

© В. В. Щедренко, Т. В. Захматова, О. В. Могучая, 2017  
УДК 616-001-06:616.134.9-07

В. В. Щедренко<sup>1</sup>, Т. В. Захматова<sup>2</sup>, О. В. Могучая<sup>1, 2</sup>

## ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ПОЗВОНОЧНЫХ АРТЕРИЙ ПРИ ТРАВМЕ

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава России (ген. дир. — акад. РАН проф. В. Е. Шляхто), Санкт-Петербург;

<sup>2</sup> ФГБУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России (ректор — проф. О. Г. Хурцилава), Санкт-Петербург

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ.** Провести клинико-лучевые сопоставления результатов изменений позвоночных артерий при травме шейного отдела позвоночника. **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ.** Анализ результатов комплексного обследования и лечения 157 пострадавших в возрасте (38,5±1,5) года. **РЕЗУЛЬТАТЫ.** Поражения позвоночных артерий обнаружены у 68,8% пациентов. Основными ультразвуковыми синдромами являлись деформации хода с локальной гемодинамической значимостью, компрессия с системным дефицитом кровотока, ирритативные влияния, экстравазальные изменения на уровне сегмента V3, тромбоз и диссекция. **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Развитие гемодинамически значимых локальных влияний на позвоночную артерию зависит от степени стеноза, площади поперечного сечения её канала.

**Ключевые слова:** позвоночно-спинномозговая травма, шейный отдел позвоночника, поражения позвоночной артерии, ультразвуковое исследование

V. V. Shchedrenok<sup>1</sup>, T. V. Zakhmatova<sup>2</sup>, O. V. Moguchaya<sup>1, 2</sup>

### Features of vertebral arteries pathology at trauma

<sup>1</sup> V. A. Almazov National Medical Research Center, St. Petersburg; <sup>2</sup> I. I. Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg

**OBJECTIVE.** The authors compared results of changes in clinical and radial studies of vertebral arteries in case of trauma of cervical spine. **MATERIAL AND METHODS.** An analysis of data of complex examination and treatment was made in 157 victims aged 38,5 ± 1,5 years old. **RESULTS.** Pathology of vertebral arteries was detected in 68,8% cases. The main ultrasound syndromes were deformations of speed with local hemodynamic significance, compression with systemic deficiency of blood flow, irritative effects, extravasal changes on the level of V-3 segment, thrombosis and dissection. **CONCLUSIONS.** The development of hemodynamically significant local effects on the vertebral artery depended on degree of stenosis and cross-section area of its canal.

**Key words:** vertebral and spinal injury, cervical spine, pathology of vertebral artery, ultrasound study

**Введение.** Позвоночно-спинномозговая травма (ПСМТ) была и остаётся серьёзной медико-социальной проблемой в связи с травмированием в основном людей молодого возраста и частым наступлением стойкой утраты трудоспособности. Существенные потери в связи с лечением, в том числе высокотехнологичным, временной и стойкой утратой трудоспособности обуславливают экономическую значимость ПСМТ. По данным разных авторов [1–4, 10, 12–14], среди ПСМТ повреждения шейного отдела позвоночника (ШОП) составляют не менее 35–40%, из которых 2/3 — травмы нижнешейного отдела. Топогра-

фоанатомические особенности хода позвоночной артерии (ПА) определяют высокую вероятность её компрессии вследствие значительной подвижности шейных позвонков, небольшой величины резервных пространств в костном канале и наличия множества компримирующих субстратов в виде фрагментов тел и дужек сломанных и смещенных позвонков, разрушенных связок и возникающих травматических грыж межпозвоночных дисков [2, 4, 10, 12, 13]. Данные, получаемые при визуализации с помощью магнитно-резонансной (МРТ) и спиральной компьютерной (СКТ) томографии предоставляют достаточно широкие возможности

