

ПАТОЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ ПРИ ТРАВМЕ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

PATHOLOGY OF VERTEBRAL ARTERY IN TRAUMA OF THE CERVICAL SPINE

**Щедренок В.В. Shchedrenok V.V.
Захматова Т.В. Zakhmatova T.V.
Могучая О.В. Moguchaya O.V.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Северо-Западный Федеральный медицинский
исследовательский центр» им. В.А. Алмазова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации,

North-Western Federal
Medical Research Center
named after V.A. Almazov,

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Северо-Западный государственный медицинский
университет им. И.И. Мечникова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации,

North-Western
Federal Medical University
named after I.I. Mechnikov,

г. Санкт-Петербург, Россия Saint Petersburg, Russia

Анатомо-топографические особенности хода позвоночной артерии (ПА) определяют высокую вероятность ее повреждения вследствие значительной подвижности шейных позвонков, небольшой величины резервных пространств в одноименном канале, а также многообразия компрессирующих субстратов.

Цель исследования – провести клинико-лучевые сопоставления в диагностике патологии позвоночной артерии при травме шейного отдела позвоночника с использованием оптимизированных протоколов визуализации.

Материалы и методы. Исследование основано на анализе результатов комплексного обследования и курации 198 пострадавших с позвоночно-спинномозговой травмой (ПСМТ) шейного отдела позвоночника, находившихся на лечении в течение 2010–2016 гг. Среди пострадавших преобладали мужчины (76,3 %), средний возраст составил $38,9 \pm 1,0$ лет.

Результаты. Усредненные показатели диагностической эффективности цветového дуплексного сканирования (ЦДС) с использованием новых способов морфометрии при патологии ПА сопоставимы с показателями ангиографических методик: чувствительность ЦДС составила 88,3 %, специфичность – 85,3 %, ангиографических методик – 91,3 и 87,4 % соответственно, различия статистически незначимы ($p > 0,05$). Развитие локальных гемодинамически значимых влияний на ПА напрямую зависит от степени стеноза площади поперечного сечения ее канала ($p = 0,04$). Ультразвуковые признаки патологии ПА обнаружили у 186 человек (93,9 %), основными из них являлись деформации хода с локальной гемодинамической значимостью (29,3 %), компрессия с системным дефицитом кровотока (9,1 %), ирритативные влияния (25,8 %), тромбоз и диссекция (10,1 %), а также экстравазальные влияния на уровне V3-сегмента (8,6 %). Венозная дисциркуляция в вертебрально-базиллярном бассейне наряду с другими ультразвуковыми синдромами патологии ПА имела место в 63,6 % случаев.

Выводы. При повреждениях шейного отдела позвоночника возникает клинико-ортопедо-неврологический синдром, обусловленный деформацией или разрушением структур позвоночно-двигательного сегмента, в том числе канала позвоночной артерии. Выполнение морфометрии при СКТ, МРТ и ЦДС позволяет улучшить ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения.

Ключевые слова: позвоночно-спинномозговая травма; позвоночная артерия; количественная визуализация; цветовой дуплексный сканирование.

Anatomical and topographical features of the course of the vertebral artery (VA) define the high probability of its damage owing to significant mobility of the cervical vertebrae, small size of reserve spaces in the channel and variety of the compressing substrates.

Objective – to carry out the clinical and radial comparisons in diagnostics of VA pathology in cervical spine injury with use of the optimized protocols of visualization.

Materials and methods. The research is based on the analysis of results of comprehensive examination and treatment of 198 victims with a spinal cervical injury who were on treatment during 2010-2016. Among victims the men (76.3 %) prevailed. The mean age was 38.9 ± 1.0 .

Results. The average indicators of diagnostic efficiency of the color duplex scanning (CDS) with use of new methods of morphometry in case of pathology of VA are comparable to the indicators of angiographic techniques: sensitivity of CDS was 88.3 %, specificity – 85.3 %, angiographic techniques – 91.3 % and 87.4 % respectively, the differences were statistically not significant ($p > 0.05$). Development of significant local hemodynamic influences on VA directly depends on the degree of stenosis of cross-sectional area of its channel ($p = 0.04$). Ultrasound signs of VA pathology were detected in 186 victims (93.9 %). The main signs were deformation of pathway with local hemodynamic significance (29.3 %), compression with systemic deficiency of blood flow (9.1 %), irritative effects (25.8 %), thrombosis and dissection (10.1 %) and extravasal impact on the level of V3-segment (8.6 %). Venous discirculation in vertebral-basilar zone and other ultrasonic syndromes pathology of VA occurred in 63.6 % of the cases.

