



Лучевые методы диагностики при травмах шейного отдела позвоночника (обзорная статья)

Олег Николаевич ЯМЩИКОВ^{1,2} ,
Наталья Владимировна ЕМЕЛЬЯНОВА^{1,3} , Нелли Игоревна ДРОБЫШЕВА¹  

¹ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»,
Медицинский институт

392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33

²ТОГБУЗ «Городская клиническая больница г. Котовска»

393190, Российская Федерация, Тамбовская область, г. Котовск, ул. Пионерская, 24

³ГБУЗ «Тамбовская областная клиническая больница имени В.Д. Бабенко»

392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Московская, 29

✉ drobysheva-nelli@mail.ru

Аннотация. Травма шейного отдела позвоночника является важной медико-социальной проблемой ввиду тенденции к росту количества, повышению степени тяжести травм и высокой инвалидизации пациентов. По данным различных источников, частота встречаемости травм этой области составляет около 55 % от всех травм позвоночника. Помимо этого, диагностика повреждений шейного отдела позвоночника зачастую бывает затруднительна ввиду особенностей анатомического строения шейного отдела позвоночника, фиксирующих средств, а также вынужденного положения больного. Поэтому важно иметь представление о различных методах исследования для своевременного, грамотного построения алгоритма диагностики при подозрении на травму шейного отдела позвоночника и скорейшего начала лечебных мероприятий. Представлен обзор литературы, в котором изложена информация о современных методах лучевой диагностики при травмах шейного отдела позвоночника. Особое внимание уделено таким методам, как рентгенография, компьютерная томография, КТ-миелография, и магнитно-резонансная томография, которые используются в современной медицине по отдельности или в сочетанном виде для диагностики повреждений шейного отдела позвоночника различного характера. Описаны их преимущества, недостатки и возможности комплексного использования в диагностике.

Ключевые слова: лучевая диагностика; метод; травма; шейный отдел позвоночника

Для цитирования: Ямщиков О.Н., Емельянова Н.В., Дробышева Н.И. Лучевые методы диагностики при травмах шейного отдела позвоночника (обзорная статья). Тамбовский медицинский журнал. 2022;4(1):16-23. DOI [10.20310/2782-5019-2022-4-1-16-23](https://doi.org/10.20310/2782-5019-2022-4-1-16-23)

Diagnostic radiology techniques for cervical spine injuries (review article)

Oleg N. YAMSHIKOV^{1,2} ,
Natalia V. YEMELYANOVA^{1,3} , Nelli I. DROBYSHEVA¹  ✉ 

¹Derzhavin Tambov State University, Medical Institute
33 Internatsionalnaya St., Tambov 392000, Russian Federation

²Kotovsk City Clinical Hospital
24 Pionerskaya St., Kotovsk 393190, Tambov Region, Russian Federation

³Tambov Regional Clinical Hospital named after V.D. Babenko
29 Moskovskaya St., Tambov 392000, Russian Federation

✉ drobysheva-nelli@mail.ru

Abstract. Injury of the cervical spine is an important medical and social problem due to the tendency to increase number and severity of injuries and high disability of patients. According to various sources, the incidence of injuries in this area is about 55 % of all spinal injuries. In addition, the diagnosis of injuries of the cervical spine is often difficult due to the peculiarities of the anatomical structure of the cervical spine, fixing devices, as well as the forced position of the patient. Therefore, it is important to have an idea of various research methods for the timely, competent construction of a diagnostic algorithm in case of suspected injury to the cervical spine and the early start of therapeutic measures. Presented literature review provides information on modern techniques of diagnostic radiology for injuries of the cervical spine. Such methods as radiography, computed tomography, CT myelography, and magnetic resonance imaging are used in modern medicine individually or in combination to diagnose injuries of the cervical spine of various nature. We describe their advantages, disadvantages and possibilities of complex use in diagnostics.

