

Контент-анализ информации о клинико-лучевой диагностике повреждений и дегенеративных заболеваний шейного отдела позвоночника (обзор литературы)

Т. В. Захматова*

ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России

Content Analysis Information about Clinical and Beam Diagnostics of Injuries and Degenerative Diseases of the Cervical Spine (a Review of the Literature)

T. V. Zakhmatova

North-West State Medical University named after I. I. Mechnikov, Ministry of Healthcare of Russia

Реферат

Цель обзора — проанализировать научную информацию по клинико-лучевой диагностике дегенеративных заболеваний и повреждений шейного отдела позвоночника. Для изучения использовали традиционный качественный метод и контент-анализ 316 источников научной информации, из которых 77,5 % — за последние 5 лет. Для контент-анализа выделены 2 группы исследования: 1) единые клинические признаки в синдромальном контуре заболеваний и повреждений позвоночника; 2) лучевая диагностика патологии позвоночника. Определены их содержательные единицы анализа. В литературе достаточно полно освещены различные аспекты современных методов лучевой диагностики заболеваний и повреждений позвоночника (101 (32 %) отечественный и 111 (35,1 %) зарубежных источников), а также их клинические проявления (63 (19,9 %) и 41 (13 %) источников соответственно). Большинство публикаций посвящены комплексному обследованию пациентов (72 (34 %) источника), достаточное внимание уделяется методам спиральной компьютерной и магнитно-резонансной томографии, ультразвуковым исследованиям (39 (18,4 %), 38 (17,9 %) и 43 (20,3 %) соответственно), наименьшее число публикаций освещают рентгенографию (20 (9,4 %) источников). Использование

* Захматова Татьяна Владимировна, кандидат медицинских наук, докторант кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России.
Адрес: 191015, г. Санкт-Петербург, ул. Кировная, д. 41.
Тел.: +7 (905) 283-43-65. Электронная почта: tvzakh@mail.ru

Zakhmatova Tatiana Vladimirovna, Ph. D. Med., Doctoral Candidate of Department Radiologic Diagnostics of Mechnikov North-West State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia.
Address: 41, ul. Kirochnaya, Saint Petersburg, 195269, Russia.
Phone number: +7 (905) 283-43-65. E-mail: tvzakh@mail.ru

контент-анализа позволяет количественно оценить имеющуюся научную информацию и выделить наиболее перспективные направления диагностики.

Ключевые слова: контент-анализ, лучевая диагностика, повреждения шейного отдела позвоночника, дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника, дуплексное сканирование.

Abstract

The purpose of the review is to analyze scientific information on clinical and beam diagnosis of degenerative diseases and injuries of the cervical spine. Used traditional qualitative method and content analysis for the study of 316 sources of scientific information, of which 77,5 % during the last 5 years. We selected 2 groups for the content analysis: 1) common clinical signs in syndromic contour of diseases and injuries of the spine, 2) beam diagnosis of spinal pathology. Defined a meaningful unit of analysis. In the literature quite fully consecrated to different aspects of modern methods of beam diagnostics of diseases and injuries of the spine (101 (32 %) domestic and 111 (35,1 %) from foreign sources), and their clinical manifestations (63 (19,9 %) and 41 (13 %) sources respectively). The majority of publications is devoted to the comprehensive assessment of patients (72 (34 %) of the source), sufficient attention is paid to methods of CT and MR tomography, ultrasonic research (39 (18,4 %), 38 (17,9 %) and 43 (20,3 %) respectively) and the lowest number of publications covering the X-rays (20 (9,4 %) of sources). The use of content analysis allows for a quantitative evaluation of available scientific information and highlight the most promising directions in the diagnosis.

Key words: Content Analysis, Beam Diagnostics, Duplex Sonography, Injury, Degenerate Diseases, Cervical Department of a Backbone.

Актуальность

Дегенеративные заболевания (ДЗП) и позвоночно-спинно-мозговая травма (ПСМТ) шейного отдела позвоночника (ШОП) являются актуальной проблемой таких разделов медицины, как лучевая диагностика, неврология, травматология и нейрохирургия, в связи с их широкой распространенностью, поражением преимущественно людей трудоспособного возраста, склонностью к затяжному и рецидивирующему течению. Социально-экономическая значимость этих заболеваний обусловлена экономическими потерями в связи с временной нетрудоспособностью и частой инвалидизацией пациентов из-за развития компрессионных синдромов. Поэтому вопросам патогенеза, клиническим проявлениям, а также диагностике заболеваний и повреждений ШОП в литературе уделяется большое вни-