Conclusion. The clinical-orthopedic-neurological syndrome appears in injuries to the cervical spine and it is caused by deformation or destruction of the structures of the vertebral segment, including the channel of the vertebral artery. Performing the morphometry with CT, MRI and CDS allows improving immediate and remote results of surgical treatment.

Key words: spinal cord injury; vertebral artery; quantitative imaging; color duplex scanning.

Позвоночно-спинномозговая травма (ПСМТ) является актуальной проблемой в связи с ее широкой распространенностью, прогрессирующим ростом за последние 20-30 лет и вовлечением преимущественно людей трудоспособного возраста. Социально-экономическая значимость этих повреждений обусловлена значительными затратами по временной нетрудоспособности, часто возникающей стойкой утратой трудоспособности, а также необходимостью длительного, в том числе и высокотехнологического, лечения [1, 3-8, 11-16]. В структуре ПСМТ удельный вес повреждений шейного отдела позвоночника (ШОП) составляет до 35-37 %, среди которых преобладают повреждения нижнешейного отдела, составляя 2/3 от них. Среди пострадавших с политравмой от 2 до 10 % имеют повреждения ШОП; при этом около 60 % из них – осложненные. Множественные повреждения позвонков выявляются в 14-60 % случаев [1, 3, 4, 6, 11, 15, 16].

Позвоночная артерия имеет анатомо-топографические особенности ее хода, которые определяют значительную вероятность сдавления этой артерии: это высокая подвижность шейных позвонков, небольшая величина имеющихся в канале ПА резервных пространств и многообразие возможных компримирующих агентов, от травматических грыж межпозвонковых дисков и фрагментов разрушенных связок до частей тел и дужек позвонков [3-7, 11, 16]. Современная магнитно-резонансная (МРТ) и спиральная компьютерная томография (СКТ) предоставляют возможность определить, наряду с уровнем, также характер и степень выраженности поражения основной составляющей позвоночного столба – позвоночно-двигательного сегмента (ПДС), спинного мозга, сосудов и корешков спинномозговых нервов, окружающих тканей [6-11]. В настоящее время в медицинской практике широко внедряются ультразвуковые методики исследования сосудистой системы, что обусловлено их доступностью, безопасностью и экономической эффективностью. Использование цветового дуплексного

сканирования (ЦДС) обеспечивает возможность получения достаточно объективных и достоверных данных о наличии или отсутствии патологии сосудистого русла, изменениях стенок и просветов сосудов, как врожденного, так и приобретенного характера, позволяет уточнить особенности хода артерий, диагностировать стенозы и окклюзии, а также установить наличие экстравазальных влияний, в частности, на позвоночные артерии, рассчитать линейные и объемную составляющие скоростных показателей кровотока на экстра- и интракраниальном уровнях [7, 9, 14].

Цель исследования – провести клиничко-лучевые сопоставления в диагностике патологии позвоночной артерии на фоне повреждения шейного отдела позвоночника с использованием оптимизированного протокола нейровизуализации.