Keywords: diagnostic radiology; technique; trauma; cervical spine

For citation: Yamshikov O.N., Yemelyanova N.V., Drobysheva N.I. Diagnostic radiology techniques for cervical spine injuries (review article). *Tambovskiy meditsinskiy zhurnal = Tambov Medical Journal*. 2022;4(1):16-23. (In Russian). DOI [10.20310/2782-5019-2022-4-1-16-23](https://doi.org/10.20310/2782-5019-2022-4-1-16-23)

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы проблема диагностики и лечения травм позвоночника, а в особенности шейного его отдела, приобрела особую значимость. Это связано с ростом дорожно-транспортных происшествий, переменами в социально-экономических и демографических факторах, а также ростом террористических и экстремистских нападений, что и привело к увеличению числа пациентов с острыми травмами [1; 2].

Ежегодно во всем мире из 130 тысяч случаев травм позвоночного столба 15 тысяч приходится на переломы шейного отдела позвоночника (ШОП). На позвоночник приходится 10–26 % от всех травм костно-суставной системы, что по частоте встречаемости лишь не-

много уступает повреждениям костного аппарата верхних и нижних конечностей [3; 4].

По данным литературы, одним из самых тяжелых видов повреждений позвоночно-спинномозговой системы является именно перелом шейного отдела позвоночника, частота встречаемости при этом доходит до 55 %. Нижний и верхние отделы повреждаются значительно чаще (85 %) [5].

Самыми частыми причинами травм ШОП являются дорожно-транспортные происшествия (37,92–60 %), спортивный травматизм, прыжки в воду при нырянии (11,41–12 %), падение с высоты (26,41–28 %) [6; 7]. При этом травмы с равной частотой встречаются у женщин и мужчин пожилого возраста, а наиболее часто – у молодых мужчин [8].

Поражения ШОП относятся к особенно тяжелым вариантам травм, так как для них ха-

рактен высокий риск осложнений, связанных с нервной системой, а также высокая смертность [2].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Диагностика повреждений шейного отдела позвоночника затруднительна из-за анатомических особенностей. Абсолютная высота межпозвоночных дисков (МПД) по сравнению с другими отделами мала. Относительная же высота является наибольшей. Если, например, в поясничном отделе соотношение высоты тела позвонка к диску 3/1, в грудном – 5/1, то в шейном отделе МПД будет составлять примерно 40 % от высоты позвонка или 5/2 [9]. ШОП является наиболее подвижным отделом позвоночника за счет особенностей положения и строения суставных отростков, а также наличия унковертебральных суставов. Это обуславливает наиболее частую травматизацию по сравнению с другими отделами [10].

Кроме особенностей анатомии, определенные трудности для диагностики травматических повреждений создают и вынужденное положение пострадавшего, наличие средств для иммобилизации. Верхние и нижние части шейного отдела являются труднодоступными для визуализации из-за наложения на них дополнительных структур, что может приводить к диагностическим ошибкам [11; 12].

Лучевые методы исследования в настоящее время являются традиционными для диагностики травм ШОП, что объясняется доступностью, основная же методика – рентгенография [11; 12].

При этом рентгенография дает полные сведения о повреждениях шейного отдела позвоночника только в 2–3 % случаев, и у 7 % больных с травматическими повреждениями вообще не выявляют патологических изменений на рентгенограммах. Кроме того, качество рентгеновских снимков и полнота захвата исследуемой области нередко бывают недостаточными. По этой причине почти в половине случаев требуется проведение повторного исследования [13; 14].

Сотрудники Областного медицинского центра (г. Караганда) произвели анализ протоколов лучевых методов исследования пациен-

тов с травмами шейного отдела позвоночника, в ходе которого выяснили, что при классической рентгенографии ШОП у 32 % обследованных данным методом патологические изменения обнаружены не были, у 11 % пациентов факт наличия травмы был установлен лишь при повторном исследовании, и неполную информацию о травме установили у 10 % больных [5].

