

АНАТОМИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА В ВОЗРАСТНОМ, ПОЛОВОМ И ТИПОВОМ АСПЕКТАХ. ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ

Чаплыгина Е.В., Кучиева М.Б., Калашаов Б.М.

ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России, Ростов-на-Дону, e-mail: ritaku@mail.ru

Цель исследования: провести анализ анатомической изменчивости шейного отдела позвоночного столба в возрастном, половом и типовом аспектах по данным литературы. В статье проведен анализ отечественных и зарубежных работ, отражающих вопросы анатомической изменчивости шейного отдела позвоночного столба в возрастном, половом и типовом аспектах, представлены методологические возможности и перспективы дальнейшего изучения. Поиск указанных статей был выполнен по электронным базам данных МЕДИЦИНА, eLIBRARY, PUBMED по следующим основным ключевым словам: «анатомическая изменчивость», «шейный отдел позвоночного столба», «остеометрия». Лучевые методы прижизненной визуализации, такие как рентгенологическое исследование, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, ультрасонография, наряду с классическими методами анатомического исследования открывают широкие возможности изучения вариабельности строения шейного отдела позвоночного столба. Несмотря на значительное число работ отечественных и зарубежных авторов, посвященных различным аспектам строения шейного отдела позвоночного столба, в настоящее время отсутствует нормативная база данных морфометрических параметров шейного отдела позвоночного столба с учетом возраста, пола, формы шеи и типа телосложения. Создание нормативной базы данных морфометрических параметров шейного отдела позвоночного столба с учетом возраста, пола и типа телосложения имеет базисное значение для интерпретации результатов современных методов прижизненной визуализации.

Ключевые слова: анатомическая изменчивость, шейный отдел позвоночного столба, остеометрия.

ANATOMICAL VARIABILITY OF THE CERVICAL SPINE IN AGE, SEX AND TYPE ASPECTS. OPPORTUNITIES AND PROSPECTS FOR STUDYING

Chaplygina E.V., Kuchieva M.B., Kalashaov B.M.

FSBEI HE RostSMU of Ministry of Health of the Russia, Rostov-on-Don, e-mail: ritaku@mail.ru

The aim of the study: to analyze the anatomical variability of the cervical spine in age, sex and type aspects according to the literature. According to the purpose of the study, the article analyzes domestic and foreign works that reflect the issues of anatomical variability of the cervical spine in age, sex and type aspects, presents methodological possibilities and prospects for further study. The search for these articles was performed in the electronic databases MEDICINE, eLIBRARY, PUBMED for the following main keywords: «anatomical variability», «cervical spine», «osteometry». Radiation methods of in vivo imaging, such as X-ray examination, computed tomography, magnetic resonance imaging, ultrasonography, along with dissection and osteometry, open up new broad opportunities for studying the anatomical variability of the human cervical spine. Despite a significant number of works by domestic and foreign authors devoted to various aspects of the structure of the cervical spine, there is currently no regulatory database of morphometric parameters of the cervical spine, taking into account age, gender, neck shape and body type. The creation of age-related normative databases of morphometric parameters of the cervical spine is of basic importance for the interpretation of the results of modern methods of in vivo visualization.

Keywords: anatomical variability, cervical spine, osteometry.

Изучение анатомии шейного отдела позвоночного столба неразрывно связано с решением задач практического здравоохранения [1]. Повреждения шейного отдела позвоночника составляют 40–80% всех позвоночных травм [2]. По данным В.В. Осинцева (2011), около 60% повреждений шейного отдела позвоночного столба сопряжены с высоким риском развития неврологических осложнений и сосудистых расстройств [3]. Множественные

повреждения позвонков диагностируются у 14–60% пострадавших, причем преимущественно у лиц трудоспособного возраста [4]. Множественные грыжи межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночного столба клинически и рентгенологически диагностируются в 50–63% случаев повреждений [5].