мание. Интенсивное развитие лучевой диагностики в последние годы привело к росту числа публикаций, посвященных проблеме показаний, возможностям и диагностической информативности различных современных методов нейровизуализации. Увеличение объема научной информации и необходимость углубленного объективного ее изучения требуют новых подходов, позволяющих наиболее полно систематизировать и обобщить имеющиеся сведения. Для этого может быть использован традиционный качественный метод, когда исследователь, изучив в подробностях источник информации, систематизирует их путем сравнения. Однако в этом случае имеет место определенный субъективизм. Возможность объективизации появляется при сочетании традиционных приемов с контент-анализом, под кото-

рым подразумевают метод качественно-количественного изучения научных данных, основанный на формализации содержания источников в соответствии с выделенными единицами. В ходе анализа осуществляют подсчет этих единиц, выявляют соотношение различных элементов содержания источников друг с другом и сравнения их с общим объемом информации.

Цель: проанализировать научную информацию по клинико-лучевой диагностике заболеваний и повреждений ШОП.

Проанализировано традиционным качественным методом и с использованием контент-анализа 316 источников информации, среди которых были печатные публикации и данные интернет-ресурсов, большинство из них (77,5 %) за последние 5 лет (табл. 1).

С целью осуществления контент-анализа выделены 2 группы исследования: 1) единые клинические признаки в синдромальном контуре ДЗП и ПСМТ; за содержательные единицы анализа приняты рефлекторные и компрессионные синдромы, клинические проявления синдрома позвоночной артерии (ПА) и

вертебрально-базилярной недостаточности (ВБН); 2) лучевая диагностика патологии позвоночника, в которой содержательными единицами анализа являлись рентгенография (РГ), магнитно-резонансная томография (МРТ), спиральная компьютерная томография (СКТ), ультразвуковые методы и их сочетание.

Несмотря на существенные различия таких нозологических форм, как ПСМТ и ДЗП, их синдромальный контур един и зависит от степени стеноза различных параметров позвоночно-двигательного сегмента (ПДС), наличия нестабильности и нарушений гемодинамики по ПА. Выделяются рефлекторные и компрессионные синдромы на уровне ШОП. Рефлекторные синдромы (болевого, мышечно-тонического, корешкового) обусловлены болевой импульсацией из различных структур ПДС (позвонков, связочного аппарата и мышц), рефлекторным проведением этих импульсов через возвратный (синувертебральный) нерв и задний корешок спинно-мозгового нерва (СМН) в спинной мозг с последующим переключением на передние и боковые рога. Компрессионные синдро-

Таблица 1

Распределение анализируемых отечественных и зарубежных источников научной информации по году издания

Год издания	Отечественные публикации		Зарубежные публикации		Всего	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
До 2005	7	2,2	10	3,1	17	5,3
2005–2009	25	7,9	29	9,2	54	17,1
2010–2015	132	41,8	113	35,8	245	77,6
Итого	164	51,9	152	48,1	316	100

мы (радикулопатия и миелопатия) связаны с прямым механическим воздействием на корешки СМН, спинной мозг и канал ПА [5].

В нарушениях гемодинамики по ПА различают 2 стадии: дистоническую (функциональную) и ишемическую (органическую). Дистоническая стадия характеризуется головными болями в шейно-затылочной области с иррадиацией в передние отделы головы (по типу «снятия шлема»), кохлеовестибулярными, зрительными и вегетативными нарушениями, ишемическая стадия – проявлениями ВБН, при которой возможно развитие стволовых альтернирующих синдромов, синкопальных приступов Унтерхарншайдта и внезапного падения (drop attacks) [9].

В литературе имеются публикации, указывающие на преувеличение роли синдрома ПА в развитии ВБН [6]. В настоящее время приводятся данные о том, что в основе патогенеза многих невро-

логических нарушений (таких, как головная боль, головокружение) лежат не нарушения гемодинамики в вертебрально-базилярном бассейне, а раздражение рецепторов ПДС с распространением импульса по рефлекторным связям в мозжечок, вестибулярный аппарат, ядра ствола головного мозга [20]. Наиболее частой патогенетической причиной головокружения является вестибулярная патология (доброкачественное пароксизмальное позиционное головокружение, вестибулярный нейронит, болезнь Меньера) и тревожно-фобические расстройства (психогенное головокружение) [6]. Зарубежные авторы не находят значимых изменений кровотока у пациентов с головокружением при ротационных пробах на экстракраниальном и интракраниальном уровнях [21].