По данным литературы, рентгенологический метод обладает высокой точностью (75–96 %) и специфичностью, которая составляет 91–100 %. Однако при некоторых повреждениях информативности данного метода недостаточно. Такие повреждения, как односторонние смещения, переломы суставных отростков и дуг тел позвонков выявляются лишь в половине случаев [15].

По эффективности диагностики и полноте охвата пораженной области традиционная рентгенография уступает компьютерной томографии (КТ), но относительно низкая стоимость, простота исследования и низкая лучевая нагрузка способствуют ее массовому применению при повреждениях ШОП [5].

Сроки проведения оперативного лечения травм напрямую зависят от времени проведения КТ намного больше, чем от времени проведения рентгенографического исследования. Таким образом, данные КТ играют значительную роль при планировании хирургического вмешательства. Это определяет необходимость наличия аппарата КТ в многопрофильных медицинских организациях [5].

Необходимо выделить тот факт, что значительная доля всех переломов позвоночника при выявлении на КТ никак не визуализируется при классическом рентгенологическом исследовании [4; 16; 17]. На КТ лучше всего определяются краевые переломы тел позвонков без смещения, межпозвоночные фрагменты со смещением в сторону спинного мозга, а также внутренние повреждения фасетки и связок. КТ с реконструкцией в различных плоскостях дает возможность диагностировать повреждения позвоночника, невыявленные при классической рентгенографии.

КТ в настоящее время является наиболее информативным методом при травматических повреждениях ШОП [7] и обладает наиболь-

шим потенциалом в определении повреждений позвоночника. Она дает возможность получать посрезовые изображения изучаемой области с последующей объемной реконструкцией. Метод дает наиболее полные данные о природе изменений при травме и обладает высокой чувствительностью [18] и точностью, которая достигает 99,73 % [2; 19]. Благодаря КТ имеется возможность точного измерения размеров анатомических структур и их определения расположения в пространстве, что особенно важно при планировании операций.

КТ позволяет определить не только наличие травмы, но и более точно установить уровень и протяженность переломов позвонков, визуализировать переломы мелких структур позвоночника, которые при обычной спондилографии не удастся обнаружить. Также существует возможность увидеть костные фрагменты в просвете спинномозгового канала, в то время как на рентгеновских изображениях определение их будет затруднено ввиду скрытия дужками позвонков [4].

Помимо костных структур, данный метод благодаря высокой разрешающей способности позволяет также определить изменения паравертебральных мягких тканей, межпозвоночных дисков и связок. Визуализация дурального мешка и дуральных воронок корешков спинного мозга дает возможность определить изменения спинного мозга и нервных корешков. Однако такие минусы КТ, как дороговизна исследования и высокая доза облучения, препятствуют более широкому ее применению в данный момент [18] и методом выбора при подозрении на перелом в области шейного отдела позвоночника остается традиционная рентгенография.

Несмотря на существенные минусы метода, в настоящее время разработаны критерии с целью определения пациентов группы высокого риска травмы ШОП. У таких пациентов КТ проводится без предварительной спондилографии. Таким образом, достигается экономия средств и времени [18; 20; 21], а пациент не получает дополнительную лучевую нагрузку.

Также был предложен следующий алгоритм лучевой диагностики при острой закрытой травме шейного отдела позвоночника:

- пациентам, пребывающим в реанимационном отделении с высоким риском травмы ШОП, обследование начинать с КТ;

- больным приемного отделения проводить классическое рентгенологическое исследование в прямой и боковой проекциях. При недостаточной визуализации позвонков и их повреждений требуется проведение дополнительно КТ;

- на МРТ направляются пациенты с неврологическими нарушениями [5].

Еще одним методом распознавания травматических изменений в шейном отделе позвоночника является КТ-миелография [22], который позволяет оценить как костные изменения позвонков [23], так и целостность спинного мозга, субарахноидального пространства, его разрывы, выявить затеки контрастного вещества, выявить компрессию дурального мешка, определить размеры спинного мозга [22].