Особенности строения шейного отдела позвоночного столба: высокая подвижность позвонков, небольшие резервные пространства в позвоночном канале, возможность компрессии позвоночных артерий – обуславливают высокую частоту его повреждений [6]. Межпозвоночные диски и связки позвоночного канала могут являться факторами компрессии позвоночных артерий [7]. По данным Л.Л. Самойло (2018), наиболее часто травмируются межпозвоночные диски между С5-С6 и С6-С7 позвонками с компрессией соответствующих нервов, что вызывает боли в области шеи, плечевого пояса и верхней конечности [8].

Внедрение новых методов прижизненной визуализации структур шеи, позволяющих практикующему врачу объективно оценивать анатомические структуры, обуславливает необходимость изучения возрастной, половой и типовой анатомической изменчивости шейного отдела позвоночного столба [9, 10]. Таким образом, изучение возрастной, половой и типовой анатомической изменчивости шейного отдела позвоночного столба с использованием современных методов прижизненной визуализации является актуальным.

Цель исследования: провести анализ анатомической изменчивости шейного отдела позвоночного столба в возрастном, половом и типовом аспектах по данным литературы.

Анатомическое своеобразие шейного отдела позвоночного столба определяется наличием атипичных первого и второго шейных позвонков: первый шейный позвонок (атлант), соединяющий позвоночник с черепом, состоит из передней и задней дуг, соединенных боковыми массами, верхние суставные поверхности которых сочленяются с мыщелками затылочной кости, нижние суставные поверхности – с суставной поверхностью второго шейного позвонка; он не имеет тела, остистого и суставных отростков. Второй шейный позвонок (аксис), обеспечивающий повороты головы в обе стороны, отличается наличием зуба. Шейные позвонки соединяются между собой межпозвоночными дисками, связками и дугоотростчатыми суставами [11]. В.В. Смирнов, Г.М. Раковская (2015) рассматривают шейный отдел позвоночного столба как единую функционально-анатомическую систему, включающую тела позвонков, межпозвоночные диски, дугоотростчатые суставы, связочный аппарат и мышцы шеи. Перечисленные анатомические особенности определяют биомеханику шейного отдела позвоночного столба [12].

Шейный отдел позвоночного столба в различные периоды онтогенеза растет неравномерно. У новорожденного позвоночник состоит преимущественно из хрящевой ткани: в шейном отделе количество хрящевой части в два раза превышает количество окостеневшей

части [13]. Позвоночник новорожденного открыт по средней линии дуг позвонков. Сращение дуг начинается в шейном отделе позвоночника. Сращение двух половин задней дуги атланта происходит в 5-летнем возрасте. Передняя дуга атланта может оставаться открытой до 9-летнего возраста. Задняя дуга аксиса закрывается в 8 месяцев, срастается с телом позвонка в 4–5 лет. Ядро окостенения верхушки зуба соединяется с основной частью зуба у человека в 8–12 лет. Об этом важно помнить при диагностике перелома зуба 2-го шейного позвонка и наличии так называемой зубовидной кости. К 7-летнему возрасту все дуги позвонков должны быть закрыты [14].

По данным Ш.Ж. Тешаева с соавт. (2013), темп роста шейного отдела позвоночного столба до 2-летнего возраста медленный, что связано с вертикальным удержанием головы, опорой которой являются шейные позвонки. Авторы отмечают также значительное замедление темпов роста позвоночного столба в длину в 4–7-летнем возрасте, что обусловлено окончательным формированием шейного лордоза. С 12–14 лет шейный отдел позвоночного столба начинает активно расти в длину [15]. Т.А. Сагатов с соавт. (2014) указывают на интенсивный рост шейного отдела позвоночного столба у девочек в 13–16-летнем возрасте [16]. В 14–17 лет рост шейных позвонков завершается, что обусловлено синостозированием апофизов тел шейных позвонков, начинающимся с седьмого шейного позвонка и продолжающимся в краниальном направлении [17].

