – С.8-11.

62. Заикина Ф.Я. Эффективность современных диагностических технологий в выявлении пороков развития плода и прогнозирования акушерской патологии / Ф.Я. Заикина // Автореф. ... дисс. канд. мед. наук. - Москва, 2011. –22 с.

63. Злобин О.О. Форма грудной клетки у юношей 17-19 лет различных соматотипов / О.О. Злобин, Л.В. Музурова, Р.Д. Рамазанова // Морфология. – 2010. – Т.137., №4. – С.79.

64. Значение ранней диагностики врожденной и наследственной патологии плода в снижении перинатальной смертности / Г.М. Савельева и др. // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 1997. – №4. – С.4-8.

65. Значение ультразвукового исследования в ранней диагностике пороков развития плода / О.Л. Мальмберг [и др.] // Акушерство и гинекология. – 2007. – №3. – С.18-21.

66. Ибрагимова Л.Я. Оперативное лечение детей с тяжелым сколиозом позвоночника в сочетании с деформацией грудной клетки / Л.Я. Ибрагимова [и др.] // Ревматология. Нефрология. Травматология. – 2008. – Т.1., №25. – С.62-64.

67. Изменчивость формы и размеров грудных позвонков / Е.А. Анисимова, В.В. Зоткин, Н.О Челнокова, Д.И. Анисимов // Морфология. – 2020 – Т. 157., №2-3. – С.18.

68. Исаков Ю.Ф. Оперативная хирургия с топографической анатомией детского возраста / Ю.Ф. Исаков, Ю.М. Лопухина. – Москва.: «Медицина», 1977. – 623 с.

69. Кабак С.Л. Количественная характеристика тканей позвонков у эмбрионов и плодов человека / С.Л. Кабак, В.В. Заточная, Д.М. Гордионов // Клиническая и экспериментальная морфология. – 2020. – Т.9, №1. – С.49-56.

70. Киншт Д.А. Распространенность врожденных пороков развития у новорожденных после применения вспомогательных репродуктивных технологий / Д.А. Киншт, М.К. Соболева, И.В. Айзикович // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2014. – №4. – С. 44-48.

71. Ковалев А.В. Половые различия в пропорциях грудного и поясничного отделов позвоночника / А.В. Ковалев, Б.М. Владимирский // Сбор.труд. «Биомедицинские и биосоциальные проблемы интегративной антропологии». – 2000. – С.32-33.

72. Козлова О.И. Пренатальная диагностика аномалий позвоночника, приводящих к врожденным сколиозам / О.И. Козлова, Н.В. Косовцова, Е.Ф. Шаманская // Пренатальная диагностика. – 2009. –Т.8, №3. – С.298-301.

73. Комолкин И.А. Роль наследственности в происхождении врожденных деформаций грудной клетки / И.А. Комолкин, А.П. Афанасьев, Д.В. Щеголев // Гений Ортопедии. – 2012. – № 2. – С.152-156.
74. Концеба Л.Н. Оптимизация пренатальной диагностики врожденных пороков развития плода с учетом особенностей воздействия антенатальных повреждающих факторов / Л.Н. Концеба // Автореф. ... дисс. канд. мед. наук. – Барнаул, 2005. – 19 с.
75. Корнев М.А. Влияние различных соматотипов на интенсивность изменений ростовых показателей и массы тела в период детства / М.А. Корнев, Е.Н. Комиссарова // Морфология. – 2003. – Т.123., №1. – С.72-75.
76. Коростышевская А.М. МРТ плода: новое слово в пренатальной диагностике / А.М. Коростешевская, А.В. Макагон // Мед.визуализация. – 2009. – №1. – С. 132-139.
77. Косоуров А.К. МРТ при оценке возрастных изменений позвоночника / А.К. Косоуров [и др.] // Морфология. – 2000. – Том 17, №3. – С.61-62.
78. Кулаков В.И. Поиски путей внутриутробной коррекции врожденных дефектов развития / В.И. Кулаков [и др.] // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 1996. – № 3. – С. 22–25.
79. Куренков Е.Л. Онтогенез межпозвонкового диска у человека / Е.Л. Куренков, В.В. Макарова // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2018. – Т.7, №1. – С.98–107.
80. Куренков Е.Л. Количественная характеристика клеточного компонента пульпозного ядра фетального периода / Е.Л. Куренков, В.В. Макарова // Современные проблемы морфологии. Материалы научной конференции, посвященной памяти академика РАН, профессора Льва Львовича Колесникова. – 2020. – С.132–135.
81. Курносков Ю.В. Результаты отдаленных наблюдений за состоянием здоровья глубоко недоношенных детей / Ю.В. Курносков [и др.] // Детская больница. – 2013. – №2. – С.3-5.

82. Лебедева О.В. Особенности развития и состояния здоровья на первом году жизни глубоко недоношенных новорожденных / О.В. Лебедева, Г.О. Нефрюзина, О.В. Фролова // Известия высших учебных заведений. – 2011. – №4. – С.102-108.

83. Лисицкая С.В. Топографическая анатомия почек и надпочечников человека в раннем плодном периоде онтогенеза / С.В.Лисицкая // Автореф. ... дисс. канд. мед. наук. – Оренбург, 2010. – 26 с.

84. Лукина Н.В. Оптимизация мероприятий пренатальной диагностики врожденных нарушений развития у плода в системе акушерского мониторинга на региональном уровне / Н.В. Лукина //Автореф. ... дисс. канд. мед. наук. – Москва, 2013. – 24 с.

85. Луцай Е.Д. Закономерности макромикроскопического строения и микротопографии гортани человека на этапах онтогенеза / Е.Д. Луцай // Автореф. ... дисс. докт. мед. наук. – Оренбург, 2013. – 42 с.

