

ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ПОЗВОНОЧНО-СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ

DOI: 10.17691/stm2018.10.2.14
 УДК 616.711+616.832-001-073
 Поступила 16.10.2017 г.



А.В. Бажин, к.м.н., врач-рентгенолог рентгеновского отделения¹;
Е.А. Егорова, д.м.н., профессор кафедры лучевой диагностики²

¹Городская клиническая больница им. С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, 115446, Коломенский проезд, 4;

²Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, Москва, 127473, ул. Делегатская, 20/1

Цель исследования — оптимизация схемы лучевого обследования пострадавших с повреждениями позвоночника и спинного мозга с применением новых технологий и режимов лучевой диагностики.

Материалы и методы. Обследовано 105 человек с позвоночно-спинномозговой травмой, возникшей в 32,4% случаев вследствие дорожно-транспортных происшествий и в 24,3% случаев — при падении с высоты более 1 м и значимой аксиальной нагрузке. Из механизмов травмы преобладали компрессионные (n=51; 48,5%) и сгибательные (n=25; 23,8%) повреждения, наиболее редкими были разгибательные повреждения (n=6), разгибательные повреждения с разрывами диско-связочного аппарата от сдвига (n=5) и от растяжения (n=3). Проводили оценку клинико-anamnestических данных, неврологических нарушений (по шкале ASIA), а также результатов лабораторных и радиологических исследований, полученных с помощью спондилографии и новых технологий в лучевой диагностике: мультисрезовой компьютерной и магнитно-резонансной томографии.

Результаты. Установлено, что выбор схем обследования пациентов с травмами позвоночника и спинного мозга должен основываться на оценке уровня, характера повреждений, наличия неврологической симптоматики и признаков нестабильности. При множественной многоуровневой и сочетанной травмах позвоночника и спинного мозга в случае тяжелого состояния пациента следует ограничиваться спондилографией, после стабилизации состояния — выполнять мультисрезовую компьютерную томографию по программе «Политравма» (Whole body), в том числе с внутривенным контрастным усилением. Магнитно-резонансная томография должна проводиться в раннем и отсроченном периодах по клиническим показаниям.

Ключевые слова: повреждения позвоночника; спинномозговая травма; политравма; спондилография; мультисрезовая компьютерная томография; магнитно-резонансная томография.

Как цитировать: Bazhin A.V., Egorova E.A. Diagnostic imaging in patients with spinal injury: an optimized procedure based on novel technologies. *Sovremennye tehnologii v medicine* 2018; 10(2): 125–134, <https://doi.org/10.17691/stm2018.10.2.14>

English

Diagnostic Imaging in Patients with Spinal Injury: an Optimized Procedure Based on Novel Technologies

A.V. Bazhin, MD, PhD, Radiologist, Department of Radiology¹;
E.A. Egorova, MD, DSc, Professor, Department of Diagnostic Radiology²

¹City Clinical Hospital named after S.S. Yudin, Moscow Healthcare Department, 4 Kolomensky Proezd, Moscow, 115446, Russia;

²Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, 20/1 Delegatskaya St., Moscow, 127473, Russia

The aim of the study was to optimize the procedure of diagnostic imaging in patients suffering from spinal and spinal cord injuries by using novel technologies and modalities of diagnostic radiology.

Для контактов: Егорова Елена Алексеевна, e-mail: tylsit@mail.ru

Materials and Methods. Total of 105 patients with spinal cord injuries were included in the study. Of them, 32.4% of cases resulted from traffic accidents and 24.3% — from falls from heights >1 m with significant axial loading. The predominant injury components were compression (n=51, 48.5%) and flexure (n=25, 23.8%) lesions, and the rarest were extensor lesions (n=6), extensor lesions with discoligament tears caused by dislocations (n=5) or excessive stretching (n=3). Clinical and anamnestic data, neurological status (International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury, ASIA), and laboratory results were obtained. The imaging tests included spine X-ray and the novel radiology techniques — multislice computed tomography and magnetic resonance imaging.

Results. According to our findings, the examination protocol in patients with spine and spinal cord injuries should be based on the qualitative and quantitative characteristics of the lesions, the presence of neurological symptoms and signs of instability. In the cases of multiple multilevel and combined injuries of the spine and spinal cord and in the case of a severe patient's condition, the immediate imaging approach should be limited to a spine X-ray test; upon patient's stabilization, multislice computed tomography according to the "Polytrauma" (Whole body) protocol should be performed, including intravenous contrast enhancement. Magnetic resonance imaging should be performed in the early and late periods according to clinical indications.

Key words: spine injuries; spinal trauma; polytrauma; spine X-ray; multislice computed tomography; magnetic resonance imaging.

Введение

Травмы позвоночного столба составляют 5–20% в структуре всех повреждений скелета [1, 2].

Различают три вида повреждений:

1) неосложненную травму позвоночника — без повреждения нервно-сосудистых образований позвоночного канала;

2) спинномозговую травму — без повреждения позвоночника;

3) позвоночно-спинномозговую травму (ПСМТ) — сочетание повреждений структур позвоночного столба и нервно-сосудистых образований позвоночного канала.

У 20–50% пациентов определяются многоуровневые повреждения позвоночника, в 13–63% случаев — ПСМТ [3–5].

Позвоночно-спинномозговая травма — это механическое повреждение позвоночника и содержимого позвоночного канала (спинного мозга, его оболочек и сосудов, спинномозговых нервов). Более чем в 50% случаев ПСМТ отмечается у пациентов моложе 40 лет, из них 75% — лица мужского пола (Национальный статистический центр травмы спинного мозга (США, Алабама)/The University of Alabama National Spinal Cord Injury Statistical Center, 2015). Такие травмы сопровождаются высокой летальностью, осложнениями и инвалидизацией. В нашей стране на догоспитальном этапе ежегодно погибают до 37% пострадавших с ПСМТ [6], летальность от нее в стационаре достигает 58,3% [7].

У пострадавших с тяжелой сочетанной травмой в первые 72 ч рекомендуется хирургическая коррекция и стабилизация позвоночника [1], нейрохирургические вмешательства улучшают прогноз ПСМТ в 22–87% случаев. Гибель пациентов в более отдаленный период вызвана чаще всего вторичными нарушениями, обусловленными в первую очередь восходящей мочевой инфекцией, пролежнями, гипостатической пневмонией [6].

Знание локализации, механизмов и характера

ПСМТ крайне важно для специалистов лучевой диагностики и врачей-клиницистов. Достоверные данные позволяют должным образом осуществлять выбор необходимых схем и способов лучевого обследования (выбор зоны исследования, проекций, протоколов) и расстановку акцентов на наиболее важных диагностических находках при описании результатов лучевого исследования, что обеспечивает аргументированное разграничение неосложненной травмы позвоночника, спинномозговой травмы и ПСМТ.