По данным Д.И. Анисимова (2013), шейные позвонки взрослого человека характеризуются анатомической изменчивостью, максимально проявляющейся на вершине шейного лордоза, а также в затылочно-позвоночной и шейно-грудной зонах [18]. Автором были изучены мацерированные препараты шейных позвонков, проведен анализ данных КТ и МРТ шейного отдела позвоночного столба, что позволило определить морфометрические параметры шейных позвонков у мужчин и женщин различных возрастных периодов. Возрастные различия проявляются в увеличении размеров позвонков от юношеского до первого периода зрелого возраста: наблюдается увеличение длины верхней суставной ямки, расстояния от верхней суставной ямки до сагиттальной оси, угла между осью в суставной ямке и сагиттальной осью, угла заднего полюса верхней суставной ямки, расстояния между передним и задним полюсами верхней суставной ямки атланта, размеров тела и высоты дуги позвонков. В пожилом возрасте поперечно-продольные индексы позвонков, размеры поперечных отверстий позвонков, глубина верхних суставных ямок атланта, сагиттальный диаметр атланта, длина и ширина верхней суставной ямки уменьшаются. Размеры и форма поперечных отверстий зависят от уровня расположения позвонков. Топография и количество питательных отверстий коррелируют с полом и уровнем расположения [18]. И.А. Меньшикова

(2019) указывает на увеличение фронтального и сагиттального размеров тел позвонков у взрослых людей обоего пола от второго до седьмого шейного позвонков [19].

Половые различия шейных позвонков характеризуются преобладанием морфометрических параметров у мужчин в среднем на 12% (таких как большинство размеров атланта, диаметр, высота, ширина тел позвонков, диаметр отверстий поперечных отростков, высота дуги позвонка). У женщин отмечено преобладание значений поперечно-продольного индекса шейных позвонков в среднем на 6,5%, угла наклона остистого отростка в среднем на 1,3–11,5 мм. С возрастом угол наклона остистого отростка у мужчин уменьшается, у женщин увеличивается [20].

Сведения о площади поперечных отверстий шейных позвонков имеют важное клиническое значение для стабилизации кровообращения в системе вертебро-базиллярного бассейна. Б.Т. Куртусунов (2011) указывает на уменьшение у людей в возрасте старше 60 лет диаметров отверстий поперечных отростков шейных позвонков, что может приводить к нарушениям гемодинамики и развитию вертебро-базиллярной недостаточности. Сведения о билатеральной асимметрии отверстий поперечных отростков шейных позвонков в научной литературе противоречивы [21]. По данным М.В. Маркеловой с соавт. (2008), у женщин отмечено преобладание левых размеров отверстий поперечных отростков шейных позвонков, у мужчин – правых размеров отверстий поперечных отростков шейных позвонков [22], по данным Д.И. Анисимова с соавт. (2012), у 90% людей обоего пола преобладают размеры правых отверстий поперечных отростков шейных позвонков над левыми [23]. L. Westermann et al. (2018) обнаружены гендерные различия длины, ширины и диаметров ножек шейных позвонков: указанные размеры больше у мужчин, чем у женщин. По данным авторов, полученные результаты представляют практический интерес при обследовании перед установкой шейных транспедикулярных винтов [24].

Остеометрические методики изучения шейного отдела позвоночного столба широко используются в анатомических, сравнительно-анатомических, антропологических и клинических исследованиях. Значительный вклад в разработку остеометрических методик внес В.П. Алексеев. Автором разработаны методики измерения костей, в том числе и позвонков. Согласно методике В.П. Алексеева (1966), изучение шейных позвонков включает измерение продольного и поперечного диаметров тела позвонка, высоты тела позвонка, широтно-продольного, высотного-поперечного и высотного-продольного индексов тела позвонка; высоты и длины основания крючковидного отростка; продольного и поперечного диаметров, а также поперечно-продольного индекса позвоночного отверстия; высоты, ширины и длины дуги позвонка, высоты, длины и угла наклона ножки дуги позвонка; длины, высоты и ширины, а также угла отклонения остистого отростка; диаметра поперечных отверстий; определение

количества и топографии питательных отверстий [25]. В настоящее время разработка остеометрических методик продолжается. В.Т. Пустовойтенко (2012) предложена методика определения сагиттального диаметра шейных позвонков с применением метода угла аксиса [26]. В.И. Лабзин разработал новый способ извлечения шейных позвонков из трупа человека, позволяющий сохранить целостность шеи посредством вскрытия полости черепа, и извлечения шейных позвонков через «окно» в затылочной кости [27].