Необходимость визуализации компрессии или повреждения спинного мозга, определение конгруэнтности костных отломков с нервными структурами на уровне поражения являются показаниями для проведения КТ-миелографии. На основании данных исследования возможно определить месторасположение и протяженность сдавления СМ, нарушение проходимости ликворного пространства, размеры спинномозговой полости и позвоночного канала, а также определить степень истечения ликвора [10; 14; 24].

КТ-миелография является менее информативным методом, по сравнению с магнитно-резонансной томографией (МРТ) в диагностике повреждений СМ [25]. Помимо этого, метод является инвазивным, ввиду чего исследование может проводиться только после полного общеклинического обследования и в случае наличия абсолютных противопоказаний к МРТ [10; 14; 23; 24]. Также процесс исследования усложняется тем, что необходимо менять положение пациента, что может существенно усложнить диагностический процесс [23]. Так как при данном исследовании используются йодсодержащие препараты, то для пациентов с гиперчувствительностью к ним КТ-миелография противопоказана [14].

МРТ, выявляя в основном повреждение мягких тканей при травмах позвоночника, как правило, не используется в качестве самостоятельного метода, а является дополнением к данным, полученным при КТ-исследовании.

Магнитно-резонансное исследование, в отличие от КТ и КТ-миелографии, обладает высокой разрешающей способностью при выявлении изменений в мягкотканых структурах [7], причем изображение можно получить в любых проекциях [26–28]. С его помощью возможно визуализировать спинной мозг, также провести дифференциальную диагностику между такими состояниями, как компрессия спинного мозга различными структурами, отек, сирингомиелия. Еще одним преимуществом является отсутствие ионизирующего излучения, вызывающего негативные эффекты в тканях организма [7], и следовательно, практически отсутствие противопоказаний.

Несмотря на преимущества метода в исследовании патологических изменений мягких тканей при травматизации позвоночника, возможности МРТ заметно ограничены в диагностике повреждений именно костной структуры [23]. МРТ не обладает высокой чувствительностью в выявлении костных повреждений, однако при компрессионных переломах тела позвонка чувствительность достигает 90–100 % [18]. При этом результаты работ многих авторов показывают отсутствие статистически существенной зависимости точности постановки диагноза от выбора метода (МРТ, КТ, миелография) [23].

В ходе работы, проведенной в Омской городской клинической больнице скорой медицинской помощи № 1 за 2007–2011 гг., был сделан вывод о том, что необходимо проводить комплексное исследование с применением стандартной спондилографии, КТ и МРТ.

Исследование пациентов с острой травмой ШОП, по мнению авторов, лучше всего начинать с выполнения рентгенографии в переднезадней, боковой, косой проекциях, а

также в переднезадней проекции через открытый рот. КТ назначается в том случае, если результаты неудовлетворительны или же качество рентгеновских снимков недостаточно. На МРТ направляются больные с нарушениями в работе центральной и периферической нервных систем. Применяя этот метод, можно диагностировать такие повреждения, как отек и кровоизлияние в СМ, инфаркты, разрывы межпозвонковых связок, грыжи дисков, разрыв корешков спинного мозга. Однако время проведения МРТ значительно больше, чем при КТ, что создает определенные неудобства при обследовании некоторых категорий пациентов [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лечение ШОП требует срочной и точной диагностики для скорейшей разработки адекватной тактики, оптимального метода лечения каждого вида травмы. Для того чтобы обеспечить благополучный исход при травматизации шейного отдела позвоночника в ближайшем и отдаленном периодах, необходимо проводить качественную диагностику и своевременное квалифицированное лечение [7].