Данные контент-анализа свидетельствуют о том, что 104 (32,9 %) научных источника посвящены клиническим признакам в синдромальном контуре

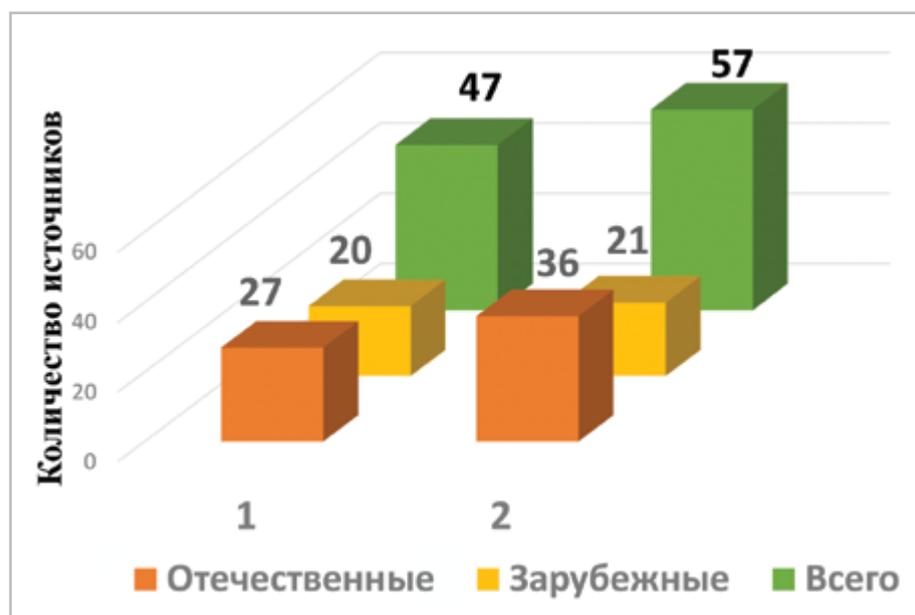


Рис. 1. Распределение отечественных и зарубежных научных источников из 1-й группы (n = 104) по доле принадлежащих на них содержательных единиц анализа: 1 – рефлекторные и компрессионные синдромы; 2 – клинические проявления синдрома ПА и ВБН

ПСМТ и ДЗП. Распределение их по доле содержательных единиц анализа представлено на рис. 1

Около половины литературных источников, посвященных клиническим проявлениям дегенеративных заболеваний и повреждений ШОП, нарушениям гемодинамики в вертебрально-базиллярном бассейне, являются отечественными (27 (57,4 %) и 36 (63,2 %) в 1 и 2 единицах анализа соответственно).

Диагностика заболеваний и повреждений ШОП основывается на результатах РГ, СКТ и МРТ [11]. РГ в 2 проекциях остается основным способом визуализации позвоночника на этапе скрининга. В литературе хорошо освещены показания к выполнению различных спондилограмм (прямые, боковые, косые, функциональные, через открытый рот) и возможности РГ, описаны основные морфологические признаки и стадии развития остеохондроза [2].

РГ и СКТ, позволяющие определить локализацию патологических костных разрастаний и травматических повреждений, недостаточно информативны для оценки состояния связочного аппарата и корешков СМН. Сравнительный анализ лучевых методов диагностики грыж межпозвоночных дисков (МПД) показал, что МРТ имеет чувствительность 98,9 %, специфичность — 96,8 %, точность — 97,8 %; СКТ — 93,7; 82,6; 89,1 соответственно. СКТ имеет высокую диагностическую значимость в выявлении дистрофических изменений ШОП, превосходит МРТ в оценке костных изменений, в том числе явлений артроза межпозвоночных (фасеточных) суставов, обызвествлений фиброзного кольца диска и желтой связки [18]. СКТ используется для определения размеров позвоночного канала, при этом уста-

новлена зависимость между диаметром позвоночного канала по результатам СКТ и степенью выраженности неврологических нарушений по шкале JOA, степенью компрессии спинного мозга [13]. Описаны способы определения с помощью СКТ: площади межпозвоночных отверстий и объема межпозвоночных каналов, углов дугоотростчатых суставов по отношению к фронтальной оси тела позвонка, степени компрессии ПА на основе измерения площади поперечного сечения отверстия ПА в норме и при ДЗП [7] и определения компрессии ПА с помощью СКТ и дуплексного сканирования (ДС) [3]. Выявлена сильная корреляция между диаметрами поперечных отверстий и объемным кровотоком по ПА, поэтому по размерам поперечных отверстий, определенных при СКТ, можно достоверно определить доминирующую ПА, что имеет значение при планировании хирургического лечения [16].