86. Лященко Д.Н. Закономерности становления топографии и анатомия сердца и крупных сосудов средостения в раннем плодном периоде онтогенеза человека и их прикладное значение / Д.Н. Лященко // Автореф. ...дисс. докт. мед. наук. – Оренбург, 2013. – 42с.

87. Маргорин Е.М. Индивидуальная анатомическая изменчивость новорожденных в свете учения В.Н. Шевкуненко / Е.М. Маргорин // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1973. – Т. 65, Вып.9. –С.16–21.

88. Маргорин Е.М. Топографо-анатомические особенности новорожденного / Под ред. Е.М. Маргорина. – Л.: Медицина, 1977. – 280 с.

89. Махотин А.А. Ультразвуковая диагностика врожденных пороков плода в 12-14 недели беременности / А.А. Махотин // Вестник новосибирского государственного университета. Серия: биология и клиническая медицина. – 2007. – Т.5, №3. – С.44-46.

90. Машинец Н.В. Ультразвуковая диагностика врожденной диафрагмальной грыжи плода / Н.В. Машинец [и др.] // Пренатальная диагностика. – 2013. – Т.12, №3. – С.228-236.

91. Медведев М.В. Нормальная ультразвуковая анатомия плода / М.В. Медведев, Н.А. Алтынник. – М.: Реал Тайм, 2008. – 152 с.
92. Медвцева Е.Г. Особенности антропометрических показателей детей нижегородского региона, родившихся недоношенными / Е.Г. Новопольцева [и др.] // Вопросы практической педиатрии. – 2014. – Т.5, №5. – С.20-25.
93. Международная анатомическая терминология / под ред. Л.Л. Колесникова // М.: Медицина, 2003. – 424 с.
94. Михайлов С.Н. Топографическая анатомия трахеи и главных бронхов человека в раннем плодном периоде онтогенеза / С.Н. Михайлов // Автореф. ... дисс. канд. мед. наук. – Оренбург, 2008. – 26с.
95. Михайловский М.В. Инструментарий VERTR в хирургии инфантильных и ювенильных сколиозов: первый отечественный опыт / М.В. Михайловский [и др.] // Деформации позвоночника. – 2010. – №3. – С.31-41.
96. Нагорнева С.В. Анализ частоты выявления врожденных пороков развития у плодов за последние 5 лет (2013–2017) / С.В. Нагорнева, В.С. Прохорова, Е.В. Шелаева, А.М. Худовекова // Журнал акушерства и женских болезней. – 2018. – Т.67, №3. – С.44–48.
97. Некоторые анатомически аспекты перелома копчика / И.И. Хидиятов [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. – 2014. – Т.9, № 4. – С.71-74.
98. Некрасова Е.С. От пренатальной диагностики к пренатальной коррекции: обзор современных методов хирургического лечения плода / Е.С. Некрасова // Пренатальная диагностика. – 2008. – Т.7, №2. – С.91-101.
99. Некрасова Е.С. Пренатальная ультразвуковая диагностика и тактика ведения беременности при диафрагмальной грыже плода / Е.С. Некрасова // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2011. – №2. – С.47-56.
100. Нефедов С.В. Опыт выхаживания новорожденных с очень низкой и экстремально низкой массой тела при рождении / С.В. Нефедов, М.В. Фомичев // Вестник СурГУ. – 2012. – №12. – С.158-164.
101. Никитюк Б.А. Новая технология соматотипирования / Б.А.

Никитюк, А.И. Козлов // Новости спортивной и медицинской антропологии: науч-инфор. сб. – 1990. – Вып.3. – С.121-141.

102. Никитюк Б.А. Фундаментальные и прикладные аспекты учения о конституции (к 100-летию со дня рождения В.В. Бунака) / Б.А. Никитюк // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1990. – Т.98, № 4. – С.86 -95.

103. Никитюк Д.Б. Клинико-антропологические параллели: новые подходы / Д.Б. Никитюк, Д.В. Мирошкин, Н.С. Букавнева // Морфологические ведомости. – 2007. – №1-2. – С.259-262.

104. Никифорова С.А. Анатомометрические особенности плода у вич-инфицированных беременных / С.А. Никифорова // Автореф. ... дисс. канд. мед. наук. – Оренбург, 2016. – 21 с.

105. Норкин И.А. Алгоритм лечения больных с последствиями первично- неосложненной травмы шейного отдела позвоночника / И.А. Норкин, А.А. Чехонацкий, В.Г. Нинель // Хирургия позвоночника. – 2007. – № 1. – С.8-12.

106. Околокулак Е.С. Проявления анатомической конституции в норме и при заболеваниях / Е.С. Околокулак [и др.] // Журнал ГрГМУ. – 2008. – №4. – С.15-19.

107. Особенности физического развития недоношенных детей с массой тела при рождении менее 1500 г на первом году жизни / Г.А. Алямовская [и др.] // Практика педиатра. – 2012. – С.38-46.

108. Открытая внутриутробная хирургическая коррекция spina bifida у плода / М. А. Курцер и др. // Акушерство и гинекология: новости, мнения, обучение. – 2018. – Т.6, № 4. – С.38–44.

109. Пальцева А. И. Современные технологии выхаживания недоношенных новорожденных детей / А.И. Пальцева и др. // Здоровоохранение. – 2011. – №2. – С.50-54.

110. Панов В.О. Методические особенности и возможности магнитно-резонансной томографии в антенатальной диагностике нарушений внутриутробного плода / В.О. Панов // Радиология-практика. – 2006. – №2. –

С.12-23.