На основе изученной литературы можно сделать вывод, что с целью диагностики и лечения травм шейного отдела позвоночника рекомендуется проводить комплексное лучевое исследование в различных сочетаниях, так как все методики имеют важное значение при оценке состояния позвоночника и спинного мозга в раннем и послеоперационном периодах [18], и в совокупности они дают полную картину для планирования дальнейших лечебных мероприятий.

Обследование при помощи комплексного лучевого исследования позволит быстро и точно определить вид и степень повреждения позвоночника, а также дать прогноз на возможный исход данного вида повреждения [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Боренштейн Д.Г., Визель С.В., Боден С.Д.* Боли в шейном отделе позвоночника. Диагностика и комплексное лечение. М., Медицина; 2005. 790 с.

2. *Смирнов В.В., Елисеев Н.П., Раковская Г.М.* Лучевая диагностика травматических повреждений шейного отдела позвоночника. Мануальная терапия. 2009;(35):81-91.
3. *Imhof H., Halpern B., Herneth A.M. et al.* Direct Diagnosis in Radiology: Spinal Imaging. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2008.
4. *Доровских Г.Н., Кожедуб С.А., Горлина А.Ю., Седельников С.С., Сулим Д.А.* Лучевая диагностика повреждений шейного отдела позвоночника. Вестник рентгенологии и радиологии. 2012;(3):012-9.
5. *Ганджук Е.А., Ромащенко Т.И., Гомель Л.Р., Беляева Я.В., Федорова Г.В.* Лучевой алгоритм диагностики острой закрытой травмы нижнешейного отдела позвоночника (С3–С7). Медицина и экология. 2010;(55).
6. *Meyer P.R.Jr.* Cervical spine fractures. Changing management concepts. In: Bridwell K.H., De Wald R.L., eds. The textbook of spinal surgery. Philadelphia; 1997, pp. 1679-1741.
7. *Рамих Э.А.* Травма нижнего шейного отдела позвоночника: диагностика, классификация, лечение. Хирургия позвоночника. 2005;(3):8-24.
8. *Timothy J., Towns G., Girn H.S.* Cervical spine injuries. Current Orthopaedics. 2004;18:1-16.
9. *Ахмеджанов Ф.М., Карякина У.В., Гринь А.А.* Алгоритм лучевого исследования при закрытой травме нижнешейного отдела позвоночника. Нейрохирургия. 2007;3:43-9.
10. *Vazhanov S.P., Ulyanov V.Yu., Gulyaev D.A., Norkin I.A., Shchukovsky V.V.* Surgical treatment of patients with traumatic subaxial injuries of the cervical spine is a «look back». Modern Problems of Science and Education. 2016;5:87.
11. *Черемисин В.М., Ищенко Б.И.*, ред. Неотложная лучевая диагностика механических повреждений. СПб., Гиппократ; 2003. С. 129-154.