Большую роль в грамотной трактовке травмы играет правильная ее классификация. Разработаны и одновременно существуют различные классификации травм позвоночника и спинного мозга, которые отвечают разным задачам:

МКБ-10 (1990) — разработана для медицинских и эпидемиологических целей, а также для анализа обеспечения и качества медицинских услуг, в основном служит для составления медицинской статистики. ПСМТ находится в разделе «Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (S00–T98)»;

классификация, основанная на концепции трех механических столбов [8], и модифицированная, расширенная и углубленная классификация Г.П. Салдуна [9], которые разработаны с учетом локализации, характера и механизма поражений позвоночника, степени деформации позвонков и их нестабильности;

универсальная классификация переломов (шкала тяжести травмы спинного мозга) Международной ассоциации по изучению остеосинтеза — AO/ASIF [10], по которой повреждения позвонков рассматриваются на уровне двух опорных комплексов (переднего и заднего) с учетом анатомических и биомеханических принципов.

По классификации AO/ASIF выделяют три типа переломов:

Тип А — компрессия тела позвонка (простые компрессионные, расщепленные и взрывные переломы вследствие сгибания);

Тип В — повреждение передних и задних опорных комплексов за счет растяжения (B_I — повреждение заднего мышечно-связочного аппарата, B_{II} — повреждение костных структур заднего комплекса, B_{III} — повреждение переднего комплекса с вовлечением межпозвонокового диска);

Тип С — повреждение передних и задних опорных комплексов за счет ротации и поступательного движения (C_I — ротация с компрессией тел позвонков, C_{II} — растяжение опорных колонн позвоночника, C_{III} — ротационное смещение в сочетании с горизонтальным сдвигом фрагментов).

Данная классификация выглядит достаточно полной и последовательной. Однако при практическом использовании врач, проводящий физикальное обследование пострадавшего, рентгенографию, мультисрезовую КТ (МСКТ) или МРТ заинтересованного отдела позвоночника, сталкивается с трудностями в формулировании заключения. Это обусловлено тем, что не рассматриваются повреждения позвонков, не связанные с переломами их тел, не учитываются нарушения целостности других анатомических структур (спинного мозга, капсульно-связочного аппарата позвоночника и паравертебральных тканей), не берется во внимание наличие тех или иных осложнений.

Классификации повреждений позвоночника и спинного мозга, основанные на концепции трех механических столбов/колонн, рассматривают повреждения с учетом:

- локализации;
- характера и степени повреждения спинного мозга и его элементов;
- механизма возникновения;
- степени клиновидной деформации позвонка;
- характера повреждения позвонков и их нестабильности, с выделением механической нестабильности (1-го типа), характеризующейся патологической подвижностью позвоночника, и неврологической нестабильности (2-го типа), определяющей повреждением спинного мозга и его элементов костными фрагментами травмированного позвонка сразу после травмы или проявлением миелопатии в отдаленном периоде.

С учетом особенностей анатомии и характера повреждений различных отделов позвоночного столба представляется целесообразным и отдельное их рассмотрение. Например, оценка тяжести травмы шейного отдела позвоночника проводится на уровне краниовертебрального перехода и нижнешейного отдела [11].

Повреждения краниовертебрального перехода:

- C_1 — «лопающийся» перелом по Джефферсону;
- C_2 — перелом зубовидного отростка: верхушечный — 1-й тип (консервативное лечение); в области шейки — 2-й тип и через тело аксиса — 3-й тип (эти типы лечат хирургически);
- вывихи C_1 (атланта) — передний чрезлигаментозный; задний и передний чреззубовидные;

переломовывих C_2 (аксиса, перелом «палача») — повреждение, при котором дужка C_2 ломается с двух сторон, происходит разрыв диска C_2 – C_3 с дислокацией C_2 -позвонка кпереди (требуется хирургическое лечение).

Оценка тяжести травмы нижнешейного отдела позвоночника в баллах проводится с использованием тактико-хирургической шкалы субаксиальных повреждений шейного отдела позвоночника SLIC (Sub-Axial Injury Classification) [12].

Аналогичная классификация тяжести травмы разработана для груднопоясничного отдела позвоночника — TLICS (Thoracolumbar Injury Classification System) [13].

Эти системы удобны, так как позволяют оценивать тяжесть травмы путем подсчета суммы баллов, но трудоемки и не всегда выполнимы при оказании экстренной помощи.

С учетом существующих различных систем ранжирования ПСМТ в 2013 г. на XXXVII пленуме правления Ассоциации нейрохирургов России были обсуждены и утверждены «Клинические рекомендации по лечению острой осложненной и неосложненной травмы позвоночника у взрослых».

В рекомендациях приведено ранжирование повреждений позвоночника и спинного мозга, где учитываются:

- вид травмы (изолированная, сочетанная, комбинированная);
- сроки;
- нарушение целостности покровов (закрытая, открытая и проникающая травма);
- характер (стабильные/нестабильные) и механизм повреждений позвонков: компрессионные (тип А), дистракционные (тип В), ротационные (тип С), колотерезанные (тип К), огнестрельные и минно-взрывные (тип О);

вид повреждений позвоночника: ушиб, переломы, вывихи (в том числе самовправившиеся), переломовывихи, спондилоптоз, частичный или полный разрыв капсульно-связочного аппарата позвоночно-двигательного сегмента, разрыв межпозвонокового диска;

наличие повреждений нервно-сосудистых образований позвоночного канала (неосложненная и осложненная травмы) и их вид: сотрясение, ушиб, сдавление, частичный или полный анатомический перерыв спинного мозга и/или корешков спинномозговых нервов;

характер компримирующего субстрата: гематомы (суб- и эпидуральные, внутримозговые); костные отломки, травматическая грыжа диска, инородное тело;

локализация: шейный, грудной, поясничный, крестцовый отделы, множественные, многоуровневые, множественные многоуровневые повреждения.

Для оптимизации процесса диагностики, выбора наиболее приемлемых схем исследования ПСМТ большое значение имеет также знание возможностей и недостатков существующих методов обследования.

Материалы и методы

Проанализированы причины и виды травм, а также механизмы и эффективность использования различных лучевых методов при обследовании 105 человек в остром и раннем периодах повреждений позвоночника и спинного мозга разной локализации: поясничного отдела (n=45; 42,9%); грудного отдела (n=17; 16,2%); шейного отдела (n=39; 37,1%); более чем одного отдела позвоночника (n=4; 3,9%). Возраст пациентов составлял 21–70 лет.