Методы лучевой диагностики (УЗИ, рентгенография, КТ, МРТ) на сегодняшний день являются ведущими в оценке анатомических структур шейного отдела позвоночного столба [28]. Потребность в достоверной интерпретации данных прижизненной визуализации анатомических структур шейного отдела позвоночника очень велика. Сложность интерпретации данных комплексной оценки вышеперечисленных анатомических структур обусловлена отсутствием единой нормативной базы их значений [29].

УЗИ позвоночника широко применяется при внутриутробной диагностике для выявления пороков развития. Метод также позволяет выявить патологию в позвоночном канале у взрослого человека [30]. Т.А. Литовченко, М.А. Григорук (2010) высоко оценивают диагностические возможности ультразвуковой диагностики шейного отдела позвоночного столба у новорожденных, заключающиеся в возможности определения нарушений вертебрально-базиллярного кровообращения, а также предпосылок ротационных смещений атланта [31]. И.И. Каган с соавт. (2005) описан способ определения скелетотопических параметров при ультразвуковом исследовании органов шеи [32].

Рентгенография позвоночника (стандартная спондилография) является базовым методом обследования шейного отдела позвоночного столба. Рентгенография позволяет оценить состояние и размеры позвонков, межпозвоночных дисков, позвоночного канала, степень зрелости (созревания) скелета [33]. Широкое использование рентгенологического исследования шейного отдела позвоночного столба обусловлено совершенствованием метода. Применение цифровой обработки рентгенограмм с помощью программы «Позвонок-2», предназначенной для хранения и системного анализа цифровых рентгенограмм, позволяет оценить функциональное состояние позвоночного столба, включающего в себя тела позвонков, межпозвоночные диски и продольные связки [34]. Функциональная рентгенография позвоночника дает возможность определить функциональные возможности позвоночника, объем движений в суставах [35].

В работе Е.Ю. Хомутовой (2005) представлен анализ возможностей рентгеновского метода для оценки шейного отдела позвоночного столба у новорожденных. На прямых рентгенограммах затруднена визуализация боковых масс атланта в виде слабых треугольных теней, что связано с проекционным наложением боковых масс на другие костные структуры.

Автором предложены следующие варианты визуализации зуба второго шейного позвонка у новорожденных на прямых рентгенограммах: в виде пирамиды с выемкой у вершины, состоящей из двух половин с седловидной выемкой у вершины, в виде единого ядра с закруглением у вершины, в виде двух ядер с закруглениями у вершины [36].

По данным Е.А. Табе с соавт. (2013), возможности рентгенографии не позволяют получить полную информацию о состоянии связочного аппарата позвоночного столба [37].

Особую роль в диагностике повреждений и заболеваний верхне-шейного отдела позвоночника и особенно в диагностике состояния связочного аппарата отводят функциональной КТ. Компьютерная томография позволяет оценить состояние костной ткани, межпозвоночных дисков, позвоночного канала, связок и мышц позвоночного столба. Если исследование выполняется с введением контрастного препарата, имеется возможность оценить состояние сосудов. Данный метод позволил выявить три вида повреждений связок краниовертебрального двигательного сегмента, что, по мнению авторов, является ведущим звеном атлантоосевого смещения. КТ сегодня считают «золотым стандартом» лучевой диагностики повреждений шейного отдела позвоночного столба, поскольку именно с помощью этого метода можно получить максимально объективную информацию о состоянии поврежденных тканей без дополнительных перемещений пострадавшего [38].

О.М. Нажмудинова (2020) отмечает, что наибольшие возможности для визуализации анатомических структур у детей имеет КТ-исследование в формате 3D. Однако использование методов лучевой диагностики у детей сопряжено с трудностями интерпретации полученных анатомических данных, а также с отсутствием возрастных стандартов [39].