Метод МРТ позволяет установить изменения МПД, определить степень компрессии дурального мешка, спинного мозга и выраженность миелопатии, размеры межпозвоночных отверстий и степень компрессии корешков СМН [7]. Новые режимы МРТ предоставляют возможность визуализировать повреждение компримированных корешков СМН, а также приводящих корешковых артерий и вен, развитие арахноидита поврежденного сегмента; количественный анализ МРТ, а также использование режима диффузионно-тензорной визуализации — DTI (diffusion tensor imaging) являются чувствительными и надежными методами выявления ранних стадий дегенеративных изменений МПД и микроструктурных изменений белого вещества спинного мозга [12]. Некоторые

вопросы диагностики патологии позвоночника по результатам МРТ остаются спорными. Так, например, изменения МР-сигнала в зоне компрессии спинного мозга не всегда соответствуют очаговой неврологической симптоматике и выраженности миелопатии.

МРТ, выполняемая в горизонтальном положении, недооценивает сагиттальное смещение при дегенеративном спондилолистезе по сравнению с вертикальной боковой рентгенограммой [1], кинематическая МРТ в положениях сгибания, разгибания и нейтральном позволяет обнаружить нестабильность ШОП и выявить динамический стеноз позвоночного канала при цервикальной миелопатии, в том числе у молодых пациентов с отсутствием явных причин компрессии спинного мозга [15].

Недостатками СКТ и МРТ являются значительная себестоимость, необходимость пациентам с выраженным болевым синдромом длительное время находиться неподвижно, при МРТ — наличие артефактов от металлоконструкций, а при СКТ — значительная лучевая нагрузка. Поэтому в последние годы в зарубежной и отечественной литературе появились сообщения об успешном клиническом применении ультразвукового исследования (УЗИ) в диагностике заболеваний и повреждений ШОП. При выполнении УЗИ в сагиттальном сечении учитывают толщину МПД, в аксиальном — структуру и форму пульпозного ядра, толщину заднего сегмента фиброзного кольца, наличие участков истончений, разволокнений, разрывов, размеры участков протрузий фиброзного кольца и грыжевого выпячивания [23]. Посегментарная оценка структуры МПД и характеристика кровотока при ДС позволяют выявить уровень пора-

жения, на котором морфологические нарушения структуры ПДС приводят к нарушению кровотока по ПА. Данные литературы свидетельствуют о больших возможностях УЗИ для визуализации и количественной оценки структур ПДС с оптимальными результатами при использовании его в качестве скринингового метода.

Методикой выбора в диагностике ПСМТ является СКТ, обладающая высокой диагностической эффективностью по сравнению с другими методами лучевой диагностики [17]. РГ позволяет диагностировать нестабильность, повреждения позвоночника у 76 % пострадавших, однако РГ не выявляет 23–57 % всех переломов позвоночника, которые обнаруживаются при СКТ, более чем в половине случаев не удается выявить повреждения заднего опорного комплекса.

МРТ выполняют при ПСМТ в отдельных случаях в зависимости от результатов неврологического осмотра и данных, полученных при СКТ. Преимущества МРТ заключаются в возможности диагностики повреждений связочного аппарата, ушиба спинного мозга, травматической грыжи МПД [10]. У 5 % пациентов при МРТ обнаружили клинически значимые повреждения ШОП, которые не были диагностированы с помощью СКТ, причем в 3 % случаев повреждения требовали оперативного вмешательства [14]. Изучена взаимосвязь между стенозом позвоночного канала, степенью компрессии спинного мозга и выраженностью неврологических осложнений при ПСМТ по результатам МРТ [22].

По данным литературы показатели диагностической эффективности методов лучевой диагностики при поврежде-

ниях ШОП составили: специфичность СКТ — 90,9–99 %, чувствительность — 96 %, точность — 98–100 %; чувствительность РГ колеблется от 36 до 57 %, а МРТ достигает 83–100 %.

Современные ультразвуковые методы (дуплексное и триплексное сканирование) предоставляют возможность достаточно качественно визуализировать все сегменты ПА, выявить патологические изменения в ее просвете, оценить гемодинамические параметры кровотока, провести нагрузочные тесты для определения функционального состояния системы мозгового кровообращения при заболеваниях и повреждениях ШОП [4]. Ультразвуковая доплерография с использованием ротационных проб, в отличие от ДС, неинформативна в диагностике изменений кровотока и не может использоваться в качестве предварительного скрининга.

Анализ литературы показал, что ультразвуковая диагностика вертеброгенной патологии ПА при заболеваниях и повреждениях ШОП основывается на деформациях хода артерии на протяжении костного канала, снижении скоростных показателей кровотока по одной из ПА более чем в 1,5–2 раза и асимметрии кровотока, повышении индексов периферического сопротивления исходно и/или при функциональных нагрузках, однако не проводится оценка системной гемодинамической значимости локальной экстравазальной компрессии, суммарного объемного кровотока по ПА, не учитывается диаметр артерии, с которым чаще всего и связана асимметрия кровотока.