111. Пантелеев А.А. Трехколонная остеотомия позвоночника при ревизионном вмешательстве у пациентки с врожденным ангулярным груднопоясничным кифосколиозом / А.А. Пантелеев, М.Л. Сажнев, Д.С. Горбатюк и др. // Хирургия позвоночника. – 2018. – Т. 15, № 3. – С.30-38.

112. Патология опорно-двигательного аппарата при синдроме дисплазии соединительной ткани / А.А. Воротников [и др.] // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2012. – № 3. – С.96-100.

113. Пашкова И.Г. Возрастные изменения шейного отдела позвоночника по данным магнитно-резонансной томографии / И.Г. Пашкова, А.К. Косоуров // Морфология. – 2004. – Т.125, №1. – С.80-82.

114. Петрова А.С. Особенности адаптации недоношенных новорожденных с очень низкой и экстремально низкой массой тела и состояние их здоровья на первом году жизни в зависимости от вариантов перинатального ведения / А.С. Петрова // Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – Москва, 2016. – 26 с.

115. Петрова А.С. Эффективность современных принципов реанимационной и интенсивной помощи недоношенным с экстремально низкой и очень низкой массой тела / А.С. Петрова и др. // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2012. – №1. – С.25-27.

116. Петровский, И.Н. Материалы количественной топографии морфологических структур в позвоночном канале человека // Труды Крым.мед.института. – 1975. – Т.60. – С.92-97.

117. Пирогов Н.И. Топографическая анатомия распилов, произведенных на замороженных трупах / Н.И. Пирогов. – 1859. – 165 с.

118. Плод в плоде или тератома? (клиническое наблюдение у новорожденного) / Ю.И. Кучеров [и др.] // Хирургия. – 2015. – №1. – С.73-76.

119. Полякова В. А. Внутриматочная коррекция пороков развития плода / В. А. Полякова, Е. С. Ральченко // Медицинская наука и образование Урала. – 2012. – № 3. – С.128-129.

120. Попов И.В. Малые аномалии развития как фенотипические проявления наследственно обусловленной дисплазии соединительной ткани / И.В. Попов // TERRA MEDICA. – 2012. – №1. – С.55-57.

121. Попова Р.А. Топографическая анатомия печени человека в раннем плодном периоде онтогенеза / Р.А. Попова // Автореф. ... дисс. канд. мед. наук. – Оренбург, 2005. – 24 с.

122. Попова-Латкина Н.В. Анализ топографо-анатомических корреляций между головным и спинным мозгом, черепом и позвоночником, их взаимоотношение и взаимовлияние друг на друга в эмбриогенезе у человека / Н.В. Попова-Латкина // Сборник научных трудов, посвященный памяти академика АМН СССР С.А. Саркисова «Функционально-структурные основы системной деятельности и механизмы пластичности мозга», Выпуск IV. – 1975. – С.279-281.

123. Потолова Е.В. Возможности ранней пренатальной диагностики спинномозговой грыжи / Е.В. Потолова // Пренатальная диагностика. – 2013. – Т.12, № 1. – С.58-64.

124. Пэттен Б.М. Эмбриология человека: пер. с англ. / Б.М. Пэттен. – М.: Медгиз, 1959. – 768 с.

125. Рамих Э.А. Краткий очерк анатомо-функциональных особенностей позвоночника / Э.А. Рамих // "Хирургия позвоночника" – 2007. – №2. – С.77-95.

126. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных / О.Ю. Реброва. - М.: Медиа Сфера, 2003. – 305 с.

127. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение прикладных программ пакета STATISTICA: научн. и учеб. издание / О.Ю. Реброва. - Москва: Изд-во МедиаСфера, 2002. – 312 с. – ISBN 5-89084-013-4.

128. Родионов А.А. Варианты строения и топографии верхней границы эпидурального пространства спинного мозга человека / А.А. Родионов // Морфология. – 2007. – Т.132, №5. – С.38-42.

129. Родионов А.А. Морфогенез эпидурального пространства человека в

эмбриональном и раннем плодном периодах / А.А. Родионов, Р.И. Асфандияров // Морфология. – 2009. – Т.135, №1. – С.25-30.

130. Родионов А.А. Строение и динамика размеров эпидурального пространства у плодов человека и новорожденных / А.А. Родионов // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1989. – Т.97, №9. – С. 30-36.

131. Руденко В.В. Предоперационное планирование и хирургическое лечение травматических поражений краниовертебральной области / В.В. Руденко // В сборнике: Современные технологии лечения пациентов с травмой опорно-двигательного аппарата и центральной нервной системы. Сборник статей научно-практической конференции. Отв. ред. Т.Г. Рукша. – 2019. – С. 25-28.

132. Руденко Н.В. Состояние здоровья недоношенных детей с очень низкой и экстремально низкой массой тела при рождении / Н.В. Руденко, С.Н. Бениова // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2012. – № 3. – С.34-36.

133. Рябых С.О. Возможности коррекции односторонней гипоплазии грудной клетки при деформациях позвоночника у детей с большой потенциальной ростом / С.О. Рябых, Э.В. Ульрих // Гений Ортопедии. – 2011. – №4. – С.44-48.

134. Савельева Г. М. Пренатальный период и его значение в развитии плода и новорожденного / Г. М. Савельева [и др.] // Акушерство и гинекология. – 2004. – №2. – С.60-62.

135. Савельева Г.М. Достижения и перспективы перинатальной медицины / Г. М. Савельева // Акушерство и гинекология. – 2003. – №2. – С.3-6.

136. Савельева Г.М. Интранатальная охрана здоровья плода. Достижения и перспективы / Г. М. Савельева [и др.] // Акушерство и гинекология. – 2005. – N 3. – С.3-7.

137. Сакс Ф.Ф. Атлас по топографической анатомии новорожденных / Ф.Ф. Сакс. – М.: Медицина, 1993. – 240 с.