Исследование проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией (2013) и одобрено Этическим комитетом Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова. От каждого пациента получено информированное согласие.

При поступлении проводили оценку клиничко-анамнестических данных, в том числе тяжести неврологических нарушений (по шкале тяжести травмы спинного мозга ASIA); лабораторные и радиологические исследования: спондилографию — в 100% случаев, по показаниям — новые технологии: в 75,2% случаев — МСКТ на аппарате Toshiba Aquilion (Япония) по стандартному протоколу и в 61,9% случаев — МРТ на высокопольном томографе Toshiba Vantage Atlas (Япония) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. Стандартный протокол МРТ включал режимы T2-взвешенного изображения (T2-ВИ) в трех плоскостях, T1-ВИ, STIR в сагиттальной плоскости. В зависимости от уровня повреждения и его характера протокол дополняли режимами T1-ВИ и T2-ВИ в аксиальной плоскости и T2 GE или T2* — в сагиттальной плоскости, а также магнитно-резонансной миелографией.

Кроме стандартных протоколов, позволяющих оценить нарушения анатомии, ликвородинамики, выявить признаки отека костного и спинного мозга, гематомии, использовали дополнительно методики, позволяющие выявлять посттравматические изменения сосудов (тромбозы, аневризмы, диссекции и интрамуральные гематомы) — УЗИ и томографические методики:

при повреждении грудного и пояснично-крестцового отделов — КТ-ангиографию;

при повреждении шейного отдела позвоночника — МР-ангиографию: с целью получения информации об анатомии артерий — трехмерную времяпролетную методику (time-of-flight — 3D TOF); при неадекватном качестве получаемых ангиограмм или при необходимости получения дополнительной информации — новую технологию пространственно-временного мечения с помощью инверсионного импульса (time-SLIP);

для выявления эфферентных сосудов и дренажных венозных коллекторов — двухмерную времяпролетную методику (2D TOF).

Верификацию полученных в ходе лучевых исследований данных о характере ПСМТ проводили интраоперационно в 32 случаях. У 73 пациентов со ста-

бильными переломами позвонков без их значимой деформации и неврологических нарушений, когда хирургические вмешательства не были показаны, ограничивались результатами динамического наблюдения. Контрольные спондилография, МР- и МСКТ-исследования назначались в различные сроки для оценки эффективности проведенного лечения.

В ходе исследования решали следующие диагностические задачи:

оценка уровня и протяженности повреждения позвоночника, вида и характера переломов, их стабильности и нестабильности;

выявление состояния межпозвоночных дисков;

определение локализации и вида повреждения спинного мозга, связок, сосудов или угрозы их возникновения при нестабильности.

Результаты и обсуждение

Среди причин повреждения позвоночника и спинного мозга преобладало сильное внешнее воздействие, оказанное в трети случаев (n=34; 32,4%) вследствие дорожно-транспортных происшествий (ДТП) с участием транспортных средств: автомобилей, автобусов, мотоциклов или других самоходных аппаратов, движущихся со скоростью 60 км/ч и более, и в 24,3% случаев (n=26) при падении с высоты более 1 м и значимой аксиальной нагрузке.

Из механизмов травмы наиболее распространенными были компрессионные (n=51; 48,5%) и сгибательные (n=25; 23,8%) повреждения, наиболее редкими — разгибательные повреждения (n=6), разгибательные повреждения с разрывами диско-связочного аппарата от сдвига (n=5) и от растяжения (n=3).

Выделялись «ситуации-ловушки», на фоне которых увеличивался риск ПСМТ, затруднялась диагностика:

дегенеративные изменения и остеопороз (у всех пострадавших старше 65 лет, n=10; 9,5%);

другая сопутствующая патология, в том числе первичные и вторичные неопластические процессы, обменные нарушения, коагулопатии (n=21; 20,0%) и аномалии развития позвоночника (n=8; 7,6%) (рис. 1);

«отвлекающие» факторы (n=9; 8,6%) при сниженном уровне сознания (у пациентов с ЧМТ, а также находящихся под воздействием алкоголя или наркотиков).

Анализ диагностической эффективности, возможностей и ограничений лучевых методов показал, что в 23,8% случаев (n=25) переломы позвонков не выявлялись при спондилографии и обнаруживались только при МСКТ или МРТ. В основном это касалось повреждений шейного и грудного отделов, где суммационные эффекты были наиболее выражены и частота неустановленных переломов достигла 54,3% (n=29). За пределы возможностей спондилографии выходило выявление контузии позвонков, стрессовых переломов, «малых» повреждений, мелких костных фрагментов, причин и выраженности