Задачи исследования: 1) выполнить сравнительный анализ основных ортопедо-неврологических синдромов, характера и степени неврологического дефицита, а также нарушений жизнедеятельности с использованием стандартизованных шкал; 2) осуществить сравнительный анализ результатов лучевой диагностики (рентгенография, СКТ, МРТ и ЦДС) с определением степени выраженности дискомедулярного, дискорадикулярного компрессионных синдромов, оценки изменений кровотока по позвоночным артериям; 3) выделить и проанализировать ультразвуковые особенности заинтересованности позвоночной артерии на основании количественного по сегментарному изучения гемодинамики в сочетании с оценкой не только локальных вертеброгенных влияний, но и их системной гемодинамической значимости, а также суммарного объема кровотока с целью описания ультразвуковых синдромов ПА; 4) оптимизировать системную диагностику наличия или отсутствия экстравазальной компрессии, выраженности ирритативных воздействий и степени компенсации кровотока по ПА при использовании ультразвукового метода, изучив диагностическую информативность ЦДС в сравнении с ангиографическими методиками.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведенное исследование основано на анализе результатов комплексного обследования и курации 198 пострадавших с травматическими повреждениями шейного отдела позвоночника, находившихся в Ленинградской областной клинической больнице, городской больнице Святой преподобномученицы Елизаветы Санкт-Петербурга и Российском научно-исследовательском нейрохирургическом институте им. проф. А.Л. Поленова в 2010-2016 гг. В качестве способа формирования выборочной совокупности использована рандомизированная гетерогенная комбинированная выборка. Среди пациентов преобладали мужчины (76,3 %), средний возраст составил $38,9 \pm 1,0$ лет. Основными причинами ПСМТ стали ДТП (38,4 %), бытовая травма (33,3 %) и ныряние (19,7 %). Изолированная ПСМТ встречалась в 121 случае (61,1 %), сочетанная травма – у 77 пострадавших (38,9 %).

Комплексное клиничко-лучевое обследование включало анализ невролого-ортопедического статуса с использованием различных стандартизованных объективных шкал, рентгенографическое исследование ШОП, выполнение МРТ и/или СКТ шейного отдела позвоночника и спинного мозга, ЦДС брахиоцефальных сосудов. Оптимизация протоколов выполнения СКТ и МРТ-исследований заключалась в использовании морфометрии различных параметров позвоночно-двигательного сегмента (ПДС), таких как канал ПА, дугоотростчатые суставы, межпозвонковые отверстия, межпозвонковые и позвоночные каналы. Оптимизация протокола ЦДС предусматривала количественную оценку компрессии и ирритации позвоночной артерии, анализ компенсации кровотока.

Рентгенологическое обследование выполнено с использованием цифровой рентгенодиагностической установки «Easy Diagnost Eleva» Philips с двумя рентгеновскими трубками, телеуправляемого цифрового рентгенодиагностического аппарата КРТ-О-КО и АРЦ-1 ПС фирмы «Электрон», с помощью рентгенодиа-

гностического передвижного аппарата С-дуга РТС 612 фирмы «Электрон». Лучевое исследование выполнено на компьютерных томографах Aquilion 64 и Aquilion 16 Toshiba, «Brilliance 6S» Philips, 1,5Т магнитно-резонансных томографах «Signa Exite» GE, «Excelerat Vantage Atlas» Toshiba, «Intera» Philips, а также с помощью многофункциональных ультразвуковых сканеров «EUB 5500» Hitachi и «Vivid S6» GE.

Статистическая обработка результатов, полученных в ходе исследования, осуществлена с использованием математического пакета «Statistica 7» компании «StatSoftInc» для операционной системы «Windows XP». В процессе выполнения статистической обработки определяли экстенсивные коэффициенты (%), характеризующие отношение частей к целому, средние арифметические величины (M) и средние ошибки средних арифметических величин (m) по амплитуде вариационного ря-

ми характеристиками: чувствительность, специфичность и диагностическая точность [2, 6, 9].

Все пациенты, участвующие в клиническом исследовании, дали письменное добровольное информированное согласие в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение пострадавших с травмой ШОП представлено в таблице 1. В 121 случае имела место изолированная (61,1 %) и в 77 (38,9 %) – сочетанная травма.

После предварительного обследования устанавливали доминирующий характер повреждений (табл. 1) и необходимость дополнительных исследований (табл. 2). При этом проводили ангиографическое исследование в виде СКТ-ангиографии (СКТ-АГ) и катетеризационной дигитальной ангиографии (АГ).

Распределение пациентов по основному ультразвуковому синдрому представлено в таблице 3, при этом наиболее часто обнаружена венозная дисциркуляция, как в изолированном виде, так и в сочетании с другими синдромами.

Комплексная спиральная компьютерная томография, которая включала обследование нескольких областей: головного мозга, костей лицевого скелета, шейного и грудно-поясничного отделов позвоночника, органов грудной клетки, костей таза – была предпринята у 23,2 % пациентов, из которых у 7,1 % дополнительно была проведена томография брюшной полости. Укладку пострадавшего на стол томографа вне зависимости от числа исследуемых областей проводили одновременно, что обеспечивало малую травматичность.