для определения уровня, вида и характера травматических изменений структур, составляющих позвоночный столб, в том числе и спинного мозга, корешков спинномозговых нервов, а также окружающих тканей и сосудистых образований [5–10, 12, 13]. Однако в связи с высокой доступностью, безопасностью и экономической эффективностью в современных условиях широко внедряется ультразвуковая диагностика сосудистой системы. Так, использование метода цветового дуплексного сканирования (ЦДС) предоставляет широкие возможности для получения достаточно объективных и достоверных данных о состоянии сосудов, их стенок и просветов, наличии врожденных изменений их формы, размеров и хода, а также стенозов и окклюзий, экстравазальных воздействий, в том числе и на ПА, с использованием анализа линейных и объёмных скоростных показателей кровотока на различных уровнях [3, 4, 10, 11].

Цель исследования — провести клинко-лучевые сопоставления изменений ПА при травме ШОП с использованием оптимизированного протокола визуализации.

**Материал и методы.** Проведено комплексное обследование 157 пострадавших с ПСМТ, средний возраст был  $(38,5 \pm 1,5)$  года. Все пациенты, участвующие в клиническом исследовании, дали письменное добровольное информированное согласие, исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации.

Комплексное клинко-лучевое обследование включало оценку неврологического и ортопедического статусов с использованием различных стандартизованных объективных шкал, рентгенографию ШОП, МРТ и (или) СКТ позвоночника и спинного мозга, ЦДС брахиоцефальных артерий. Оптимизация протоколов СКТ и МРТ заключалась в использовании количественной оценки различных параметров позвоночно-двигательного сегмента (ПДС): позвоночного канала, межпозвоночных отверстий и каналов, дугоотростчатых суставов и канала ПА. Оптимизация протокола ЦДС заключалась в определении степени выраженности компрессии ПА (патент на изобретение) [11].

Рентгенологическое исследование выполнено на цифровой рентгенодиагностической установке с двумя рентгеновскими трубками «Easy Diagnost Eleva» фирмы «Philips» и с помощью рентгенодиагностического передвижного аппарата «С-дуга РТС 612» фирмы «Электрон». Лучевое исследование проводили на компьютерных томографах «Aquilion 64» и «Aquilion 16» фирмы «Toshiba», магнитно-резонансных томографах «Signa Exite» 1.5 T фирмы «GE», «Excelerat Vantage Atlas» фирмы «Toshiba», а также с помощью многофункциональных ультразвуковых сканеров «EUB 5500» фирмы «Hitachi» и «Vivid S6» фирмы «GE».

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли с помощью математического пакета Statistica 7 компании «StatSoft Inc.» для операционной систе-

мы Windows XP. Для характеристики информативности диагностических методов исследования служили общепринятые объективные параметры, именуемые операционными характеристиками: чувствительность, специфичность и диагностическая точность [8].

**Результаты.** Распределение пострадавших по типу переломов ШОП представлено в *табл. 1*. Чаще встречали повреждения нижних шейных позвонков (С<sub>V</sub>–С<sub>VI</sub>, 47,1%) и зуба С<sub>II</sub> (21,7%), реже — верхних шейных (С<sub>I</sub>–С<sub>IV</sub>, 19,1%), а также множественные повреждения верхних и нижних шейных позвонков (12,1%). С одинаковой частотой повреждения встречали слева, справа и с обеих сторон (33,7%). У 81 пациента (51,6%) наблюдали вывих в ШОП, в том числе переломовывих (19,8%) и подвывих (50,6%). Вывихи, как и переломы ШОП, чаще возникали на нижнешейном уровне (53,1% пострадавших), в верхнешейном отделе — у 32,1% пострадавших, а вывих зуба — у 14,8%.