Спиральная компьютерная ангиография (СКТ-АГ) и магнитно-резонансная ангиография (МРА) позволяют визуализировать структурные изменения ПА

(деформации, диссекции, врожденные аномалии ПА) в 91 % случаев, признаки компрессии ПА (сужение просвета и извитости хода ПА в канале поперечных отростков) — у 59 % пациентов, при этом о вертеброгенной компрессии артерии судят только на основании деформаций ее хода без оценки изменений гемодинамики, четкие ангиографические признаки экстравазальной компрессии не описываются. Преимуществом ДС по сравнению с ангиографическими методами является количественная оценка показателей кровотока по ПА во всех ее сегментах, на основании которой можно установить уровень поражения и определить степень компенсации кровотока в вертебрально-базилярном бассейне. В литературе показатели информативности метода ДС в диагностике компрессии ПА значительно отличаются, например чувствительность составила от 69 до 92,4 %.

По данным ряда авторов [8], при сопоставлении МРТ ШОП и МРА брахиоцефальных артерий у пациентов со спондилогенной ВБН не выявлено стенозирующего поражения ПА в канале поперечных отростков позвонков, а дегенеративно-дистрофические изменения, обнаруживаемые при МРТ и РГ, не оказывают непосредственного воздействия на ПА, вызывая лишь извитости ее хода.

По данным многоцентрового междисциплинарного исследования для визуализации повреждений ПА используют: СКТ-АГ — в 22,8 % случаев при первичном обследовании, МРА — в 22,8 %, рентгеноконтрастную ангиографию — в 15 %, ультразвуковые методы — в 39,4 % [19].

Использование метода контент-анализа показало, что 212 (67,1 %) научных

источников (101 (47,6 %) отечественный и 111 (52,4 %) зарубежных) освещают различные аспекты лучевой диагностики ДЗП и ПСМТ, основными задачами которой являются разграничение консервативного и хирургического методов лечения, выделение основного механизма поражения (компрессионный, ирритационный, дисгемический) и характера повреждения (стеноз структур ПДС, нестабильность, нарушение гемодинамики в вертебрально-базиллярном бассейне). Распределение источников по доле содержательных единиц анализа представлено на рис. 2.

Анализ литературных источников показал, что большинство публикаций посвящены комплексному обследованию пациентов, включающему РГ-, СКТ-, МРТ- и ультразвуковые методы (72 (34 %) источника). Наименьшее число публикаций освещают РГ (20 (9,4 %) источников), достаточное внимание уделяется СКТ-, МРТ- и ультразвуковым методам исследования (ДС и

УЗИ ШОП): 39 (18,4 %), 38 (17,9 %) и 43 (20,3 %) соответственно.

Заключение

Анализ многочисленных литературных данных, посвященных проблеме клиничко-лучевой диагностики дегенеративных заболеваний и повреждений шейного отдела позвоночника, показал, что достаточно полно освещены различные аспекты современных методов лучевой диагностики: показания к исследованию, преимущества и недостатки, информативность методов (101 (32 %) отечественный и 111 (35,1 %) зарубежных источников). Уделяется внимание и клиническим проявлениям патологии позвоночника (63 (19,9 %) и 41 (13 %) источник соответственно). Однако существуют неоднозначные взгляды на многие вопросы. Не определены четкие критерии экстравазальной компрессии позвоночной артерии на основании оценки не только локальных вертебро-