Хирургические вмешательства (табл. 4) выполнены 139 пострадавшим (70,2 %), в большинстве случаев (79 наблюдений) в виде передней декомпрессивно-стабили-

Таблица 1
Распределение пациентов с травмой шейного отдела позвоночника по наличию повреждения других анатомических областей (n = 198)
Table 1
Distribution of patients with cervical spinal injury according to presence of injuries to other anatomical regions (n = 198)

Анатомическая область повреждения Anatomical region of injury		Число пациентов Number of patients		
		Абс.	Abs.	%
Изолированная травма / Single injury		121		61.1
Сочетанная травма Associated injury	Черепно-мозговая травма (ЧМТ) Traumatic brain injury (TBI)	53		26.8
	ЧМТ, травма груди, таза, конечностей и других отделов позвоночника TBI, injuries to chest, pelvis, limbs and other spinal segments	15		7.6
	Травма груди, таза, конечностей и других отделов позвоночника Injuries to chest, pelvis, limbs and other spinal segments	9		4.5
Всего / Total		198		100

да. Вероятность ошибочного отклонения нулевой гипотезы протестирована критерием χ^2 , различие считали достоверным при достигнутом уровне значимости (p) менее 0,05. В процессе статистической обработки предпринято изучение диагностической эффективности лучевых методов. Для характеристики информативности диагностических методов исследования служили общепринятые объективные параметры, именуемые операционны-

Таблица 2
Распределение пострадавших по методам обследования (n = 198)
Table 2
Distribution of patients according to examination techniques (n = 198)

Метод обследования / Examination technique	%
Обзорная рентгенография / Plain X-ray	69.7
СКТ / SCT	79.3
МРТ / MRI	59.6
СКТ-АГ / SCT-AG	36.9
Катетеризационная дигитальная АГ / Catheter digital AG	7.6
ЦДС / CDS	100.0

Таблица 3
Распределение пациентов по основным ультразвуковым синдромам (n = 198)
Table 3
Distribution of patients according to main ultrasonic syndromes (n = 198)

Ультразвуковые синдромы / Ultrasonic syndromes	Число пациентов Number of patients	
	Абс. Abs.	%
Гемодинамически незначимая извитость / Tortuosity with insignificant hemodynamics	22	11.1
Деформация с локальной гемодинамической значимостью Deformation with local hemodynamic significance	48	29.3
Экстравазальная компрессия / Extravasal compression	16	9.1
Ирритативные влияния / Irritative influence	53	25.8
Десекция и тромбоз / Dissection and thrombosis	20	10.1
Экстравазальные влияния на уровне V3-сегмента Extravasal influence at level of V3-segment	27	8.6
Венозная дисциркуляция / Venous discirculation	126	63.6

зирующей операции и передней микродискэктомии со стабилизацией позвоночника (56,8 %).

Изучение диагностической информативности использованных в процессе выполнения работы различных методов обследования пострадавших представлено в таблице 5, где Se (sensitivity) – чувствительность, Sp (specificity) – специфичность, Ac (accuracy) – точность. Данные исследования показали, что ЦДС обладает высокими показателями информативности, и эти показатели сравнимы с таковыми при использовании ангиографических методик.

При ПСМТ умерли 10 человек, летальность составила 5,1 %. Причины смерти: восходящий отек спинного мозга (4 случая), дыхательная недостаточность (5), сердечно-сосудистая недостаточность (1).

Оптимизация обследования пострадавших с морфометрией при выполнении СКТ, МРТ и ЦДС предоставляет данные для многогран-

Таблица 4
Распределение пострадавших по характеру хирургических вмешательств
Table 4
Distribution of patients according to patterns of surgical interventions

Характер хирургического вмешательства Character of surgical intervention	Число случаев Number of cases	
	Абс. Abs.	%
Передняя декомпрессивно-стабилизирующая операция Anterior decompressive stabilizing surgery	59	42.4
Передняя микродискэктомия со стабилизацией позвоночника Anterior microdiscectomy with spinal stabilization	20	14.4
Передняя декомпрессия, задний спондилодез Anterior decompression, posterior spondylodesis	3	2.2
Задний спондилодез / Posterior spondylodesis	13	9.4
Открытое вправление переломовывиха Open reduction of dislocation fracture	25	18
Окципитоспондилодез Occipitospondylodesis	14	10
Металлостеосинтез C2-позвонка Metal fixation of C2 vertebra	5	3.6
Всего / Total	139	100

ной оценки костных и мягкотканых структур, составляющих ПДС, в том числе канала позвоночной артерии, а также сосудисто-невраль-

ных структур, включая позвоночную артерию, что позволяет улучшить ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения.