Ультразвуковое исследование позвоночных артерий выполнено у всех пострадавших. Поражения ПА обнаружены у 108 (68,8%) пациентов,

Таблица 1

#### Распределение пострадавших по типу перелома ШОП

Типы перелома ШОП	Абс. число	%
Перелом зуба С <sub>II</sub>	34	21,7
Компрессионный перелом тела позвонка	15	9,5
Оскольчатый и компрессионно-оскольчатый перелом тела позвонка	14	8,9
Повреждения заднего опорного комплекса	45	28,7
Перелом тела позвонка и заднего опорного комплекса	49	31,2
Всего	157	100

Таблица 2

#### Распределение пациентов по основным ультразвуковым синдромам

Ультразвуковые синдромы	Абс. число	%
Деформация с локальной гемодинамической значимостью	46	42,6
Экстравазальная компрессия	14	13
Ирритативные влияния	26	24,1
Диссекция и тромбоз	12	11,1
Экстравазальные изменения на уровне сегмента V3	10	9,2
Всего	108	100

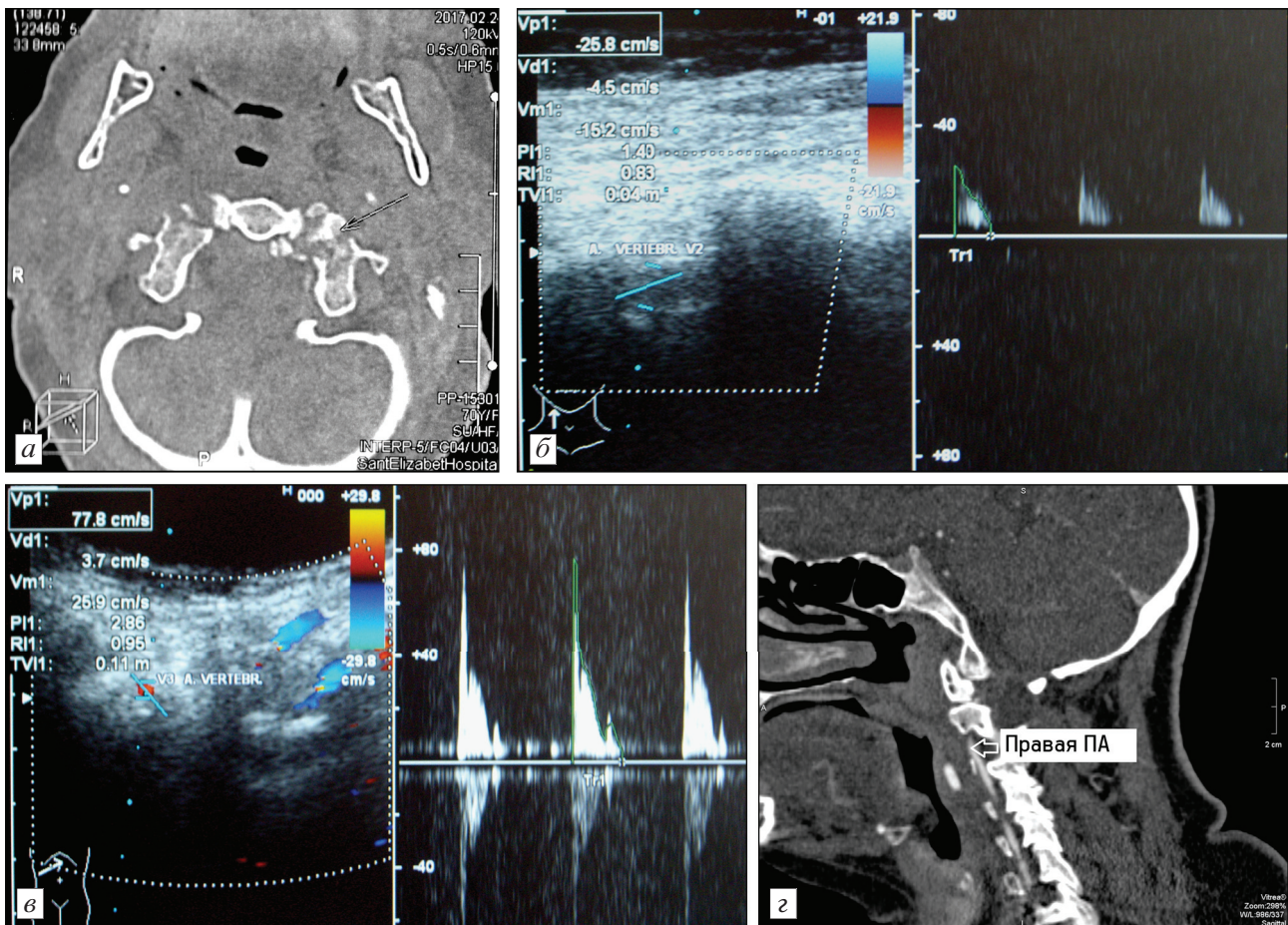


Рис. 1. Лучевое исследование шейного отдела позвоночника.

а — СКТ в аксиальной плоскости (перелом передней дуги атланта с двух сторон со смещением отломков;  
 б — ЦДС брахиоцефальных артерий (снижение скоростных показателей и выраженное повышение индексов периферического сопротивления по типу «затрудненной перфузии» в сегменте V2 правой ПА; в — локальное ускорение кровотока на уровне выхода артерии из костного канала, свидетельствующее о компрессии правой ПА в сегменте V3; г — СКТ-ангиография (отсутствие контрастирования правой ПА в сегменте V3

их распределение по основным ультразвуковым синдромам представлено в табл. 2.