138. Сапин М.Р. Анатомия и физиология детей и подростков / М.Р. Сапин, З.Г. Брыскина. – М.: Academia, 2002. – 456 с.

139. Саренко А.А. Ультразвуковая топография и анатомия тимуса человека в пренатальном онтогенезе / А.А. Саренко // Автореф. ... дисс. канд. мед. наук. – Оренбург, 2016. – 22 с.

140. Сенникова Ж.В. Анатометрическая характеристика скелета лицевой области в промежуточном периоде пренатального онтогенеза человека и её прикладное значение / Ж.В. Сенникова // Автореф. ... дисс. канд. мед. наук. – Оренбург, 2016. – 22с.

141. Серова О.Ф. Тактика ведения недоношенных новорожденных с экстремально низкой и очень низкой массой тела от женщин с преждевременным разрывом плодных оболочек / О.Ф. Серова [и др.] // Акушерство и гинекология спецвыпуск «Беременность высокого риска». – 2014. – №38. – С.10-13.

142. Сичкарь С.Ю. Эффективность эпидуральной аналгезии у новорожденных детей с хирургическими заболеваниями / С.Ю. Сичкарь, И.И. Афуков и др. // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2015. – № 3. – С.10-13.

143. Смирнова А.Ю. Пренатальная диагностика врожденных пороков развития плода и внутриутробная коррекция их осложнений (по материалам Приморского края) / А.Ю. Смирнова // Автореф. ... дисс. канд. мед. наук. – Москва, 2009. – 25 с.

144. Сопрунова И.В. Распространенность спинномозговых грыж в Астраханской области, исходы и профилактика / И.В. Сопрунова, В.В. Белопасов, Н.В. Ткачева // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2012. – №1. – С.72-74.

145. Софронова Л.Н. Недоношенные дети, рожденные на поздних сроках гестации / Л.Н. Софронова // Вестник современной клинической медицины. – 2014. – Т.7, вып.6. – С.89-92.

146. Сперанский В.С. Основы анатомии детского возраста / В.С. Сперанский. - Изд. Саранского университета. – 1979. – 65 с.

147. Стрижаков А.Н. Внутриутробная хирургия / А.Н. Стрижаков, И.В. Игнатко // Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. – 2003. – Т.2, № 3. – С.30–36.
148. Стрижаков А.Н. Хирургическая техника операции кесарева сечения: монография / А. Н. Стрижаков, О. Р. Баев. - М.: Миклош, 2007. – 168 с.
149. Сурков Д. Н. Заболеваемость и смертность новорожденных, родившихся в сроке гестации 22-27 недель/ Д. Н. Сурков [и др.] // Детская медицина Северо-Запада. – 2012. – Т. 3, № 3. – С.14-17.
150. Сурков Д.Н. Современные стратегии выхаживания недоношенных детей / Д.Н. Сурков [и др.] // Детская медицина Северо-Запада. – 2012. – Т.3., № 1. – С.4-9.
151. Суханова Л.П. Детская и перинатальная смертность в России: тенденции, структура и факторы риска / Л.П. Суханова, М.С. Складар // Информационно-аналитический вестник «Социальные аспекты здоровья населения». – 2007. – № 4. – С.60.
152. Суханова Л.П. Исходы беременности и перинатальные потери при новых критериях рождения / Л.П. Суханова // Социальные аспекты здоровья населения. – 2013. – №3(31). – С.7.
153. Токарев А.В. Топографическая анатомия диафрагмы и пищевода в период внутриутробного развития человека / А.В. Токарев [и др.] // Морфология. – 2006. – Т.129, №4. – С.124.
154. Толкачев В.С. Эпидемиология травм позвоночника и спинного мозга / В.С. Толкачев, С.П. Бажанов, В.Ю. Ульянов и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2018. – Т.14, № 3. – С.592-595.
155. Ульрих Э.В. Аномалии позвоночника у детей / Э.В. Ульрих. - Руководство для врачей. - СПб: Сотис, 1995. – 336 с.
156. Ульрих Э.В. Врожденные деформации позвоночника у детей: прогноз, эпидемиология и тактика ведения/ Э.В. Ульрих, А.Ю. Мушкин, А.В. Губин // Хирургия позвоночника. – 2009. – №2. – С.55-61.
157. Ульрих Э.В. Деформации позвоночника на фоне нарушения

сегментации грудного отдела у новорожденных и детей первого полугодия жизни / Э.В. Ульрих, С.О. Рябых // Хирургия позвоночника. – 2008. – №1. – С.24-31.

158. Ульрих Э.В. Результаты уравнивающего спондилодеза у детей при деформациях позвоночника на фоне нарушения сегментации грудного отдела Э.В. Ульрих, С.О. Рябых // Хирургия позвоночника. – 2009. – №4. – С.8-14.

159. Филиппова М.О. Возможные пути внутриутробной коррекции врожденных дефектов развития / М.О. Филиппова, Л. П. Назаренко // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2002. – № 1. – С.82–84.

160. Филиппова М.О. Фетальная хирургия: состояние и перспективы / М.О. Филиппова, И.А. Цуканова, А.В. Карпович // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2005. – № 3. – С.30–35.

161. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных: учебник/ А.А. Халафян. - 3-е изд. – Москва: ООО «Бином -Пресс», 2007. – 512 с. - ил.- ISBN 978-5-9518-0215-6.

162. Чаплыгина Е.В. Современные представления о конституции человека и ее значение для медицины / Е.В. Чаплыгина [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С.7

163. Шабалов Н.П. Основы перинатологии / Н.П. Шабалов. – М., 2004. – 640 с.