12. *Агафонова Н.В., Конев С.В.* Возможности современных методов диагностики травматических повреждений шейного отдела позвоночника. Политравма. 2008;(1):38-42.
13. *White A.A., Panjabi M.M.* Clinical Biomechanics of the Spine. Philadelphia; 1990.
14. *Яриков А.В., Фраерман А.П., Перльмуттер О.А., Симонов А.Е., Смирнов И.И.* Травма субаксиального уровня шейного отдела позвоночника: клиническая картина, диагностика, тактика лечения. Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2018;(75):89-97. DOI [10.5281/zenodo.1488054](https://doi.org/10.5281/zenodo.1488054)
15. *Иваничев Г.А.* Мануальная терапия. Казань; 1997. 447 с.
16. *Маринчик Б., Донделинджер Р.* Неотложная радиология: в 2 ч. М.: Видар; 2008. Ч. 1. 342 с.
17. *Корниенко В.Н., Пронин И.Н.* Диагностическая нейрорадиология: в 3 т. М.: Видар; 2009. Т. 3. 462 с.
18. *Карякина У.В.* Методы лучевой диагностики и их эффективность при закрытой травме нижнешейного отдела позвоночника. Вестник рентгенологии и радиологии. 2006;(5):48-53.
19. *Шарифуллин Ф.А.К.* Неотложная рентгеновская компьютерная томография при механической травме: дис. ... д-ра мед. наук. М.; 1999.
20. *Barba C.A., Taggart J., Morgan A.S. et al.* A new cervical spine clearance protocol using computed tomography. Journal of Trauma. 2001;51(4):652-6.
21. *Blackmore C.C., Ramsey S.D., Mann F.A., Deyo R.A.* Cervical spine screening with CT in trauma patients: a costeffectiveness analysis. Radiology. 1999;212:117-25.
22. *Габуня Р.И., Колесникова Е.К.* Компьютерная томография в клинической диагностике. М., Медицина; 1995. С. 307-328.
23. *Тиссен Т.П., Шевелев И.Н.* Применение неионных рентгеноконтрастных веществ в нейрохирургии. Нейрохирургия. 1999;(2):3-8.
24. *Матвеев А.Н., Глухих Д.Л.* Комбинированный передний спондилодез в лечении травмы шейного отдела позвоночника. Хирургия позвоночника. 2006;3:24-8.
25. *Перльмуттер О.А., Григорьева В.Н., Курилина Л.Р.* Травма позвоночника и спинного мозга: неотложная диагностика и лечение. Нижний Новгород, НижГМА; 2016, 96 с.
26. *Яруллина И.Х., Садыкова Г.А.* Лучевые методы исследования при болях в позвоночнике. Медицинский вестник Башкортостана. 2021;16(2):79-83.
27. *Gholamrezanezhad A. et al.* Clinical nononcologic applications of PET/CT and PET/MRI in musculoskeletal, orthopedic, and rheumatologic imaging. American Journal of Roentgenology. 2018;210(6):W245-63. DOI [10.2214/AJR.17.18523](https://doi.org/10.2214/AJR.17.18523)
28. *Fayad L.M., Carrino J.A., Fishman E.K.* Musculoskeletal infection: role of CT in the emergency department. Radiographics. 2007; 27(6):1723-36.