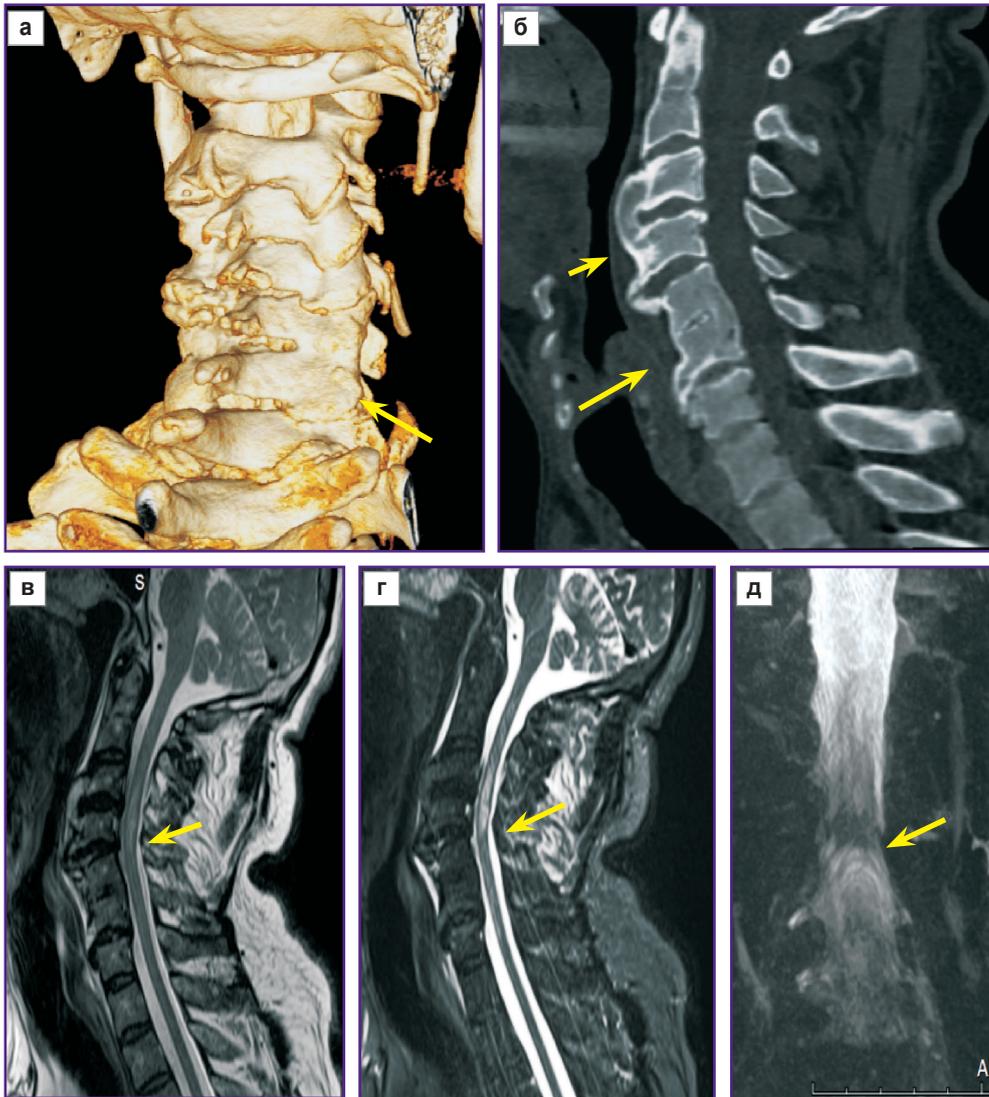


Рис. 1. МСК-томограммы (а — 3D-реконструкция, б — сагиттальная проекция); МР-томограммы (в — T2-ВИ и г — STIR (сагиттальные проекции)) и миелограмма (д) пациента Б., 48 лет, поступившего с клиникой тетрапареза после запрокидывания головы во время занятий спортом

МСКТ показала конкресценцию позвонков C_5 и C_6 , патологический кифоз, стеноз позвоночного канала, остеохондроз, спондилез шейного отдела позвоночника (а, б — стрелки). Из-за несоответствия данных клинической и рентгенологической картины выполнена МРТ, на которой выявлены признаки спинномозговой травмы, ушиб спинного мозга с геморрагическим пропитыванием на уровне C_3 – C_5 (в, г — стрелки). На МР-миелограммах (д) — отсутствие тока ликвора на уровне стеноза позвоночного канала (стрелка) (C_4 и C_5)

компрессии или повреждений спинного мозга и нервных структур.

В 97,1% случаев МСКТ была чувствительна к выявлению костной травмы, позволяя оценить ее распространенность и природу, а также к обнаружению повреждения головного мозга, внутренних органов грудной и брюшной полостей.

К недостаткам этого метода следует отнести высокую лучевую нагрузку, низкую эффективность в определении характера травматической миелопатии и

компримирующего субстрата спинного мозга: грыжа диска, фрагменты связок, суб- и эпидуральные, а также внутримозговые гематомы (рис. 2).

Во всех случаях при обработке МСКТ-изображений выполнялось построение 2D- и 3D-реконструкций, имевших важное диагностическое значение для выявления компрессионного и ротационного компонентов, оценка которых значительно затруднена на аксиальных срезах. Таким образом, у пострадавших с множественной многоуровневой и сочетанной травмами

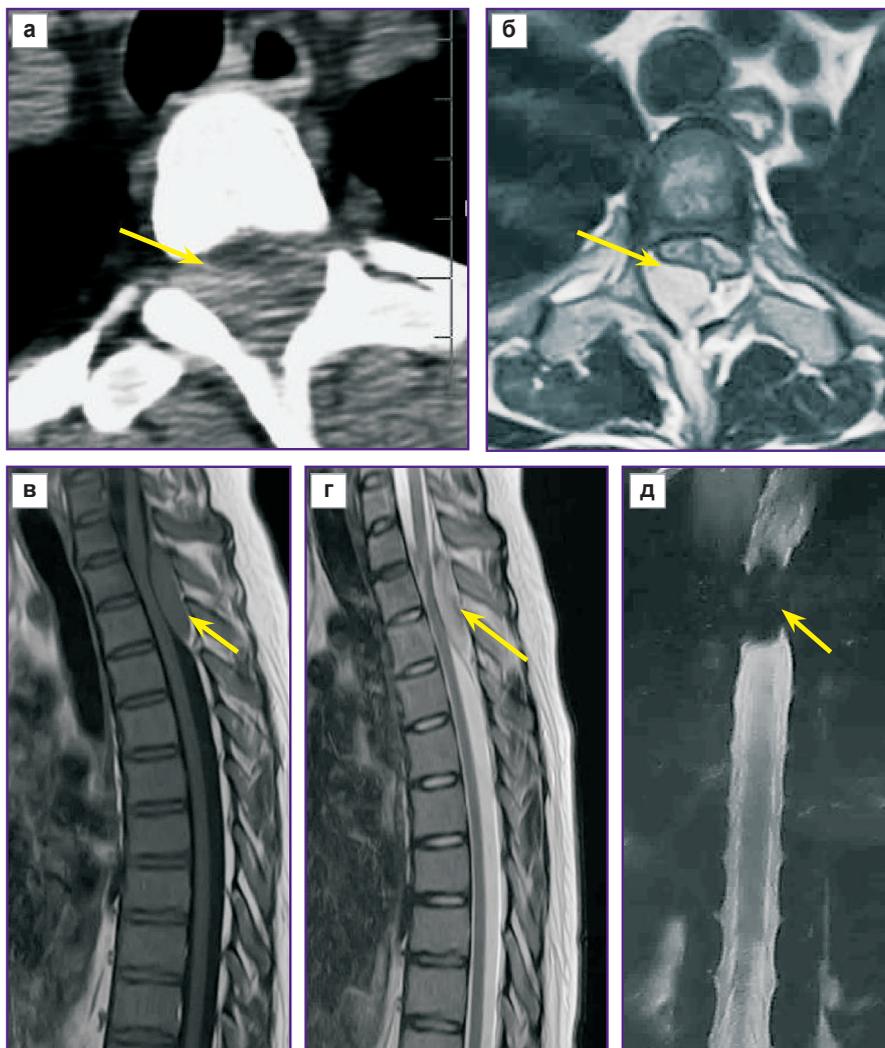


Рис. 2. МСКТ- (а) и МР-томограммы (б) в аксиальной проекции, сагиттальные МР-томограммы (в — T1-ВИ, г — T2-ВИ) и миелограмма (д) пациентки С., 28 лет, беременной 38 нед, поступившей с клиникой тетрапареза после минимального внешнего воздействия на шейный и верхнегрудной отделы позвоночника на фоне приема прямых антикоагулянтов. По результатам томографических исследований повреждений позвонков не отмечено, выявлено экстрадуральное скопление крови на уровне Th₁–Th₃ с дорсолатеральной локализацией (стрелки), компримировавшее дуральный мешок и спинной мозг с отсутствием тока ликвора на уровне Th₂ и Th₃.