164. Шаликова Л.О. Топография и анатомия клапанного аппарата сердца человека в раннем плодном периоде онтогенеза / Л.О. Шаликова //Автореф. ... дисс. канд. мед. наук. – Оренбург, 2013. – 20 с.

165. Шальнева И.Р. Анатомия скелета грудной клетки человека в промежуточном плодном периоде онтогенеза //Автореф. ... дисс. канд. мед. наук. – Оренбург, 2017. – 23 с.

166. Шамик В.Б. Программное обеспечение диагностики асимметричных деформаций грудной клетки и объема реконструктивных торакопластик у детей / В.Б. Шамик, Б.А. Давуд // Известия ЮФУ. – 2012. – №

9. – С.184-189.

167. Шарапов О. В. Проблемы организации медицинской помощи в перинатальном периоде – пути решения / О. В. Шарапов [и др.] // Рос.вестн. перинатологии и педиатрии. – 2004. – №2. – С.5-9.

168. Шевкуненко В.Н. Типовая анатомия человека / В.Н. Шевкуненко, А.М. Геселевич. – ОГИЗ: Ленинградское отделение, 1935. – 232 с.

169. Шишко Г.А. Основные направления оптимизации лечебно-диагностического процесса в перинатологии и интенсивной терапии в неонатологии / Г.А. Шишко [и др.] // Здоровье для всех. – 2009. – №1. – С.43-44.

170. Школьников В.С. Особенности структуры и морфометрические параметры сегментов спинного мозга плодов человека и сиамских близнецов в сравнительном аспекте / В.С. Школьников, Ю.Й. Гуминский // Вестник ВГМУ. – 2014. – Т.13, №1. – С.13-19.

171. Шуркус Е.А. Развитие лимфатических мешков поясничной области / Е.А. Шуркус, В.Э. Шуркус // В сборнике: Морфологические науки и клиническая медицина. материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения доцента Бриллиантовой Анны Николаевны. Л.М. Меркулова (отв. редактор). – 2015. – С.139-143.

172. Щербаков С.М. Топография легких человека в раннем плодном периоде онтогенеза / С.М. Щербаков // Автореф. ... дисс. канд. мед.наук. – Оренбург, 2011. – 18 с.

173. Эстерова Е.Я. Фетальная хирургия: обзор / Е.Я. Эстерова // Вопросы охраны материнства и детства. – 1987. – Т.32, №1. – С.61-64.

174. Юсупов К.С. Топографо-анатомическая изменчивость поперечных отростков позвонков / К.С. Юсупов, Д.И. Анисимов, Д.В. Попрыга, Е.А. Анисимова // Макро- и микроморфология: межвузовский сб. науч. работ. Саратов: Изд-во СГМУ, 2011. – С.236-238.

175. Яхина И.М. Топография пищевода человека в раннем плодном периоде онтогенеза / И.М. Яхина // Автореф. ... дисс. канд.мед.наук. - Оренбург, 2009. – 22 с.
176. Additive manufacturing models of fetuses built from three-dimensional ultrasound, magnetic resonance imaging and computed tomography scan data / H. Werner [et al.] // *Ultrasound Obstet. Gynecol.* – 2010. – Vol.36. – P.355-361.
177. Adzick N.S. Fetal surgery for spina bifida: past, present, future / N.S. Adzick // *Semin. Pediatr. Surg.* – 2013. – Vol.22, №1. – P.10-17.
178. Adzick N.S. Prospects for fetal surgery / N.S. Adzick // *Early human development.* – 2013. – Vol.89, №11. – P.881-886.
179. Analysis of the cervical ribs in a series of human fetuses / J. Bots [et al.] // *J. Anat.* – 2011. – Vol.219. – P.403-409.
180. Arora M. Fetal anatomy: morphometry of vertebral canal and spinal cord of cervical region in human fetuses / M. Arora // *Ann. int. med. den.res.* – 2016. – №3. – P.128-131.
181. Bagnall K.M. A radiographic study of the human fetal spine. The development of the secondary cervical curvature / K.M. Bagnall, P.F. Harris // *J. Anat.* – 1977. – Vol. 123(3). – P.777–82.
182. Bahado-Singh R.O. Techniques, terminology and indication for MRT in pregnancy / R.O. Bahado-Singh, L.F. Goncalves // *Semin. Perinatal.* – 2013. – V.37, №5. – P.334-339.
183. Baumgart M. Morpho-metric study of the neural ossification centers of the atlas and axis in the human fetus / M. Baumgart, M. Wiśniewski, M. Grzonkowska, B. Małkowski, M. Badura, M. Szpinda // *Surgical and Radiologic Anatomy.* – 2016. – Vol.38, №10. – P.1205–1215.
184. Bevilacqua N.S. Fetoscopy for meningomyelocele repair: past, present and future / N.S. Bevilacqua, D.A. Pedreira // *Einstein.* – 2015. – Vol.13, №2. – P.283-289.
185. Cervical ribs are more prevalent in stillborn fetuses than in live-born infants and are strongly associated with fetal aneuploidy / L.V. Furtado [et al.] //

Pediatr. Dev. Pathol. – 2011. – Vol.14, №6. – P.431-437.

186. Chen P.J. Early development of the costovertebral joints / P.J. Chen, W. // Wozniak Stud Health Technol Inform. – 2012. – №.176. – P.213-216.

187. Choufani E. Lumbosacral lordosis in fetal spine: genetic or mechanic parameter / E. Choufani, J-L. Jouve, V. Pomero et al. // European Spine Journal. – 2009. – Vol. 18(9). – P.1342–1348.

188. Christ B. From somites to vertebral column / B. Christ, J. Wilting // Ann Anat. – 1992. – Vol.174, №1. – P.23-32.

189. Congenital diaphragmatic hernia associated with spinal anomalies / E.J. Grethel [et al.] // Obstet. Gynecol. – 2007. – Vol.109. – P.485-488.