К снижению кровотока на интракраниальном уровне (к системному дефициту кровотока) приводили экстравазальная компрессия (рис. 1), тромбоз и диссекция ПА (рис. 2).

Различные хирургические вмешательства (табл. 3) были предприняты у 139 пострадавших (88,5%), у большинства из них в виде передней декомпрессивно-стабилизирующей операции (у 42,4%), в том числе с декомпрессией позвоночных артерий (у 15,8%).

**Обсуждение.** С хирургической точки зрения, существенное значение имели экстравазальная компрессия артерии и экстравазальные влияния на уровне сегмента V3, которые потребовали декомпрессии ПА. При сопоставлении площади поперечного сечения канала ПА в области его стенозирования (по результатам СКТ)

и площади поперечного сечения артерии вне зоны компрессии (по данным ЦДС) определили умеренную (12%), значительную (7,4%) и выраженную (5,6%) компрессию ПА. Установлена зависимость между ортопедо-неврологическим статусом и следующими ультразвуковыми синдромами: экстравазальные влияния на уровне сегмента V3 ( $p=0,037$ ), компрессия с системным дефицитом кровотока, тромбоз и диссекция. При определении взаимосвязи между типом перелома и ультразвуковым синдромом установлена зависимость при переломе тела и заднего опорного комплекса с синдромами экстравазальной компрессии, диссекции и тромбоза ( $p<0,01$ ), а при переломе позвонков C<sub>I</sub>-C<sub>II</sub> — с синдромом экстравазальных влияний на уровне сегмента V3 ( $p=0,023$ ). Зависимости между ультразвуковыми синдромами и степенью стеноза позвоночного канала или межпозвоночного отверстия не выявлено, характер поражения ПА не зависел от степени сужения