Таблица 5
Показатели информативности диагностических методов при ПСМТ (n = 198)
Table 5
The indices of information efficiency of diagnostic techniques for spinal cord injury (n = 198)

Метод исследования Examination technique	Показатель информативности (%) / Information capacity (%)		
	Ac	Se	Sp
Рентгенография / X-ray imaging	58.2*	63.7*	55.6*
СКТ / SCT	91.5	93.8	89.1
МРТ / MRI	62.7*	68.5*	57.3*
СКТ-АГ, АГ / SCT-AG, AG	89.4	91.3	87.4
ЦДС / CDS	86.9	88.3	85.3

Примечание: * - различия статистически значимы в сравнении с СКТ

Note: * - statistically significant differences as compared to SCT

Хорошие (значительное улучшение) и отличные (полный регресс симптоматики) результаты были получены в 54,5 % и 65,2 % соответственно ($p = 0,00001$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Компьютерная томография к настоящему времени не потеряла своего значения в той степени, как первоначально прогнозировали после появления и активного развития МРТ. Это обусловлено более широкой доступностью, а также экономичностью СКТ в сравнении с МРТ, отсутствием артефактов от металлоконструкций, более щадящими для пациента условиями обследования, которые связаны со значительно меньшими затратами времени сканирования, что особенно важно у беспокойных пациентов, при черепно-мозговой и политравме. Данные, приводимые в литературе, свидетельствуют о том, что в плане повышения информативности существенными являются инженерно-технические усовершенствования многослойной СКТ, позволяющие улучшить пространственное и временное разрешение при исследовании костных структур [10]. ПСМТ с наличием ультразвуковых синдромов патологии позвоночной артерии, даже в случае отсутствия неврологических выпадений, рассматривалась как осложненная травма в связи с тем, что поражение ПА свидетельствует о грубых изменениях ЦДС. Следует отметить, что в ряде случаев с помощью рентгенографии и СКТ в «костном режиме» удается визуализировать повреждения в виде переломов и трещин, пересекающих проекционно канал ПА [7].

При различной травме ШОП возникает единый клинико-ортопедо-неврологический синдром, обусловленный деформацией или разрушением структур ЦДС, включая канал позвоночной артерии. Ультразвуковые признаки изменений хода и гемодинамики по ПА наблюдали у 93,9 % пострадавших с ПСМТ.

Развитие локальных гемодинамически значимых вертеброгенных влияний на позвоночную артерию напрямую зависит от степени уменьшения площади поперечного сечения ее канала ($p = 0,04$). Взаимосвязи между неврологической симптоматикой, степенью выраженности болевого синдрома, степенью ограничения жизнедеятельности по стандартизованным шкалам и ультразвуковыми синдромами не выявлено ($p = 0,06$; $p = 0,2$ и $p = 0,95$ соответственно); это позволяет сделать вывод о том, что основная клиническая симптоматика не зависит от изменений кровотока по ПА и обусловлена не снижением его в вертебрально-базиллярном бассейне.

Установлено, что основными ультразвуковыми синдромами, свидетельствующими о патологии ПА при повреждениях, являются деформация хода с локальной гемодинамической значимостью, компрессия с системным дефицитом кровотока, ирритативные влияния, диссекция и тромбоз, экстравазальные влияния на уровне V3-сегмента, а также венозная дисциркуляция в вертебрально-базиллярном бассейне. Применение ЦДС-исследования позволяет четко определить уровень, характер и степень выраженности патологических изменений позвоночной артерии, а также необходимость дополнительных контрастных методов обследования, в том числе и с радиационной нагрузкой.