190. Contribution of threedimensional computed tomography in the assessment of fetal skeletal dysplasia / M. Cassart [et al.] // Ultrasound Obstet. Gynecol. – 2010. – Vol. 29. – P.537-543.

191. Correlation of fetal ultrasonographic (US) finding in de novo chromosomal aberrations: role of fetal ultrasonography (US) / M. Kim [et al.] // Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. – 2011. – Vol.38. – P.67.

192. Cross-sectional study of the neural ossification centers of vertebrae C1–S5 in the human fetus/ M. Szpinda [et al.] // Surg. Radiol. Anat. – 2013. – Vol.35. – P.701-711.

193. Dargaville P.A. Preliminary evaluation of a new technique of minimally invasive surfactant therapy / P.A. Dargaville, A. Aiyappan, A. Cornelius // Arch. Dis. Child.Fetal Neonatal. Ed. – 2011. – Vol.96. – P.243-248.

194. Deprest J.A. The making of fetal surgery / J.A. Deprest // Prenat. Diagn. – 2010. – Vol. 30, №7. – P.653-667.

195. Detection open spina bifida at the 11-13 week scan by assessing intracranial translucency and the posterior brain region: mid-sagittal or axial plane? / R. Chaoui [et al.] // Ultrasound. Obstet. Gynecol. – 2011. – Vol.38. – P.609-612.

196. Dugoff L. Sonographic measurement of the fetal rib cage perimeter to thoracic circumference ratio: application to prenatal diagnosis of skeletal dysplasias / L. Dugoff, C.T. Coffin, J.C. Hobbins // Ultrasound. Obstet. Gynecol. – 1997. –

Vol.10, №4. – P.269-271.

197. Eighemhenrio A. Simple algorithm in the management of fetal sacroccocygeal teratoma in developing countries / A. Eighemhenrio // Ann. Ibd. Pg. Med. – 2013. – Vol.11., №2. – P.102-104.

198. Embleton N. Growth, bone health, and later outcomes in infants born preterm / N. Embleton, C.L. Wood // J. Pediatr. (Rio J). – 2014. – Vol. 90, №6. – P. 529-532.

199. Endoscopic surgery for the antenatal treatment of myelomeningocele: CECAM trial / Pedreira D.A. [et al.] // American Journal of Obstetrics and Gynecology. – 2016. – Vol.214, №1. – P.111-113

200. Epiphysiodesis of the young children for congenital spinal deformation / J. Dubousset [et al.] // J.Pediatr. – 1993. – Vol.1. – P.123

201. Evaluation of the prenatal diagnosis of neural tube defects by fetal ultrasono graphic examination in different centres across Europe / P.A. Boyd [et al.] // Med. Screen. – 2000. – Vol.7. – P.169-174.

202. Evolution of fetal ultrasonography / F.E. Avni [et al.] // Eur. Radiol. – 2007. – Vol.17, №2. – P.419-431.

203. Fetal magnetic resonance imaging of thoracic and abdominal malformations / R. Woitek [et al.] // Radiologe. – 2013. – Vol.53, №2. – P.123-129.

204. Fetal MRT improves diagnostic accuracy in patients referred to a fetal center for suspected esophageal atresia / C.G. Ethun [et al.] // Pediatr. Surg. – 2014. – Vol.49, №5. – P.712-715.

205. Fetal skeletal computed tomography: When? How? Why? / G. Gorincour [et al.] // Diagnostic and Interventional Imaging. – 2014. – Vol.95. – P.1045-1053.

206. Fetal surgery: an overview / P. Sala [et al.] // Obstetrical and gynecological survey. – 2014. – Vol.69, №4. – P.218-228.

207. Fetus in fetu: two case reports and literature review / Y. Ji [et al.] // BMC Pediatr. – 2014. – Vol.14. – P.88.

208. Fleming A. Building the backbone: the development and evolution of vertebral patterning / A. Fleming, M.G. Kishida, C.B. Kimmel, R.J. Keynes // *Development*. – 2015. – Vol.142, №10. – P.1733-1744.
209. Foetal “black bone” MRI: utility in assessment of the foetal spine / A.J. Robinson [et al.] // *British Journal of Radiology*. – 2015. – Vol. 88. – P.1-6.
210. Graeber G.M. The anatomy of the ribs and the sternum and their relationship to chest wall structure and function / G.M. Graeber, M. Nazim // *Thorac. Surg. Clin.* – 2007. – Vol.17, №4. – P.473-489.
211. Gretcher E.G. Magnetic resonance imaging of fetal thoracic abnormalities / E.G. Gretcher // *Appl. Radiol.* – 2005. – Vol. 34, №1. – P.1000-1004.
212. Harrison M.R. Fetal surgery / M. R. Harrison // *West. J. Med.* – 1993. – Vol.159. – P.341-349.
213. Hershkovitz R. Prenatal diagnosis of isolated abnormal number of ribs / R. Hershkovitz // *Ultrasound. Obstet. Gynecol.* – 2008. – V.32. – P.506-509.
214. Heuer G.G. Prenatal surgery for myelomeningocele: review of the literature and future directions / G.G. Heuer, J.S. Moldenhauer, N.S. Adzick // *Childs Nerv Syst.* – 2017. – Vol.33, №7. – P.1149-1155.
215. Honemeyer U. Three-dimensional sonography in the assessment of normal fetal anatomy in late pregnancy / U. Honemeyer, A. Kurjak, B. Anmed // *J. of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. – 2010. – Vol.4, №3. – P.217-231.
216. Human fetal anatomy: MR imaging / J. Weinreb [et al.] // *Radiology*. – 1985. – Vol.157. – P.715-720.
217. Kohl T. Percutaneous minimally invasive fetoscopic surgery for spina bifida aperta. Part I: surgical technique and perioperative outcome / T. Kohl // *Ultrasound Obstet. Gynecol.* – 2014. – Vol.44. – P.515-524.
218. Mahato N.K. Implications of structural variations in the human sacrum: why is an anatomical classification crucial? / N.K. Mahato // *Surg. Radiol. Anat.* – 2016. – Vol.38, №8. – P.947-954.
219. Maternal bariatric surgery: adverse outcomes in neonates / A. Eerdeken

[et al.]. – 2010. – Vol.169. – P.191-196.