По данным W.J. Anderst et al. (2017), минеральная плотность кости, измеренная с помощью количественной КТ, коррелирует с механическими свойствами кости. Минеральная плотность костей в шейном отделе позвоночника у женщин выше, чем у мужчин, за счет более высокой плотности в задних отделах позвонков женщин, что представляет практическую ценность для хирургов, которые должны закрепить инструменты и медицинские винты на позвонках, а также при разработке медицинских устройств, предназначенных для замены межпозвоночных дисков [40].

Магнитно-резонансная томография по своему методическому подходу соответствует предложенному Н.И. Пироговым методу распилов замороженных трупов в различных плоскостях, однако, в отличие от метода Н.И. Пирогова, позволяет выполнять прижизненную визуализацию анатомических структур, выявить патологию на максимально ранних стадиях развития заболевания, дает возможность определить локализацию выпячивания межпозвоночного диска, его размер и дегенеративные изменения, что позволяет считать МРТ наиболее информативным методом оценки межпозвоночных дисков [41]. Возможности МРТ

позволяют визуализировать шейные позвонки, высоту межпозвоночных дисков, границы фиброзного кольца и пульпозного ядра, состояние позвонков, межпозвоночных дисков, спинного мозга и его оболочек [42]. Н.Н. Плотникова и А.В. Стрыгин (2008) рекомендуют для оценки состояния краниовертебрального перехода использовать МРТ-метод, позволяющий визуализировать атлантозатылочный и атлантоаксиальные суставы, второй и третий шейные позвонки, межпозвоночные суставы, связки, проводить измерения линейно-угловых показателей и паравертебральных структур [43].

Шейный отдел является наиболее подвижным по сравнению с другими отделами позвоночного столба. В настоящее время исследования по биомеханике позвоночного столба, в том числе шейного отдела, представляются весьма перспективными. Особенности анатомического строения шейного отдела позвоночного столба обуславливают биомеханику движений головы, субаксиальной области и верхне-шейного отдела позвоночника в целом. Биомеханика позвоночника – это область медицинских знаний, которая позволит вывести на новый уровень диагностику скрытых повреждений и изменений опорно-двигательного аппарата [44].

Определение типовых особенностей шейного отдела позвоночного столба неразрывно связано с изучением типовой анатомии шеи [45]. Топография, размеры и форма анатомических структур, расположенных в области шеи, определяются ее формой [46]. По данным Ю.В. Малеева с соавт. (2015), разработка оперативных доступов к анатомическим структурам шеи, в том числе и к шейному отделу позвоночного столба, неразрывно связана с учетом типовых особенностей шеи. Ю.В. Малеев с соавт. (2015) выделяли длинную тонкую, короткую тонкую и среднюю тонкую; длинную толстую, короткую толстую и среднюю толстую; длинную промежуточную, короткую промежуточную и среднюю промежуточную шею [47]. В.Н. Шевкуненко (1935) установил, что для лиц брахиморфного телосложения характерна короткая и широкая шея, для лиц долихоморфного телосложения – длинная и узкая [48]. А.А. Воробьев с соавт. (2018) выделяют цилиндрическую, коническую, зауженную кверху и коническую, зауженную книзу формы шеи. Авторами описаны особенности строения шеи у лиц различных конституциональных типов: у астеников шея преимущественно длинная и узкая, у нормостеников – шея средней длины и ширины, у гиперстеников – короткая и широкая [49]. Вместе с тем, в литературе отсутствуют данные о типовых особенностях шейного отдела позвоночного столба.

Заключение

В статье представлен анализ данных научной литературы о строении шейного отдела позвоночного столба в возрастном, половом и типовом аспектах. Лучевые методы прижизненной визуализации, такие как рентгенологическое исследование, компьютерная

томография, магнитно-резонансная томография, ультрасонография, наряду с препарированием и остеометрией открывают новые возможности изучения анатомической изменчивости шейного отдела позвоночного столба у человека.