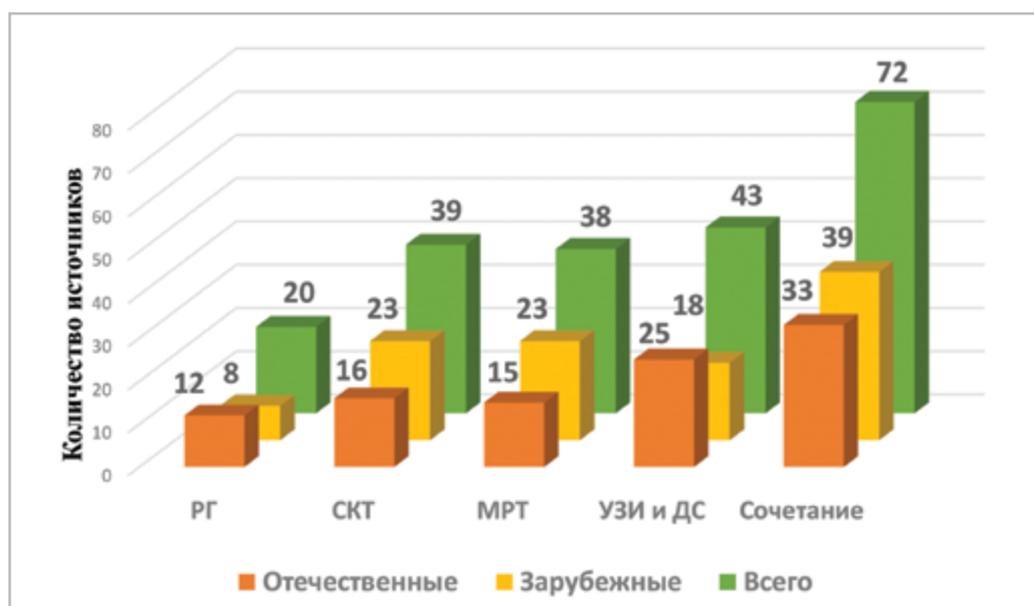


Рис. 2. Распределение отечественных и зарубежных научных источников из 2-й группы (n = 212) по доле приходящихся на них содержательных единиц анализа

генных влияний, но и системной гемодинамической значимости. Требуется уточнения патогенез развития дегенеративных синдромов, в том числе синдрома позвоночной артерии, на основании изучения взаимосвязи между степенью выраженности дегенеративных изменений шейного отдела позвоночника по данным лучевого обследования с нарушениями гемодинамики в вертебрально-базиллярном бассейне по результатам ДС и неврологической симптоматикой. Необходимо установить взаимосвязь между различными видами повреждений позвоночника на шейном уровне, выявленными при лучевом обследовании, и изменениями гемодинамики по позвоночным артериям при дуплексном сканировании. Использование наряду с традиционным качественным методом контент-анализа позволяет количественно оценить имеющуюся научную информацию и выделить наиболее перспективные направления диагностики.

Список литературы

1. *Бажин А. В., Егорова Е. А.* Функциональные магнитно-резонансные исследования поясничного отдела позвоночника (обзор литературы) // *Радиология – практика.* 2015. № 4. С. 40–50.
2. *Егорова Е. А.* Рентгенодиагностика в остеологии: Учеб. пос. для врачей и студентов мед. вузов. М.: АП «Столица», 2015. 556 с.
3. *Захматова Т. В., Щедренко В. В., Могуцкая О. В.* Диагностика компрессии позвоночной артерии с использованием спиральной компьютерной томографии и цветового дуплексного сканирования // *Вестник РНЦРР.* 2014. № 14; URL: http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v14/papers/zahmatova_v14.htm.
4. *Захматова Т. В., Щедренко В. В., Могуцкая О. В.* Дегенеративные заболевания и повреждения шейного отдела позвоночника: значения результатов лучевой диагностики при планировании хирургического лечения // *Радиология – практика.* 2015. № 6. С. 25–34.
5. *Мументалер М., Штер М., Мюллер-Фаль Г.* Поражения периферических нервов и корешковые синдромы. М.: МИА, 2014. 616 с.
6. *Парфенов В. А., Бестужева Н. В.* Диагностика и лечение головокружения в амбулаторной практике // *Врач.* 2012. № 12. С. 14–18.
7. *Себелев К. И.* Оптимизация лучевой диагностики дегенеративных заболеваний позвоночника в аспекте хирургического лечения: Дис. ... докт. мед. наук. СПб., 2012. 283 с.
8. *Ситель А. Б., Кузьминов К. О., Бахтадзе М. А.* Влияние дегенеративно-дистрофических процессов в шейном отделе позвоночника на нарушения гемодинамики в вертебрально-базиллярной системе // *Мануальная терапия.* 2010. Т. 37. № 1. С. 10–21.
9. *Скоромец А. А., Скоромец А. П., Скоромец Т. А.* Нервные болезни. 8-е изд. М.: МЕДпресс-информ, 2013. 560 с.
10. *Спужак М. И., Шармазанова Е. П., Коломийченко Ю. А., Спужак С. М.* Лучевая диагностика повреждений верхнешейного отдела позвоночника у детей дошкольного возраста по данным рентгенографии и магнитно-резонансной томографии // *Радиология – практика.* 2011. № 4. С. 100–102.
11. *Шерман Л. А., Сташук Г. А., Денисова Л. Б., Киселев А. М., Биктимиров Р. Г.* Комплексная лучевая диагностика: последствия «малой травмы» позвоночника // *Радиология – практика.* 2011. № 4. С. 111–113.