220. McCann M. R. Notochord cells in intervertebral disc development and degeneration / M.R. McCann, C.A. Séguin. // *J. Dev. Biol.* – 2016. – Vol. 4(1). P.1-18.

221. Mieghem T.V. Minimally invasive therapy for fetal sacrococcygeal teratoma: case series and systematic review of the literature. / T.V. Mieghem [et al.] // *Ultrasound Obstet. Gynecol.* – 2014. – Vol.43. – P.611-619.

222. Morphometric study of the two fused primary ossification centers of the clavicle in the human fetus / M. Szpinda [et al.] // *Surg. Radiol. Anat.* – 2016. – Vol.38. – P.937-945.

223. MR spectroscopy in the human fetus / R.D. Kok [et al.] // *Radiology.* – 2002. – Vol.223, N2. – P.584.

224. Normal development of costal element ossification centers of sacral vertebrae in the fetal spine: a postmortem magnetic resonance imaging study / N. Jian, N. Lin, M.M. Tian [et al.] // *Neuroradiology.* – 2019. – Vol.61, №2. – P.183-193.

225. O’Rahilly R. The human vertebral column at the end of the embryonic period proper / R. O’Rahilly, F.Muller, D.B.Meyer // *J.Anat.* – 1980. – Vol.131, №3. – P.565-575.

226. Ossification center of the humeral shaft in the human fetus: a CT, digital, and statistical study / M. Wiśniewski [et al.] // *Surg. Radiol. Anat.* – 2017. <https://doi.org/10.1007/s00276-017-1849-4>.

227. Patelska-Banaszeska M. The development of the epidural space in humanembryos / M. Patelska-Banaszeska, W. Wozniak // *Folia Morphol.* – 2004. – Vol.6, №3. – P.273-279.

228. Pedreira D.A. Advances in fetal surgery / D.A. Pedreira // *Einstein (Sao Paulo).* – 2016. – Vol.14, №1. – P.110-112.

229. Peri- and postoperative management for minimally invasive fetoscopic surgery of spina bifida / J. Degenhardt [et al.] // *Z. Geburtshilfe Neonatol.* – 2014. – Vol.218, №6. – P.244-247.

230. Practice guidelines for performance of the routine mid-trimester fetal ultrasound scan / L.J. Salomon [et al.] // *Ultrasound. Obstet. Gynecol.* – 2010. – Vol.37. – P.116-126.
231. Predictor of early nasal CPAP failure and effects of various intubation criteria on the rate of mechanical ventilation in preterm infant of ≤ 29 weeks gestational age / H. Funch [et al.] // *Arch. Dis. Child.Fetal Neonatal. Ed.* – 2011. – Vol. 96. – P.343-347.
232. Predictors of poor prognosis in prenatally diagnosed sacrococcygeal teratoma: a multiinstitutional review / A.C. Akinkuotu [et al.] // *J. Pediatr. Surg.* – 2015. – Vol.50, №5. – P.771-774.
233. Prenatal diagnosis of bilateral diaphragmatic hernia by fetal sonography / D. Eroglu [et al.] // *J.Obstet.Gynecol. Reseach.* – 2006. – Vol.32, №1. – P.90-93.
234. Prenatal diagnosis of fetal skeletal dysplasia with 3D CT / O. Miyazaki [et al.] // *Pediatr. Radiol.* – 2012. – Vol.42, №7. – P. 842-852.
235. Prenatal diagnosis of short-rib polydactyly syndrome type 3 by three-dimensional tomography / T.Yamada [et al.] // *J. Obstet.Genaecol. Res.* – 2011. – Vol.37. – P.151-155.
236. Prenatal diagnosis of skeletal dysplasias by combining two-dimensional and three- dimensional ultrasound and intrauterine three-dimensional helical computer tomography / R. Ruano [et al.] // *Ultrasound.Obstet Gynecol.* – 2004. – Vol.24. – P.134-140.
237. Prenatal diagnosis of skeletal dysplasias: contribution of three – dimensional computed tomography / M. Ulla [et al.] // *Therapy Fetal Diagn.* – 2011. – Vol.29. – P.238-247.
238. Quinn T.M. Prenatal magnetic resonance imaging enhances fetal diagnosis / T.M. Quinn, A.M. Hubbard, N.S. Adzik // *J. Pediatr. Surg.* – 1998. – Vol.33, №4. – P.553-558.
239. Retrospective review of diagnostic performance of intracranial translucency in detection of open spina bifida at the 11-13 week scan / K.W. Fong [et al.] // *Ultrasound Obstet. Gynecol.* – 2011. – Vol.38. – P.630-634.