МСКТ следует рассматривать как метод выбора (без предварительного выполнения стандартных рентгенограмм). Максимально эффективные результаты дает исследование по программе «Политравма» (Whole body). При планировании исследований наиболее оптимальной будет схема, включающая в себя сканирование:

- без внутривенного контрастного усиления — черепа и головного мозга, шейного отдела позвоночника от краниовертебрального перехода с захватом верхнегрудного отдела (до уровня Th₄);

- с внутривенным контрастированием (многофазным или по методике «разделенного болюса») — грудной и брюшной полостей; такое контрастирование позволяет оценивать изображения при использовании различных фильтров, анализировать состояние сосудов, внутренних органов, ребер, таза, позвоночника, определять контуры позвонков, их структуру и взаимоотношения, конфигурацию позвоночного канала (рис. 3, 4).

Для выявления изменений позвоночных артерий КТ-ангиография малоэффективна в виду небольшого

диаметра сосудов, значимых артефактов от окружающих костных структур. Более эффективна при диагностике поврежденных сосудов шеи МР-ангиография. Она была проведена в 17,5% случаев и позволила выявить диссекции позвоночных артерий в сегментах V2 и V3 у 5% пациентов с переломами шейных позвонков. Частота повреждений сосудистой стенки в данных сегментах может быть объяснена большей подвижностью артерий на этих уровнях и их анатомической близостью к костным структурам.

МР-ангиография позволяет оценить потоковые характеристики с формированием зон отсутствия сигнала и признаков изменения его характера с ламинарного на турбулентный, а также типичные признаки изменения просвета артерий при диссекции — протяженный равномерный симптом «струны»; неравномерный стеноз и извитость сосуда в виде «волнистой ленты»; признаки интрамуральных гематом (рис. 5). МР-ангиографию проводили в дополнение к стандартному протоколу, который позволял достоверно оценить изменения костного мозга, локализацию, характер и распространенность спинальных и мягко-

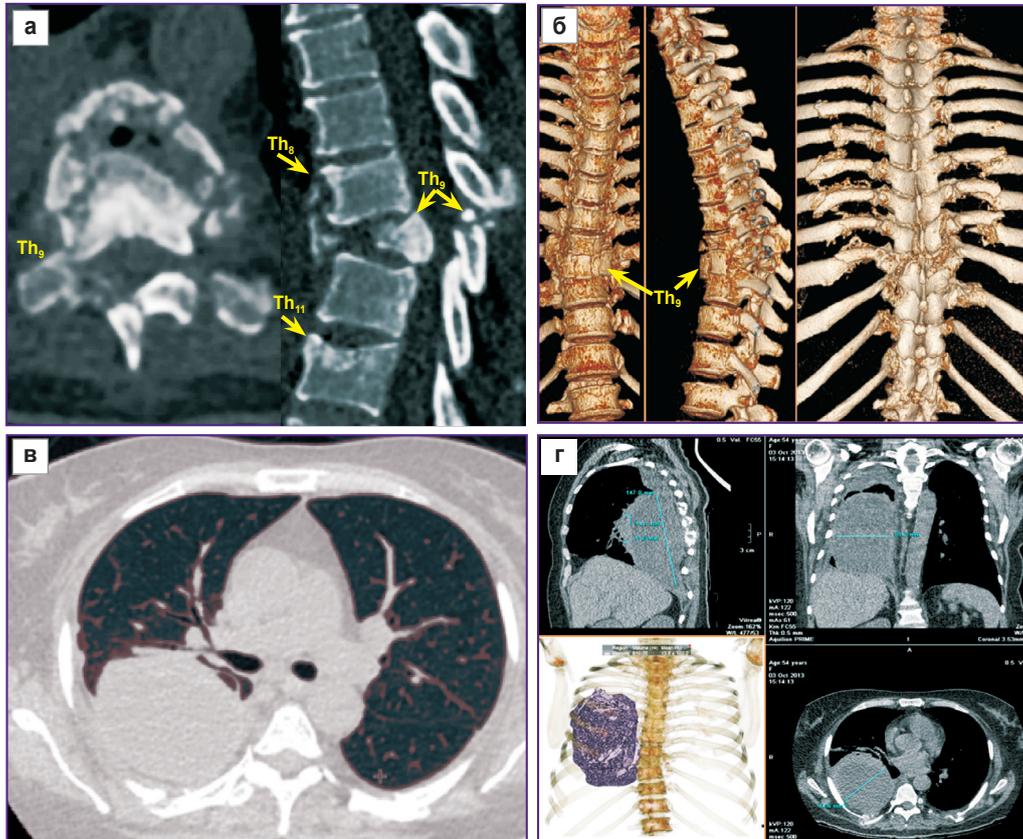


Рис. 3. МСК-томограммы грудной клетки и грудного отдела позвоночника пациентки Ж., 23 лет, с политравмой, полученной в результате ДТП:

а — грудные позвонки в костном окне, в аксиальной и сагиттальной проекциях; б — 3D-реконструкция грудного отдела позвоночника и ребер; в — грудная полость в легочном окне, аксиальная проекция; г — мультипланарная и 3D-реконструкция грудной полости в мягкотканом окне. Отмечаются множественные двусторонние переломы ребер по лопаточным и паравerteбральным линиям со смещением отломков, «взрывной» перелом Th₉ с распространением линии перелома с тела на дугу и суставные отростки, со смещением отломков тела позвонка под переднюю продольную связку, в сторону позвоночного канала и его стенозом, формированием патологического кифоза и импрессионные переломы тел Th₈ и Th₁₁-позвонков (а, б — стрелки). Переломы осложнены ушибом, разрывом правого легкого с наличием правостороннего гидроторакса (по плотностным характеристикам — кровь)

тканых повреждений (спинного мозга, спинномозговых нервов, межпозвонковых дисков, связок) в 95,2% случаев.

Ограничением использования МРТ в экстренных ситуациях служит тот факт, что метод не относится к первичным исследованиям, выполняемым по неотложным показаниям, не входит в медицинские стандарты при оказании неотложной помощи пострадавшим с политравмой.