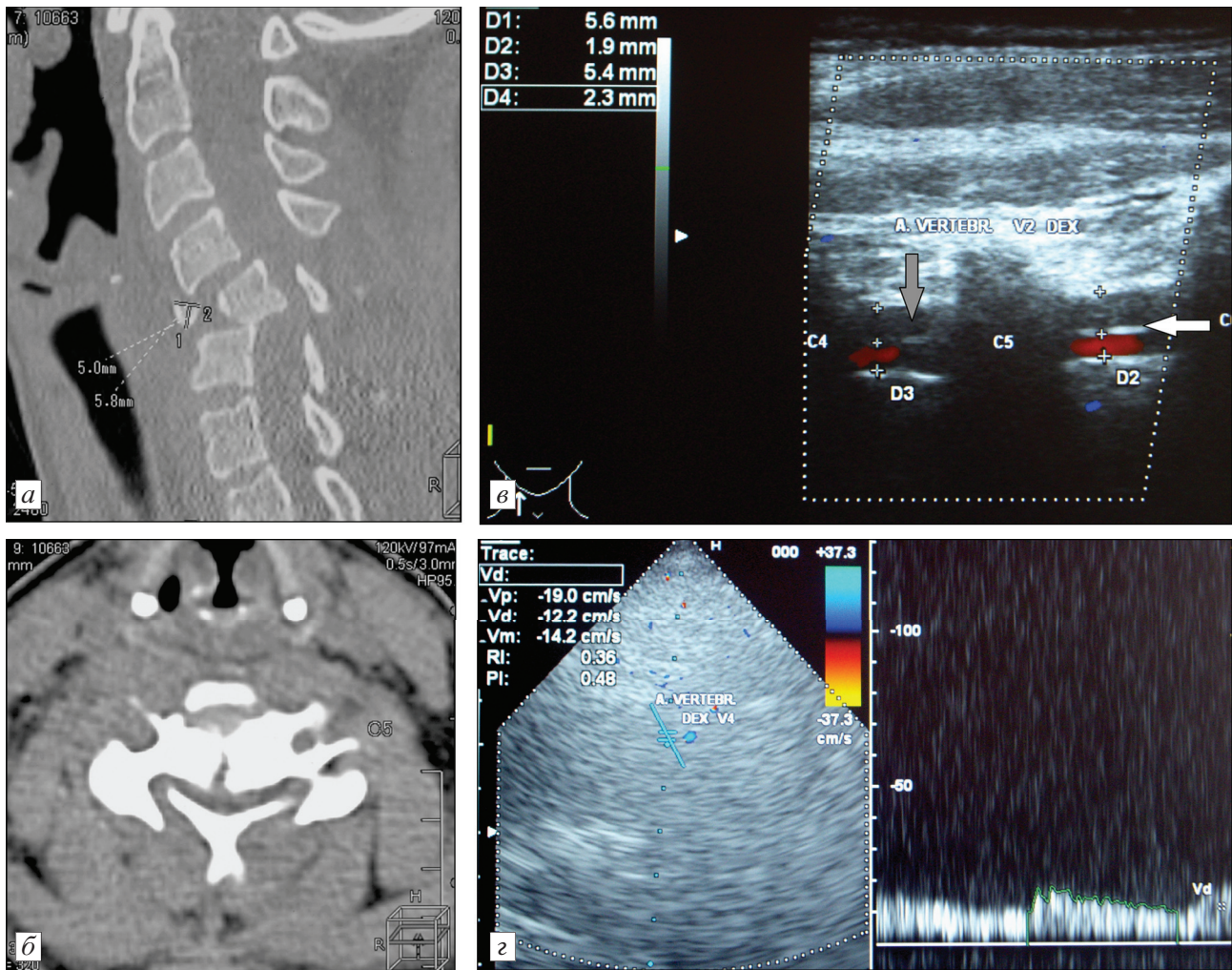


Рис. 2. Лучевое исследование шейного отдела позвоночника при компрессионно-оскольчатом переломе.

а – СКТ в сагиттальной плоскости; б – СКТ в аксиальной плоскости, компрессионно-оскольчатый перелом тела, обеих дужек и правого поперечного отростка позвонка C<sub>5</sub> со стенозом позвоночного канала; в, г – ЦДС брахиоцефальных артерий: диссекция правой ПА в костном канале (в) с визуализацией интрамуральной гематомы (серая стрелка) и отслоенной интимы (белая стрелка), низкоскоростной коллатеральной кровотока в интракраниальном (V4) сегменте правой ПА (г)

тех или иных структур ПДС. Однако при ПСМТ установлена зависимость между степенью стеноза площади поперечного сечения канала ПА и ультразвуковыми синдромами компрессии ( $p=0,025$ ).