240. Sacco A. Fetal surgery for open spina bifida / A. Sacco, F. Ushakov, D. Thompson, D. Peebles // Электрон. журн. 2019. Режим доступа: <http://onlinetog.org> BMJ. – 2019. – №21. – P.271-282.
241. Sacrococcygeal teratoma: prenatal assessment, fetal intervention, and outcome / H. L. Hedrick [et al.] // J. Pediatr. Surg. – 2004. – Vol.39, №3. – P.430-438.
242. Sandoz B. Quantitative geometric analysis of rib, costal cartilage and sternum from childhood to teenagehood / B. Sandoz, A. Badina, S. Laporte, K. Lambot, D. Mitton, W. Skalli // Med. Biol. Eng. Comput. – 2013. – Vol.51, №9. – P.971-979.
243. Scaal M. Early development of the vertebral column / M. Scaal // Semin Cell Dev Biol. – 2016. – №49. – P.83-91.
244. Second stage in miniinvasive fetal surgery for several congenital diaphragmatic hernia. Case report / P. Chaveeva [et al.] // Akush Ginecol (Sofia). – 2015. – Vol.54, №5. – P.40-44.
245. Skorzewska A. Ossification of the vertebral column in human fetuses: histological and computed tomography studies / A. Skorzewska, M. Grzymisławska, M. Bruska, J. Lupicka, W. Woźniak // Folia Morphol (Warsz). – 2013. – Vol.72, №3. – P.230-238.
246. Smith L.J. Degeneration and regeneration of the intervertebral disc: lessons from development / L.J. Smith, N. L. Nerurkar, K.S. Choi et al. // Disease Models & Mechanisms. – 2011. – Vol.4 (1). – P.31-41.
247. Sonographic diagnosis of spina bifida at 12 weeks: heading towards indirect signs / O. Buisson [et al.] // Ultrasound Obstet. Gynecol. – 2002. – Vol.19. – P.290-292.
248. Szpinda M. Cross-sectional study of the C1–S5 vertebral bodies in human fetuses / M. Szpinda, M. Baumgart, A. Szpinda // Arch Med Sci. – 2015. – Vol.11. – P.174-189.
249. Szpinda M. New patterns of the growing L3 vertebra and its 3 ossification centers in human fetuses – a CT, digital, and statistical study / M.

Szpinda, M. Baumgart, A. Szpinda, A. Woźniak, C. Mila-Kierzenkowska // *Medical Science Monitor Basic Research*. – 2013. – Vol.19. – P.169-180.

250. Technical aspects and effectiveness of percutaneous fetal therapies for large sacrococcygeal teratomas: a cohort study and a literature review / N. Sananes [et al.] // *Ultrasound Obstet. Gynecol.* – 2016. – Vol.47. – P.712-719.

251. Terminologia Embriologia. Международные термины по эмбриологии человека с официальным списком русских эквивалентов / под ред. Л.Л. Колесникова, Н.Н. Шевлюка, Л.М. Ерофеевой. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2014. – 417с.

252. The current role of fetus magnetic resonance imaging / M.J. Reeves [et al.] // *Fetal and Maternal Medicine Review*. – 2008. – Vol.19, №1. – P.33-60.

253. The EXIT for prenatally diagnosed cervical cystic teratoma: a case report / S. Cansaran [et al.] // *J. Neonatal Surg.* – 2015. – Vol.4, №2. – P.18.

254. The Management of Myelomeningocele Study: full cohort 30-month pediatric outcomes / D.L. Farmer [et al.] // *Am J Obstet. Gynecol.* – 2018. – Vol.218. – P.1-13.

255. The treatment of spine and chest wall deformities with fused ribs by expansion thoracostomy and insertion of vertical expandable prosthetic titanium rib: growth of thoracic spine and improvement of lung volume / J.B. Emans [et al.] // *Spine*. – 2005. – Vol.30, №17. – P.58-65.

256. Thoracic three-dimensional spiral CT finding of an infant with spondylothoracic dysostosis / Z. Tamay [et al.] // *Indian Journal of Pediatrics*. – 2005. – Vol.72. – P. 50-52.

257. Thoracoscopic repair of congenital diaphragmatic hernia in children / F. Becmeur [et al.] // *Semin.Pediatr. surg.* – 2007. – Vol.16. – P.238-244.

258. Thoracoscopic repair of neonatal diaphragmatic hernia / Y.S. Guner [et al.] // *Journal of laparoendoscopic and advanced surgical techniques*. – 2008. – Vol.18, №6. – P.875-880.

259. Type IV sacrococcygeal teratoma associated with urogenital sinus: difficulties in the prenatal differential diagnosis / Z. Sahinoglu [et al.] // *J. Neonatal Surg.* – 2013. – Vol.2, №.1. – P.9.

260. Unplanned ultrasound – guided puncture of a tracheal ballon in a premature infant with congenital diaphragmatic hernia / S. Rugolotto [et al.] // *J. Neonatal Perinatal Med.* – 2014. – Vol.7, № 4. – P.311-313.

261. Varras M. Prenatal diagnosis of fetal hemivertebra at 20 week's gestation with literature review / M. Varras, C. Akrivis // *Int J Gen Med.* – 2010. – Vol.3. – P.197-201.

262. Vrecenak J.D. Fetal surgical intervention: progress and perspectives / J.D. Vrecenak, A.W. Flake // *Pediatric surgery international.* – 2013. – Vol.29, №5. – P.407-417.

263. Weaver A.A. Morphometric analysis of variation in the ribs with age and sex / A.A. Weaver, S. L. Schoell, J. D. Stitzel // *J. Anat.* – 2014. – Vol.225, №2. – P.246-261.

264. Wójcicki P. In utero surgery – current state of the art – part II / P. Wójcicki, P. Drozdowski, K. Wójcicka // *Med. Sci. Monit.* – 2011. – Vol.17, №12. – P.262-270.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

УЗИ – ультразвуковое исследование

МРТ – магнитно-резонансная томография

ВУР – внутриутробное развитие

3D – three-dimensional

4D – four-dimensional

УЗ – исследование – ультразвуковое исследование

УЗ – метод – ультразвуковой метод

СТ – computer tomography