Оптимизация протокола ЦДС-исследования заключалась в посегментарной количественной квантификации изменений ПА с определением индексов степени компрессии и ирритации позвоночной артерии, а также компенсации кровотока по ней. Это существенно повысило диагностическую информативность метода: точность составила 86,9 %, чувствительность – 88,3 % и специфичность – 85,3 %.

ВЫВОДЫ:

1. Методику цветового дуплексного сканирования следует рассма-

тривать как обязательную при повреждениях шейного отдела позвоночника, являющуюся наиболее доступной, безопасной, высокоинформативной и позволяющей установить характер, локализацию и степень выраженности поражения позвоночных артерий.

2. При повреждениях шейного отдела позвоночника возникает единый клинико-ортопедо-неврологический синдром, обусловленный деформацией или разрушением структур позвоночно-двигательного сегмента, включая канал позвоночной артерии. Развитие локальных гемодинамически значимых вертеброгенных влияний на позвоночную артерию напрямую зависит от степени стеноза, вычисленного на основе морфометрии площади поперечного сечения ее канала.
3. При планировании объема оперативного лечения позвоночно-спинномозговой травмы следует учитывать характер (диссекция, компрессия, тромбоз) и степень выраженности повреждений позвоночных артерий, показатели которых, по данным ультразвукового исследования, находятся в тесной зависимости с типом перелома позвоночника.
4. Оптимизация протокола ЦДС-исследования должна заключаться в посегментарной количественной оценке изменений кровотока по позвоночной артерии с определением индексов степени компрессии, ирритации и компенсации кровотока, что существенно повышает диагностическую информативность методики.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Agadzhanyan VV, Ustyntseva IM, Pronskikh AA, Kravtsov SA, Novokshonov AV, Agalaryan AKh, Milyukov AYu, Shatalin AA. Polytrauma. An acute management and transportation. Novosibirsk :

- Наука, 2008. P. 320. Russian (Агаджанян В.В., Устьянцева И.М., Пронских А.А., Кравцов С.А., Новокшенов А.В., Агаларян А.Х., Милюков А.Ю., Шаталин А.А. Политравма. Неотложная помощь и транспортировка. Новосибирск : Наука, 2008. 320 с.)
2. Vasilyev AYu, Maly AYu, Serova NS. Data analysis of radiation methods based on the principles of evidence-based medicine. Moscow: GEOTAR-Media, 2008. P. 32. Russian (Васильев А.Ю., Малый А.Ю., Серова Н.С. Анализ данных лучевых методов исследования на основе принципов доказательной медицины. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 32 с.)
 3. Gorokhova EN. Clinical course, diagnostics and surgical treatment of multiple cervical spinal injuries of degenerative and dystrophic origin: abstracts by candidate of medical science. M., 2008. P. 32. Russian (Горохова Е.Н. Клиника, диагностика и хирургическое лечение множественных повреждений шейного отдела позвоночника дегенеративно-дистрофического и травматического генеза: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2008. 32 с.)
 4. Grin AA, Nekrasov MA, Kaykov AK, Oshchepkov SK, Lvov IS, Ioffe YuS, et al. The algorithms for diagnostics and treatment of patients with associated spine and spinal cord injury. *Spine Surgery*; 2012. 1: 8-18. Russian (Гринь А.А., Некрасов М.А., Кайков А.К., Ощепков С.К., Львов И.С., Иоффе Ю.С. и др. Алгоритмы диагностики и лечения пациентов с сочетанной позвоночно-спинномозговой травмой // Хирургия позвоночника. 2012. № 1. С. 8–18.)
 5. Gumanenko EK, Samokhvalov IM. Field surgery of local wars and armed conflicts. M.: 2011. P. 672. Russian (Гуманенко Е.К., Самохвалов И.М. Военно-полевая хирургия локальных войн и вооруженных конфликтов. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 672 с.)
 6. Dorovskikh GN. Radiologic diagnosis of polytrauma: abstracts by PhD in medicine. M., 2014. P. 45. Russian (Доровских Г.Н. Лучевая диагностика политравмы: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2014. 46 с.)
 7. Zakhmatova TV, Shedrenok VV, Moguchaya OV. Degenerative diseases and injuries to the cervical spine: significance of results of X-ray diagnostics during surgical treatment planning. *Radiology-Practice*; 2015. 6: 25-34. Russian (Захматова Т.В., Щедренко В.В., Могучая О.В. Дегенеративные заболевания и повреждения шейного отдела позвоночника: значение результатов лучевой диагностики при планировании хирургического лечения. Радиология-практика. 2015. № 6. С. 25–34.)
 8. Lumenta ChB, Rocco C Di, Haase J, Mooiy JJ. Neurosurgery. European Manual of Medicine: in two volumes; transl. from engl. Moscow: Panfilov, BINOM. Knowledge lab, 2013. Vol. 1. P. 392. Russian (Лумента, Х.Б., Рocco К.Д., Хаасе Й., Моэй А.Я. Нейрохирургия. Европейское руководство: в 2 томах; пер. с англ. М.: Изд-во Панфилова, БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. Том 1. 392 с.)
 9. Ternovoy SK. Fundamentals of radiation diagnostics and therapy. National manual. M.: GEOTAR-Media, 2012. P. 992. Russian (Терновой С.К. Основы лучевой диагностики и терапии. Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 992 с.)
 10. Hosten N, Liebig T. Computed tomography of the head and spine; transl. from germ. Moscow: Medpress-inform, 2013. P. 576. Russian (Хостен Н., Либиг Т. Компьютерная томография головы и позвоночника; пер. с нем. МЕДпресс-информ, 2013. 576 с.)
 11. Shchedrenok VV, Dorovskikh GN, Moguchaya OV, Anikeev NV, Sebelev KI, Yakovenko IV. Clinical and radial diagnostics of isolated and associated traumatic brain injury. St. Petersburg: Polenov Russian Neurosurgery Institute, 2012. P. 456. Russian (Щедренко В.В., Доровских Г.Н., Могучая О.В., Аникеев Н.В., Себелев К.И., Яковенко И.В. Клиническая и радиальная диагностика изолированной и сочетанной черепно-мозговой травмы. СПб.: Институт нейрохирургии им. П.П. Поленова, 2012. 456 с.)