МР-ангиография — исследование длительное, требует неподвижного положения пациента во время сканирования, что ограничивает проведение этого исследования при оказании экстренной и неотложной помощи. В случае неврологического дефицита при ПСМТ, стабильного состояния пациентов, отсутствия противопоказаний проведение МРТ позвоночника и спинного мозга возможно в первые 6–8 ч после травмы в 16,2% случаев, у 74,3% пациентов — в течение

3 сут. Именно эти временные промежутки наиболее значимы в плане выявления:

рентгенонегативных переломов позвонков (стрессовых и скрытых);

патологии межпозвонковых дисков и связочного аппарата (разрывы, травматические грыжи);

причин неврологических нарушений, повреждения спинного мозга, невралгических структур и оболочек; уровня, степени и причины стеноза межпозвонковых отверстий и позвоночного канала.

Своевременное выявление этих изменений необходимо в первую очередь для определения показаний к хирургическому вмешательству, направленному на ревизию спинного мозга и корешков, их декомпрессию, стабилизацию при осложненных нестабильностью переломах (переломовывихах) и блоках субарахноидального ликворного пространства. При определении выраженности стеноза учитываются сагиттальный

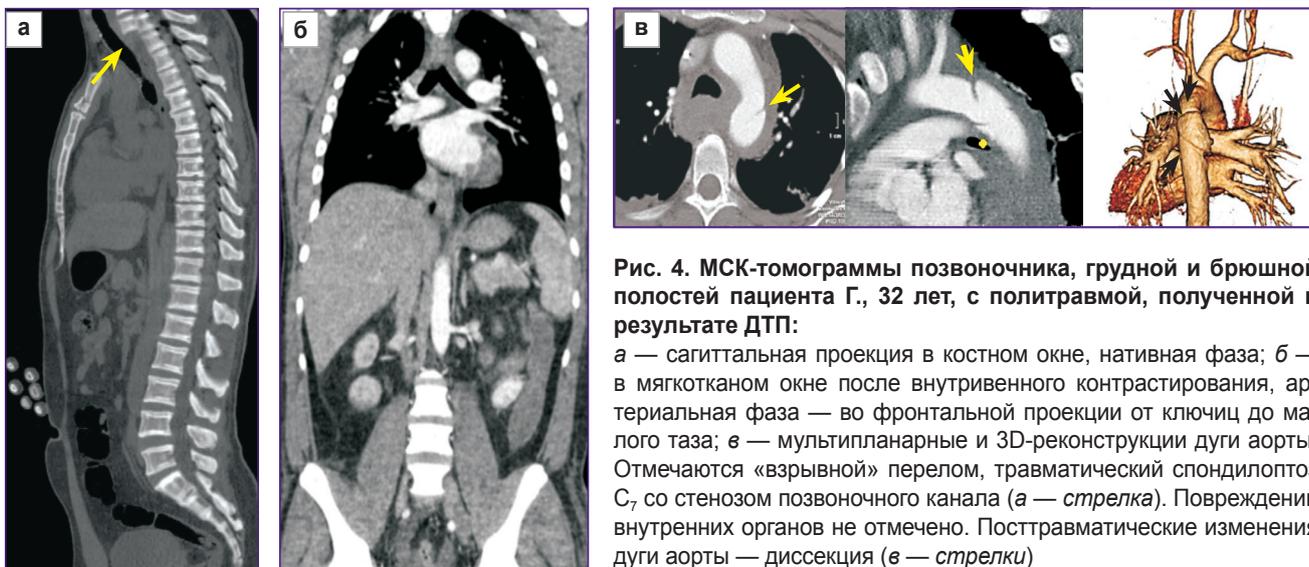


Рис. 4. МСК-томограммы позвоночника, грудной и брюшной полостей пациента Г., 32 лет, с политравмой, полученной в результате ДТП:

а — сагиттальная проекция в костном окне, нативная фаза; б — в мягкотканом окне после внутривенного контрастирования, артериальная фаза — во фронтальной проекции от ключиц до малого таза; в — мультипланарные и 3D-реконструкции дуги аорты. Отмечаются «взрывной» перелом, травматический спондилоптоз С₇ со стенозом позвоночного канала (а — *стрелка*). Повреждений внутренних органов не отмечено. Посттравматические изменения дуги аорты — диссекция (в — *стрелки*)