Изучение диагностической информативности использованных различных методов обследования пострадавших позволило установить, что ЦДС имеет высокие показатели, которые сравнимы с таковыми ангиографических методик. Так, например, чувствительность, специфичность и точность ЦДС оказались равными 88,3; 85,3 и 86,9% соответственно, а ангиографических методик — 91,9; 86,5 и 87,7% соответственно (различия статистически незначимы).

**Выводы.** 1. При травме шейного отдела позвоночника возникает клинко-лучевой синдром, обусловленный деформацией или раз-

Таблица 3

### Распределение пострадавших по характеру хирургических вмешательств

Характер хирургического вмешательства	Абс. число	%
Передняя декомпрессивно-стабилизирующая операция	59	42,4
Передняя микродискэктомия со стабилизацией позвоночника	20	14,4
Передняя декомпрессия, задний спондилодез	3	2,2
Задний спондилодез	13	9,4
Открытое вправление переломовывиха	25	18
Окципитоспондилодез	14	10
Металлоостеосинтез позвонка C <sub>II</sub>	5	3,6
Всего	139	100

рушением структур позвоночно-двигательного сегмента, включая канал позвоночной артерии.

2. Развитие гемодинамически значимых локальных влияний на позвоночную артерию напрямую зависит от степени сужения поперечного сечения её канала.

3. При планировании объёма оперативного лечения при позвоночно-спинномозговой травме следует учитывать характер (диссекция, компрессия, тромбоз) и степень выраженности повреждений позвоночных артерий, показатели которых, по данным ультразвукового исследования, находятся в тесной зависимости от типа перелома позвоночника.