венко И.В. Клинико-лучевая диагностика изолированной и сочетанной черепно-мозговой травмы. СПб.: РНХИ им. проф. А.Л. Поленова, 2012. 456 с.)

12. Baaj AA., Mummaneni PV, Uribe JS, et al. Handbook of Spine Surgery. New York: Thieme, 2011. 480 p.
13. Bridwell KH., De Wald R.L. The Textbook of Spinal Surgery. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011. Vol. 1. 707 p.
14. Boos N, Aebi M. Spinal Disorders: Fundamentals of Diagnosis and Treatment. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. 1199 p.
15. Global status report in road safety. World Health Organization, Geneva, 2013. 318 p.
16. Holmström A, Fridén T, Andrén-Sandberg Å. Cervical spine injuries remain a problem despite known risks: a review of cases reported to The Swedish National Board of Health and Welfare. *Lakartidningen*. 2014. 110 (51/52) : 2304–2308.

Сведения об авторах:

Щедренюк В.В., д.м.н., профессор, главный научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Россия.

Захматова Т.В., к.м.н., докторант кафедры лучевой диагностики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Россия.

Могучая О.В., д.м.н., профессор, главный научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, профессор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Россия.

Адрес для переписки:

Могучая О.В., ул. Володарского, 11-6, Сестрорецк, г. Санкт-Петербург, Россия, 197706

Тел: +7 (921) 656-14-47

E-mail: ovm55@yandex.ru

Information about authors:

Shchedrenok V.V., MD, PhD, professor, senior researcher, North-Western Federal Medical Research Center named after V.A. Almazov, Saint Petersburg, Russia.

Zakhmatova T.V., candidate of medical science, PhD student of X-ray diagnostics chair, North-Western Federal Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia.

Moguchaya O.V., MD, PhD, professor, senior researcher, North-Western Federal Medical Research Center named after V.A. Almazov, North-Western Federal Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia.

Address for correspondence:

Moguchaya O.V., Volodarskogo St., 11-6, Sestroretsk, Saint Petersburg, Russia, 197706

Tel: +7 (921) 656-14-47

E-mail: ovm55@yandex.ru