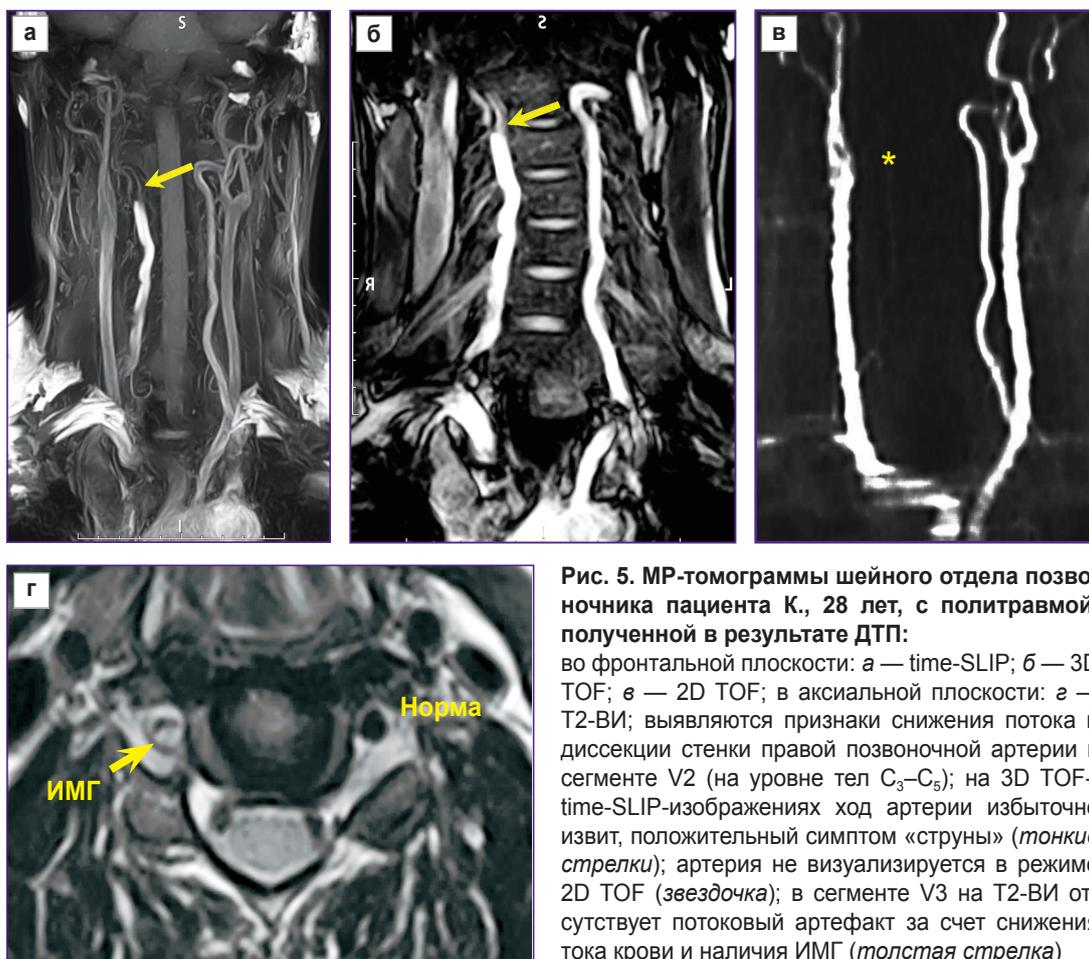


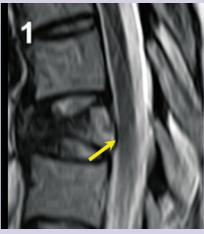
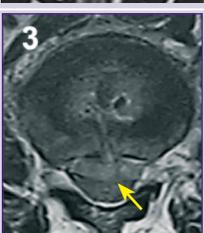
Рис. 5. МР-томограммы шейного отдела позвоночника пациента К., 28 лет, с политравмой, полученной в результате ДТП:

во фронтальной плоскости: а — time-SLIP; б — 3D TOF; в — 2D TOF; в аксиальной плоскости: г — T2-ВИ; выявляются признаки снижения потока и диссекции стенки правой позвоночной артерии в сегменте V2 (на уровне тел С₃–С₅); на 3D TOF-, time-SLIP-изображениях ход артерии избыточно извит, положительный симптом «струны» (*тонкие стрелки*); артерия не визуализируется в режиме 2D TOF (*звездочка*); в сегменте V3 на T2-ВИ отсутствует потоковый артефакт за счет снижения тока крови и наличия ИМГ (*толстая стрелка*)

размер и площадь позвоночного канала. Наиболее показательным является определение соотношения компримирующего агента с невральными структурами (см. таблицу).

Следует отметить, что в остром периоде сложно, а в 4,8% случаев — невозможно дифференцировать перерыв, ушиб спинного мозга и интрамедуллярную гематому. Эти повреждения достоверно

**Степени компрессии невральных структур
(на основании классификации С.В. Pfirmann
с соавт. [14])**

Степень	Характеристика	Схема
0-я	Отсутствие контакта между невральными структурами и компримирующим агентом	
1-я	Наличие контакта между невральными структурами и компримирующим агентом	
2-я	Смещение невральных структур компримирующим агентом	
3-я	Резкое смещение и исчезновение резервных пространств вокруг невральных структур	

разграничиваются при регрессе отека и кровоизлияний, при клинике спинального шока. В случае сохранения непрерывности спинного мозга на фоне указанных изменений длительно (до 30 сут) отмечается неврологический дефицит с наличием атонических параличей, арефлексии, анестезии, нарушения функции тазовых органов, трофических расстройств.

По результатам исследования с учетом возможностей и ограничений лучевых методов была разработана схема обследования пострадавших с ПСМТ (рис. 6).

Использование предлагаемой схемы комплексного лучевого обследования больных после острой травмы позвоночника с применением новых технологий лучевой диагностики способствует своевременному решению клинических вопросов, выбору тактики лечения персонально каждого пациента, дает возможность прогнозировать вероятный исход данного вида повреждения.

Методом выбора в диагностике сочетанных повреждений позвоночника, черепа, головного мозга, органов грудной и брюшной полостей служит МСКТ. При наличии неврологической симптоматики и подозрении на повреждение спинного мозга, невральных структур в схему обследования обязательно следует включать МРТ (с проведением миело- и МР-ангиографии).

Однако в случае множественной многоуровневой и сочетанной травм при тяжелом состоянии пациента можно ограничиться спондилографией. После стабилизации состояния пострадавшего следует выполнять МСКТ по программе «Политравма» (Whole body), в том числе с внутривенным контрастным усилением. МРТ должна проводиться в отсроченном периоде по клиническим показаниям. Аналогичные диагностиче-

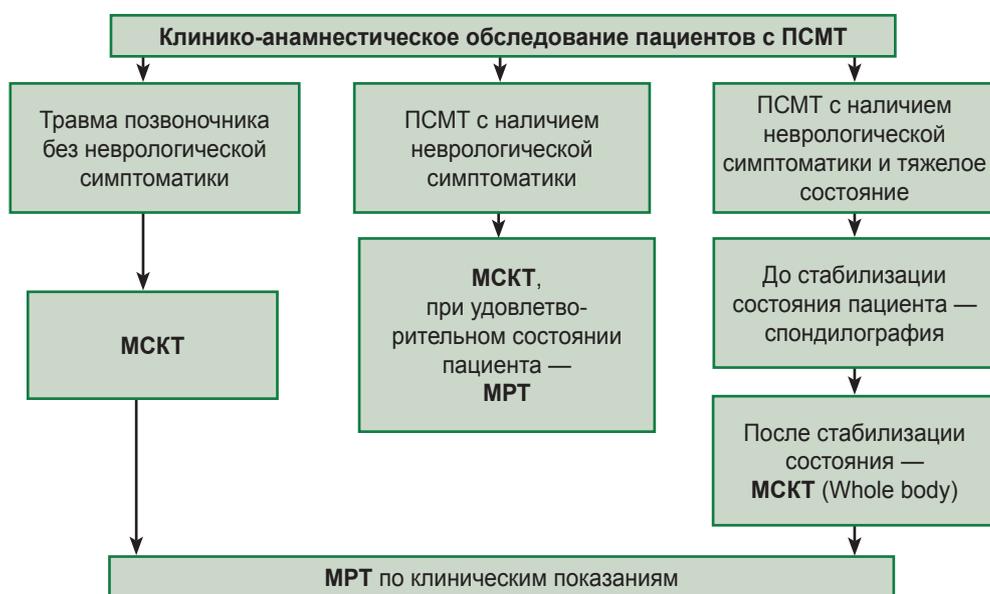


Рис. 6. Схема обследования пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой (ПСМТ)

ские схемы при ПСМТ были представлены в ряде работ отечественных исследователей [15, 16].

Заключение

При острой травме позвоночника в условиях неотложной помощи наиболее целесообразно проводить комплексное лучевое обследование с использованием новых технологий лучевой диагностики.