12. *Banaszek A., Bladowska J., Szewczyk P., Podgorski P., Sasiadek M.* Usefulness of diffusion tensor MR imaging in the assessment of intramedullary changes of the cervical spinal cord in different stages of degenerative spine disease // *Eur. Spine J.* 2014. V. 23. № 7. P. 1523–1530.
13. *Dong F., Shen C., Jiang S., Zhang R., Song P. et al.* Measurement of volume-occupying rate of cervical spinal canal and its role in cervical spondylotic myelopathy // *Eur. Spine J.* 2013. V. 22. P. 1152–1157.
14. *Fisher B. M., Cowles S., Matulich J. R., Evanson B. G., Vega D., Dissanaik S.* Is magnetic resonance imaging in addition to a computed tomographic scan necessary to identify clinically significant cervical spine injuries in obtunded blunt trauma patients? // *The Am. J. of Surgery.* 2013. V. 206. P. 987–994.
15. *Hayashi T., Wang J. C., Suzuki A., Takahashi S., Scott T. P. et al.* Risk factors for missed dynamic canal stenosis in the cervical spine // *The Spine J.* 2014. V. 39. № 10. P. 812–819.
16. *Kotil K., Kilincer C.* Sizes of the transverse foramina correlate with blood flow and dominance of vertebral arteries // *The Spine J.* 2014. V. 14. P. 933–937.
17. *McCutcheon L., Schmocker N., Blanksby K., Bhandary K., Deacon B., Reed W.* Best practice in diagnostic imaging after blunt force trauma injury to the cervical spine: a systematic review // *J. of Med. Imaging and Rad. Sciences.* 2015. V. 46. P. 231–240.
18. *Park M. S., Lee Y. B., Moon S. H., Lee H. M., Kim T. H. et al.* Facet joint degeneration of the cervical spine: a computed tomographic analysis of 320 patients // *The Spine J.* 2014. V. 39. № 12. P. E713–E718.
19. *Payabvash S., McKinney A. M., McKinney Z. J., Palmer C. S., Truweit C. L.* Screening and detection of blunt vertebral artery injury in patients with upper cervical fractures: the role of cervical CT and CT angiography // *Eur. J. of Radiol.* 2014. V. 83. № 3. P. 571–577.
20. *Peng B., Pang X., Li D., Yang H.* Cervical spondylosis and hypertension: a clinical study of 2 cases // *Med.* 2015. V. 94. № 10. P. 618.
21. *Sultan M. J., Hartshorne T., Naylor A. R.* Extracranial and transcranial ultrasound assessment in patients with suspected positional «Vertebrobasilar Ischaemia» // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2009. V. 38. P. 10–13.
22. *Takao T., Morishita Y., Okada S., Maeda T., Katoh F. et al.* Clinical relationship between cervical spinal canal stenosis and traumatic cervical spinal cord injury without major fracture or dislocation // *Eur. Spine J.* 2013. V. 22. P. 2228–2231.
23. *Vergari C., Rouch P., Dubois G., Bonneau D., Dubousset J. et al.* Non-invasive biomechanical characterization of intervertebral discs by shear wave ultrasound elastography: a feasibility study // *Eur. Radiol.* 2014. V. 24. № 12. P. 3210–3216.

References

1. *Bazhin A. V., Egorova E. A.* Functional magnetic resonance imaging of the lumbar spine (literature review). *Radiologija – praktika.* 2015. No. 4. P. 40–50 (in Russian).
2. *Egorova E. A.* Diagnostic radiology in osteology. Study guide for physicians and medical students. Moscow: AP Stolica, 2015. 556 p. (in Russian).
3. *Zakhmatova T. V., Shedrenok V. V., Moguchaja O. V.* Diagnosis of compression of the vertebral arteries using spiral CT and color duplex scanning. *Vestnik RNCRR.* 2014. No. 14; URL: http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v14/papers/zahmatova_v14.htm (in Russian).