Несмотря на значительное число работ отечественных и зарубежных авторов, посвященных различным аспектам строения шейного отдела позвоночного столба, в настоящее время отсутствует нормативная база данных морфометрических параметров шейного отдела позвоночного столба с учетом возраста, пола, формы шеи и типа телосложения. Создание нормативной базы данных имеет базисное значение для интерпретации результатов современных методов прижизненной визуализации.

Список литературы

1. Фисун А.А., Клименко Г.А. Функциональная нестабильность шейного отдела позвоночника // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2016. № 6. С. 1199.
2. Новосёлова И.Н., Понина И.В., Мачалов В.А., Мельников И.А., Валиуллина С.А. Клинический случай реабилитации подростка с тяжелой позвоночно-спинномозговой травмой на уровне С2 - С5, аномалией Клиппеля-Фейля, spina bifida C4 // Детская и подростковая реабилитация. 2020. № 1 (41). С. 61-70.
3. Осинцев В.В. Множественные повреждения и заболевания шейного отдела позвоночного столба // Академический журнал Западной Сибири. 2011. № 4-5. С. 30-31.
4. Бобрик П.А. Рентгенометрия краниовертебральной области // Травматология и ортопедия. 2018. Т. 7. № 2. С. 189-199.
5. Гарбуз И.Ф., Гарбуз А.И., Морозенко С.Ф. Биомеханика натальной травмы шейного отдела позвоночника у новорожденных и некоторые аспекты её течения // Успехи современного естествознания. 2013. № 5. С. 48-49.
6. Курникова А.А., Боков А.Е., Старцев А.А., Гаспарян Д.С., Матвеев И.С. Морфологические особенности позвонков разных отделов позвоночного столба // Морфология – науке и практической медицине: сборник научных трудов, посвященных 100-летию ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. Под редакцией. И.Э. Есауленко (г. Воронеж, 21 апреля 2018 г.). Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2018. С. 193-197.
7. Удочкина Л.А. Воронцова О.И., Гончарова Л.А., Баранец М.С., Куркин А.М. Биомеханические характеристики шейного отдела позвоночного столба в норме и при ротационных подвывихах С1-С2 позвонков у детей // Актуальные вопросы современной медицины: материалы II Международной конференции Прикаспийских государств

(г. Астрахань, 05–06 октября 2017 г.). Астрахань: Издательство Астраханского государственного медицинского университета, 2017. С. 182-184.

8. Самойло Л.Л. Вопросы клинической анатомии позвоночного столба // Материалы республиканской с международным участием научно-практической конференции, посвященной 60-летию Гродненского государственного медицинского университета (г. Гродно, 28 сентября 2018 г.). Гродно: Издательство Гродненского государственного медицинского университета, 2018. С. 672-675.

9. Аксенова О.А., Чаплыгина Е.В., Бабаев М.В., Орлова С.В., Сикоренко Т.М., Самохина О.С. Возможности и перспективы использования методов лучевой диагностики при изучении анатомии позвоночного столба // Журнал анатомии и гистопатологии. 2017. Т. 6. № 3. С. 111-116.

10. Fleming A., Kishida M.G., Kimmel C.B., Keynes R.J. Building the backbone: the development and evolution of vertebral patterning. The Company of Biologists Ltd. Development. 2015. vol. 142. P. 1733–1744.

11. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкевич В.И. Анатомия человека. СПб.: Издательский дом СПбМАПО. 2017. 724 с.

12. Смирнов В.В., Раковская Г.М. Лучевая диагностика заболеваний шейного отдела позвоночника (монография) // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 5-2. С. 179.

13. Гафурова А.И. Возможности ультразвуковой диагностики органов головы и шеи // Российская отоларингология. 2018. № 6 (97). С. 91-97.

14. Бекетова В.И., Хомутова Е.Ю., Игнатъев Ю.Т. Лучевая анатомия шейного отдела позвоночника новорожденных // Фундаментальные исследования. 2006. № 7. С. 98–99.