#### ЛИТЕРАТУРА [REFERENCE]

1. Арнольд В. А., Лумента Х. Б., Ганцер У. и др. Нейрохирургия : Европейское руководство. Пер. с англ. М.: БИНОМ, 2013. Т. 2. 360 с. [Arno'ld V.A., Lumenta Kh.B., Gants'er U. et al. Neurokhirurgiya. Evropeiskoe rukovodstvo. Per. s angl. Moscow : BINOM, 2013. Vol. 2. 360 p.]
2. Барыш А. Е., Долуда Я. А. Симптоматика и диагностика повреждений позвоночных артерий при травматических деформациях шейного отдела позвоночника : (обзор литературы) // Ортопед., травматол. и протезир. 2012. № 3. С. 119–124 [Barysh A.E., Doluda Ya.A. Simptomatika i diagnostika povrezhdenii pozvonochnykh arterii pri travmaticheskikh deformatsiyakh sheinogo otdela pozvonochnika (obzor literatury) // Ortopediya, travmatologiya i protezirovanie. 2012. № 3. P. 119–124].
3. Барыш А. Е., Долуда Я. А., Вишняков А. Е. Корреляция данных клинического и доплерографического обследований в зависимости от особенностей травматических деформаций шейного отдела позвоночника // Междунар. мед. журнал. 2014. № 2. С. 69–75 [Barysh A.E., Doluda Ya.A., Vishnyakov A.E. Korrelyatsiya dannykh klinicheskogo i dopplerograficheskogo obsledovaniy v zavisimosti ot osobennostei travmaticheskikh deformatsiy sheinogo otdela pozvonochnika // Mezhdunarodnyi meditsinskii zhurnal. 2014. № 2. P. 69–75].
4. Захматова Т. В., Щедренко В. В., Могучая О. В. Дегенеративные заболевания и повреждения шейного отдела позвоночника : результаты клинико-лучевой диагностики при планировании хирургического лечения // Радиология-практика. 2015. № 6. С. 25–34 [Zakhmatova T.V., Shchedrenok V.V., Moguchaya O.V. Degenerativnye zabolevaniya i povrezhdeniya sheinogo otdela pozvonochnika : rezul'taty kliniko-luchevoi diagnostiki pri planirovani khirurgicheskogo lecheniya // Radiologiya-praktika. 2015. № 6. P. 25–34].
5. Имхоф Г. Лучевая диагностика : Позвоночник. 2-е изд. М.: МЕДпресс-информ, 2015. 320 с. [Imkhof G. Luchevaya diagnostika : Pozvonochnik. 2-e izd. Moscow : MEDpress-inform, 2015. 320 p.]
6. МакКиннис Л. Н. Лучевая диагностика в травматологии и ортопедии : клиническое руководство: пер. с англ. М.: Изд-во Панфилова, 2015. 644 с. [MakKinnis L.N. Luchevaya diagnostika v travmatologii i ortopedii : klinicheskoe rukovodstvo : per. s angl. Moscow : Izd-vo Panfilova, 2015. 644 p.]
7. Мёддер У., Конен М., Андерсен К. и др. Лучевая диагностика. Голова и шея. 2-е изд. М.: Изд-во МИА, 2015. 304 с. [Medder U., Konen M., Andersen K. et al. Luchevaya diagnostika. Golo-va i sheya. 2-e izd. Moscow : Izd-vo MIA, 2015. 304 p.]
8. Терновой С. К. Основы лучевой диагностики и терапии. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 992 с. [Ternovoi S.K. Osnovy luchevoi diagnostiki i terapii. Moscow : GEOTAR-Media, 2012. 992 p.]
9. Хостен Н., Либиг Т. Компьютерная томография головы и позвоночника : пер. с нем. М.: МЕДпресс-информ, 2013. 576 с. [Khosten N., Libig T. Komp'yuternaya tomografiya golovy i pozvonochnika : per. s nem. Moscow : MEDpress-inform, 2013. 576 p.]
10. Щедренко В. В., Захматова Т. В., Зуев И. В., Могучая О. В. и др. Хирургическая коррекция нарушений кровообращения в позвоночной артерии при травме и дегенеративных заболеваниях // Вестн. хир. 2014. № 1. С. 51–53 [Shchedrenok V.V., Zakhmatova T.V., Zuev I.V., Moguchaya O.V. et al. Khirurgicheskaya korrektsiya narushenii krovoobrascheniya v pozvonochnoi arterii pri travme i degenerativnykh zabolevaniyakh // Vestnik khirurgii. 2014. № 1. P. 51–53].
11. Щедренко В. В., Захматова Т. В., Могучая О. В. и др. Способ диагностики компрессии позвоночной артерии в позвоночном канале : Патент на изобретение № 2534859 от 25.10.2014 г. // Бюл. Изобретения. Полезные модели. 2014. № 34 [Shchedrenok V.V., Zakhmatova T.V., Moguchaya O.V. et al. Sposob diagnostiki kompressii pozvonochnoi arterii v pozvonochnom kanale : Patent na izobretenie № 2534859 ot 25.10.2014 g. // Byul. Izobreteniya. Poleznye modeli. 2014. № 34].
12. Banić T. Banić M., Cvjetko I., Somun N. et al. Vertebral artery injury in a patient with fractured C4 vertebra // Acta Clin. Croat. 2014. Vol. 53, № 3. P. 369–373.
13. George B., Brubeau M., Spetzler R.E. Pathology and surgery around vertebral artery. Paris: Springer-Verlag France, 2012. P. 677.
14. Terence M. Neck trauma management // Surgery for major incidents. 2015. Vol. 33, № 9. P. 449–454.

Поступила в редакцию 29.05.2017 г.

#### Сведения об авторах:

Щедренко Владимир Владимирович, засл. врач РФ, д-р мед. наук, профессор, главный научный сотрудник;

Могучая Ольга Владимировна (e-mail: ovm55@yandex.ru), д-р мед. наук, профессор, главный научный сотрудник;

Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова, 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, 2;

Захматова Татьяна Владимировна (e-mail: tvzakh@mail.ru), канд. мед. наук, докторант кафедры лучевой диагностики;

Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, 191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41.