При подозрении на позвоночно-спинномозговую травму ограничиваться одним из диагностических методов не следует, так как существует риск потери значимой информации о состоянии позвоночника и спинного мозга.

У всех пациентов с осложненной травмой и неврологическими нарушениями приоритетным методом исследования на первом этапе является МСКТ с обязательным проведением МРТ в как можно более ранние сроки.

Финансирование исследования. Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

Конфликт интересов. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Литература/References

1. Крылов В.В., Гринь А.А., Луцки А.А., Парфенов В.Е., Дулаев А.К., Мануковский В.А., Коновалов Н.А., Перльмуттер О.А., Сафин Ш.М., Кравцов М.Н., Манащук В.И., Рерих В.В. Рекомендательный протокол лечения острой осложненной и неосложненной травмы позвоночника у взрослых (Ассоциация нейрохирургов РФ). Часть 1. Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко 2014; 78(6): 60–68. Krylov V.V., Grin' A.A., Lutsik A.A., Parfenov V.E., Dulaev A.K., Manukovskii V.A., Konovalov N.A., Perl'mutter O.A., Safin Sh.M., Kravtsov M.N., Manashchuk V.I., Rerikh V.V. A protocol recommended for treating acute complicated and uncomplicated spinal injuries in adult patients (Association of Neurosurgeons of Russia). Part 1. *Voprosy neirokhirurgii imeni N.N. Burdenko* 2014; 78(6): 60–68, <https://doi.org/10.17116/neiro201478660-67>.
2. Маринчек Б., Донделинджер Р.Ф. Неотложная радиология. Часть 1. М: Видар-М; 2008; 342 с. Marinchek B., Dondelinger R.F. *Neotlozhnaya radiologiya. Chast' 1*. [Emergency radiology. Vol. 1]. Moscow; VIDAR-M; 2008; 342 p.
3. Cassar-Pullicino V.N., Imhof H. *Spinal trauma — an imaging approach*. Thieme; 2008; 256 p.
4. Гринь А.А., Григорьева Е.В. Лучевая диагностика позвоночно-спинномозговой травмы: лекция. Ч. 1. Нейрохирургия 2012; 4: 8–16. Grin' A.A., Grigoreva E.V. The radiology diagnostics of vertebral and spinal trauma. Part 1. *Neirokhirurgiya* 2012; 4: 8–16.
5. Гринь А.А., Григорьева Е.В. Лучевая диагностика позвоночно-спинномозговой травмы: лекция. Ч. 2. Нейрохирургия 2013; 1: 7–21. Grin' A.A., Grigoreva E.V. The radiology diagnostics of vertebral and spinal trauma. Part 2. *Neirokhirurgiya* 2013; 1: 7–21.
6. Аганесов А.Г. Хирургическое лечение осложненной травмы позвоночника — прошлое и настоящее. Хирургия.

Журнал им. Н.И. Пирогова 2013; 1: 5–12. Aganesov A.G. The future and the past of surgery for the complicated spine trauma. *Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova* 2013; 1: 5–12.

7. Щедренок В.В., Яковенко И.В., Могучая О.В., Орлов С.В., Аникеев Н.В. Сочетанная черепно-мозговая и позвоночно-спинномозговая травма в городах с различной численностью населения. Неврологический вестник. Журнал им. В.М. Бехтерева 2007; 2: 77–79. Schedrenok V.V., Yakovenko I.V., Moguchaya O.V., Orlov S.V., Anikeev N.V. Associative craniocerebral and vertebral-cerebrospinal trauma in cities with different number of population. *Nevrologicheskiy vestnik. Zhurnal imeni V.M. Bekhtereva* 2007; 2: 77–79.

8. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983; 8(8): 817–831, <https://doi.org/10.1097/00007632-198311000-00003>.

9. Салдун Г.П. Задний комбинированный спондилодез и его место в оперативном лечении тяжелых переломов грудного и поясничного отделов позвоночника. Дис. ... канд. мед. наук. Л; 1983. Saldun G.P. *Zadny kombinirovanny spondilodez i ego mesto v operativnom lechenii tyazhelykh perelomov grudnogo i poyasnichnogo otdelov pozvonochnika*. Dis. ... kand. med. nauk [Rear combined spondylodesis and its place in the surgical treatment of severe fractures of the thoracic and lumbar spine. PhD Dissertation]. Leningrad; 1983.

10. Magerl F., Aebi M., Gertzbein S.D., Harms J., Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J* 1994; 3(4): 184–201, <https://doi.org/10.1007/bf02221591>.

11. Anderson L.D., D'Alonzo R.T. Fractures of the odontoid process of the axis. *J Bone Joint Surg Am* 1974; 56(8): 1663–1674; <https://doi.org/10.2106/00004623-197456080-00017>.

12. Patel A.A., Dailey A., Brodke D.S., Daubs M., Anderson P.A., Hurlbert R.J., Vaccaro A.R.; Spine Trauma Study Group. Subaxial cervical spine trauma classification: the Subaxial Injury Classification system and case examples. *Neurosurg Focus* 2008; 25(5): E8, <https://doi.org/10.3171/foc.2008.25.11.e8>.

13. Andrei F.J., Michael D.D., Brandon D.L., Brodke D.S., Cendes F., Tedeschi H., Patel A.A. Retrospective evaluation of the validity of the Thoracolumbar Injury Classification System in 458 consecutively treated patients. *Spine* 2013; 13(12): 1760–1765, <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.03.014>.

14. Pfirmann C.W., Dora C., Schmid M.R., Zanetti M., Hodler J., Boos N. MR image-based grading of lumbar nerve root compromise due to disk herniation: reliability study with surgical correlation. *Radiology* 2004; 230(2): 583–588, <https://doi.org/10.1148/radiol.2302021289>.

15. Седелников С.С., Доровских Г.Н. Мультисрезовая компьютерная томография всего тела как этап ранней диагностики политравмы (обзор литературы и собственный опыт использования). Радиология — практика 2017; 5(65): 22–30. Sedelnikov S.S., Dorovskikh G.N. Whole-body multidetector computed tomography as a stage of early diagnosis of polytrauma (review of literature and own experience). *Radiologiya — praktika* 2017; 5(65): 22–30.

16. Доровских Г.Н., Горлина А.Ю. Лучевая диагностика и лечение политравмы согласно протоколам ATLS (обзор литературы и собственные наблюдения). Радиология — практика 2014; 5: 73–81. Dorovskikh G.N., Gorlina A.Yu. Radiologic evaluation and polytrauma treatment according to reports ATLS (review of the literature and own observations). *Radiologiya — praktika* 2017; 5: 73–81.