15. Тешаев Ш.Ж., Ширинов Дж.Н., Камолова Ш.М., Ополовникова К.С., Тешаев У.Ш. Морфометрические параметры позвоночного столба у девочек до 7 летнего возраста и их связь с параметрами физического развития // Новый день в медицине. 2013. № 3 (3). С. 6-10.

16. Сагатов Т.А., Ахмедов Ж.М., Каттаходжаева Д.У. Возрастные особенности морфометрических показателей различных отделов позвоночного столба у девочек в возрасте от 13 до 16 лет // Новый день в медицине. 2014. № 1 (5). С. 58-61.

17. Юрьева М.Ю., Самедова Н.А. Клиническая анатомия шейного отдела позвоночного столба // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. 2009. № 1 (22). С. 248-249.

18. Анисимов Д.И. Закономерности изменчивости костных структур шейного отдела позвоночного столба: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Саратов, 2013. 28 с.

19. Меньшикова И.А. Остеометрия позвоночного столба человека взрослого возраста Уральского региона // Теоретическая и клиническая медицина. 2019. Т. 100. № 4. С. 622 -628.
20. Анисимова Е.А., Анисимов Д.И., Попрыга Д.В., Юсупов К.С. Закономерности изменчивости размеров и формы позвонков шейного отдела позвоночного столба // Морфология. 2011. Т. 140. № S4. С. 67.
21. Куртусунов Б.Т. Вариантная анатомия позвоночных артерий на этапах онтогенеза человека: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Волгоград, 2011. 38 с.
22. Маркелова М.В., Мироченко Н.Д., Игнатъев Ю.Т. Предпосылки нарушения кровообращения в системе вертебробазиллярного бассейна // Медицинская наука и образование Урала. 2008. № 6. С. 54-56.
23. Анисимов Д.И., Анисимова Т.А., Островский В.В., Маслякова Т.Н. Соразмерность площади поперечных сечений отверстий поперечных отростков шейных позвонков и позвоночных отверстий взрослых людей // Саратовский научно-медицинский журнал. 2012. Т. 8. № 3. С. 683-687.
24. Westermann L., Spemes C., Eysel P. Computer tomography-based morphometric analysis of the cervical spine pedicles C3–C7. Acta Neurochir. 2018. vol. 160. P. 863–871.
25. Алексеев В.П. Остеометрия: методика антропологических исследований. М.: Наука, 1966. 249 с.
26. Пустовойтенко В.Т. Методика измерения сагиттального диаметра шейных позвонков с применением метода угла аксиса // Здравоохранение (Минск). 2012. № 2. С. 63-65.
27. Лабзин В.И. Способ извлечения шейных позвонков из трупа человека // Патент РФ № RU № 2028119 С1. Патентообладатель Лабзин Виктор Иванович. 5029830/14; заявлено 27.02.1992; опубл. 09.02.1995.
28. Hauret L. Les compartiments intracanalaires rachidiens: anatomie, semiologie et pathologie. Feuilles de Radiologic. 2015. Vol. 45. № 1. P. 37-48.
29. Андреева И.В., Виноградов А.А. Перспективы использования современных методов визуализации в морфологических и экспериментальных исследованиях // Eruditio Juvenium. 2015. № 4. С. 56–68.
30. Васильева Ю.П., Нурок М.Ю., Черкашина И.В., Станиславская О.В., Савина М.В. Ультразвуковая диагностика аномалии развития шейного отдела позвоночника (клинический случай) // Нейрохирургия и неврология детского возраста. 2018. № 3 (57). С. 60-67.
31. Литовченко Т.А., Григорук М.А. Ультразвуковая диагностика родовой травмы шейного отдела позвоночника и нарушений вертебробазиллярного кровообращения у новорожденных // Международный неврологический журнал. 2010. № 7. С. 21–24.