4. *Zakhmatova T. V., Shedrenok V. V., Moguchaja O. V.* Degenerative diseases and injuries of the cervical spine: value of the imaging results at surgery planning. *Radiologija – praktika*. 2015. No. 6. P. 25–34 (in Russian).
5. *Mumentaler M., Shter M., Mjuller-Fal' G.* Lesions of peripheral nerves and radicular syndromes. Moscow: MIA, 2014. 616 p. (in Russian).
6. *Parfenov V. A., Bestuzheva N. V.* Diagnosis and treatment of vertigo in outpatient practice. *Vrach*. 2012. No. 12. P. 14–18 (in Russian).
7. *Sebelev K. I.* The optimization of radiological diagnosis of degenerative spinal diseases in the aspect of surgical treatment. *Dis. ... d-ra med. nauk*. Saint Petersburg, 2012. 283 p. (in Russian).
8. *Sitel' A. B., Kuz'minov K. O., Bahtadze M. A.* The influence of degenerative processes in the cervical spine on the hemodynamics disturbances in vertebrobasilar system. *Manual'naja terapija*. 2010. V. 37. No. 1. P. 10–21 (in Russian).
9. *Skoromec A. A., Skoromec A. P., Skoromec T. A.* Nervous diseases. 8-e izd. Moscow: MEDpress-inform, 2013. 560 p. (in Russian).
10. *Spuzjak M. I., Sharmazanova E. P., Kolomijchenko Ju. A., Spuzjak S. M.* Radiological diagnosis of injuries of the upper cervical spine in children of preschool age according to x-ray and magnetic resonance imaging. *Radiologija – praktika*. 2011. No. 4. P. 100–102 (in Russian).
11. *Sherman L. A., Stashuk G. A., Denisova L. B., Kiselev A. M., Biktimirov R. G.* Complex radial diagnostics of consequences of «minor injuries» spine. *Radiologija – praktika*. 2011. No. 4. P. 111–113 (in Russian).
12. *Banaszek A., Bladowska J., Szewczyk P., Podgorski P., Sasiadek M.* Usefulness of diffusion tensor MR imaging in the assessment of intramedullary changes of the cervical spinal cord in different stages of degenerative spine disease. *Eur. Spine J.* 2014. V. 23. No. 7. P. 1523–1530.
13. *Dong F., Shen C., Jiang S., Zhang R., Song P. et al.* Measurement of volume-occupying rate of cervical spinal canal and its role in cervical spondylotic myelopathy. *Eur. Spine J.* 2013. V. 22. P. 1152–1157.
14. *Fisher B. M., Cowles S., Matulich J. R., Evanson B. G., Vega D., Dissanaike S.* Is magnetic resonance imaging in addition to a computed tomographic scan necessary to identify clinically significant cervical spine injuries in obtunded blunt trauma patients? *The Am. J. of Surgery*. 2013. V. 206. P. 987–994.
15. *Hayashi T., Wang J. C., Suzuki A., Takahashi S., Scott T. P. et al.* Risk factors for missed dynamic canal stenosis in the cervical spine. *The Spine J.* 2014. V. 39. No. 10. P. 812–819.
16. *Kotil K., Kilincer C.* Sizes of the transverse foramina correlate with blood flow and dominance of vertebral arteries. *The Spine J.* 2014. V. 14. P. 933–937.
17. *McCutcheon L., Schmocker N., Blanksby K., Bhandary K., Deacon B., Reed W.* Best practice in diagnostic imaging after blunt force trauma injury to the cervical spine: a systematic review. *J. of Medical Imaging and Radiation Sciences*. 2015. V. 46. P. 231–240.
18. *Park M. S., Lee Y. B., Moon S. H., Lee H. M., Kim T. H. et al.* Facet joint degeneration of the cervical spine: a computed tomographic analysis of 320 patients. *The Spine J.* 2014. V. 39. No. 12. P. E713–E718.
19. *Payabvash S., McKinney A. M., McKinney Z. J., Palmer C. S., Truwit C. L.* Screening and detection of blunt vertebral artery injury in patients with upper cervical fractures: the role of cervical CT and CT angiography. *Eur. J. of Radiol.* 2014. V. 83. No. 3. P. 571–577.

20. Peng B., Pang X., Li D., Yang H. Cervical spondylosis and hypertension: a clinical study of 2 cases. *Med.* 2015. V. 94. No. 10. P. 618.
21. Sultan M. J., Hartshorne T., Naylor A. R. Extracranial and transcranial ultrasound assessment in patients with suspected positional «Vertebrobasilar Ischaemia». *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surgery.* 2009. V. 38. P. 10–13.
22. Takao T., Morishita Y., Okada S., Maeda T., Katoh F. *et al.* Clinical relationship between cervical spinal canal stenosis and traumatic cervical spinal cord injury without major fracture or dislocation. *Eur. Spine J.* 2013. V. 22. P. 2228–2231.
23. Vergari C., Rouch P., Dubois G., Bonneau D., Dubousset J. *et al.* Non-invasive biomechanical characterization of intervertebral discs by shear wave ultrasound elastography: a feasibility study. *Eur. Radiol.* 2014. V. 24. No. 12. P. 3210–3216.

Сведения об авторе

Захматова Татьяна Владимировна, кандидат медицинских наук, докторант кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России.
Адрес: 191015, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41.
Тел.: +7 (905) 283-43-65. Электронная почта: tvzakh@mail.ru

Zakhmatova Tatiana Vladimirovna, Ph. D. Med., Doctoral Candidate of Department Radiologic Diagnostics of Mechnikov North-West State Medical University, Ministry of Healthcare Russia.
Address: 41, ul. Kirochnaya, Saint Petersburg, 195269, Russia.
Phone number: +7 (905) 283-43-65. E-mail: tvzakh@mail.ru.

Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Автор заявляет, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.