32. Каган И.И., Фатеев И.Н., Селиванов В.И. Способ определения скелетотопических параметров при ультразвуковом исследовании органов шеи // Патент РФ № RU № 2244511. Патентообладатель: Оренбургская государственная медицинская академия (ОГМА). 2005. 2002133922/14; заявлено 16.12.2002; опубл. 20.01.2005.
33. Улаева В.В., Сенченко А.А. Лучевые методы исследования в диагностике функциональной нестабильности шейного отдела позвоночника у подростков // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2015. Т. 5. № 5. С. 328.
34. Жарнова В.В., Жарнова О.А. Техническая обработка цифровых рентгенограмм и МРТ-изображений шейного отдела позвоночника в ортостатическом положении // Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Серия 6. Техника. 2018. Т. 8. № 2. С. 49-56.
35. Turner J.D., Akbarnia B.A., Eastlack R.K., Bagheri R., Nguyen S., Pamenta L. Radiographic outcomes of anterior column realignment for adult sagittal plane deformity: a multicenter analysis. *European Spine Journal*. 2015. vol. 24. no 3. P. 427–432.
36. Хомутова Е.Ю. Анатомия шейного отдела позвоночника новорожденных при лучевых методах исследования: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 2005. 22 с.
37. Табе Е.Э., Малахов О.А., Челпаченко О.Б., Жердев К.В., Тайбулатов Н.И., Васильченко В.В. Оптимальные методы диагностики нестабильности шейного отдела позвоночника у детей и подростков // Российский педиатрический журнал. 2013. Т. 1. С. 45.
38. Sun H.Y., Lee J.W., Park K.S., Wi J.Y., Kang H.S. Spine MR imaging features of subacute combined degeneration patients. *European Spine Journal*. 2014. vol. 23. № 5. P. 1052–1058.
39. Нажмудинова О.М. Современные методы лучевой и инструментальной диагностики патологии шейного отдела позвоночника у детей // Астраханский медицинский журнал. 2020. Т. 15. № 3. С. 24-29.
40. Anderst W.J., West T., Donaldson W.F. Cervical spine bone density in young healthy adults as a function of sex, vertebral level and anatomic location. *Eur. Spine. J*. 2017. vol. 26. P. 2281-2289.
41. Жарнов А.М., Жарнова О.А. Биомеханические процессы в межпозвонковом диске шейного отдела позвоночника при его движении // Российский журнал биомеханики. 2013. Т. 17. № 1. С. 32-40.
42. Комлева Н. Е., Спиринов В. Ф., Бакуткин В. В. Совокупность признаков для оценки состояния межпозвонковых дисков // *Фундаментальные исследования*. 2012. № 4-2. С. 288–290.
43. Плотникова Н.Н., Стрыгин А.В. Нормальные морфометрические параметры МРТ-изображений краниовертебрального перехода // *Хирургия позвоночника*. 2008. № 2. С. 53-57.

44. Терновой С.К., Серова Н.С., Абрамов А.С., Мискарян Т.И. Значение функциональной мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике нестабильности позвоночно-двигательных сегментов шейного отдела позвоночника // Вестник рентгенологии и радиологии. 2020. № 5. С. 296-303.
45. Кучиева М.Б., Чаплыгина Е.В. Анатомические параметры шеи в возрастном и половом аспектах. клиническое значение // Волгоградский научно-медицинский журнал. 2020. № 2. С. 14-17.
46. Чаплыгина Е.В., Кучиева М.Б., Маркевич А.В., Овсенко Т.Е. Типовая анатомия шеи. возможности определения и клиническое значение // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=29178> (дата обращения: 11.04.2021).
47. Малеев Ю.В., Черных А.В., Шевцов А.Н., Голованов Д.Н., Стекольников В.В. Актуальные вопросы типовой анатомии передней области шеи в аспекте запросов клинической практики // Журнал анатомии и гистопатологии. 2015. № 3. С. 79-80.
48. Шевкуненко В.Н. Типовая анатомия человека М.-Л.: Госиздат биологической и медицинской литературы, 1935. 232 с.
49. Воробьев А.А., Чигрова Н.А., Пылаева И.О., Баринаева Е.А. Эстетическая анатомия шеи. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2018. 296 с.