REFERENCES

1. Borenshteyn D.G., Vizel S.V., Boden S.D. Pain in the Cervical Spine. Diagnosis and Comprehensive Treatment. Moscow, Meditsina Publ.; 2005, 790 p. (In Russian).
2. Smirnov V.V., Eliseev N.P., Rakovskaya G.M. Radiation diagnostics of traumatic injuries of the cervical spine. *Manual'naya terapiya = Manual Therapy*. 2009;(35):81-91. (In Russian).
3. Imhof H., Halpern B., Herneth A.M. et al. Direct Diagnosis in Radiology: Spinal Imaging. Stuttgart, Georg Thieme Verlag; 2008.
4. Dorovskikh G.N., Kozhedub S.A., Gorlina A.Yu., Sedelnikov S.S., Sulim D.A. Radiodiagnosis of cervical spine lesions. *Vestnik rentgenologii i radiologii = Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2012;(3):012-9. (In Russian).
5. Gandzhuk E.A., Romashchenko T.I., Gomel L.R., Belyaeva Ya.V., Fedorova G.V. Radiation algorithm for the diagnosis of acute closed injury of the lower cervical spine (C3-C7). *Meditsina i ekologiya = Medicine and Ecology*. 2010;(55). (In Russian).
6. Meyer P.R.Jr. Cervical spine fractures. Changing management concepts. In: Bridwell K.H., De Wald R.L., eds. The Textbook of Spinal Surgery. Philadelphia; 1997, pp. 1679-1741.
7. Ramikh E.A. Lower cervical spine injury: diagnosis, classification, treatment. *Khirurgiya pozvonochnika = Spine Surgery*. 2005;(3):8-24. (In Russian).
8. Timothy J., Towns G., Girn H.S. Cervical spine injuries. *Current Orthopaedics*. 2004;18:1-16.
9. Akhmedzhanov F.M., Karyakina U.V., Grin A.A. Algorithm of radiation examination in closed trauma of the lower cervical spine. *Neyrokhirurgiya = Neurosurgery*. 2007;3:43-9. (In Russian).
10. Bazhanov S.P., Ulyanov V.Yu., Gulyaev D.A., Norkin I.A., Shchukovsky V.V. Surgical treatment of patients with traumatic subaxial injuries of the cervical spine is a "look back". *Modern Problems of Science and Education*. 2016;5:87.
11. Cheremisin V.M., Ishchenko B.I., eds. Emergency Radiodiagnosis for Mechanical Injury. St. Petersburg, Gippokrat Publ.; 2003, pp. 129-154. (In Russian).
12. Agafonova N.V., Konev S.V. The possibilities of the new modern methods for diagnostics of traumatic cervical spine injuries. *Politravma = Polytrauma*. 2008;(1):38-42. (In Russian).
13. White A.A., Panjabi M.M. Clinical Biomechanics of the Spine. Philadelphia; 1990.
14. Yarikov A.V., Fraerman A.P., Perl'mutter O.A., Simonov A.E., Smirnov I.I. Injury of the subaxial level of the cervical spine: clinical picture, diagnosis, treatment tactics. *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka = Health. Medical Ecology. Science*. 2018;(75):89-97. (In Russian). DOI [10.5281/zenodo.1488054](https://doi.org/10.5281/zenodo.1488054)
15. Ivanichev G.A. Manual Therapy. Kazan; 1997, 447 p. (In Russian).
16. Marinchik B., Dondelinger R. Emergency Radiology: in 2 pts. Moscow, Vidar Publ.; 2008, pt 1, 342 p. (In Russian).
17. Kornienko V.N., Pronin I.N. Diagnostic Neuroradiology: in 3 vols. Moscow, Vidar Publ.; 2009, vol. 3, 462 p. (In Russian).
18. Karyakina U.V. Radiation diagnostic studies and their efficiency in closed injury of the lower cervical spine. *Vestnik rentgenologii i radiologii = Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2006;(5):48-53. (In Russian).
19. Sharifullin F.A.K. Emergency X-ray Computed Tomography for Mechanical Trauma. Dr. med. sci. diss. Moscow, 1999. (In Russian).
20. Barba C.A., Taggart J., Morgan A.S. et al. A new cervical spine clearance protocol using computed tomography. *Journal of Trauma*. 2001;51(4):652-6.
21. Blackmore C.C., Ramsey S.D., Mann F.A., Deyo R.A. Cervical spine screening with CT in trauma patients: a costeffectiveness analysis. *Radiology*. 1999;212:117-25.
22. Gabunia, R.I., Kolesnikova E.K. Computed Tomography in Clinical Diagnostics. Moscow, Meditsina Publ.; 1995, pp. 307-328. (In Russian).
23. Tissen T.P., Shevelev I.N. Application of nonionic radiopaque substances in neurosurgery. *Neyrokhirurgiya = Neurosurgery*. 1999;(2):3-8. (In Russian).
24. Matveev A.N., Glukhikh D.L. Combined anterior spinal fusion in the treatment of cervical spine injury. *Khirurgiya pozvonochnika = Spinal Surgery*. 2006;3:24-8. (In Russian).
25. Perlmutter O.A., Grigorieva V.N., Kurilina L.R. Vertebral column and Spinal Cord Injury: Emergency Diagnosis and Treatment. Nizhny Novgorod; 2016, 96 p. (In Russian).

26. Yarullina I.K., Sadykova G.A. Radiological research methods for musculoskeletal pain. *Meditinskii vestnik Bashkortostana = Bashkortostan Medical Journal*. 2021;16(2):79-83.
27. Gholamrezanezhad A. et al. Clinical nononcologic applications of PET/CT and PET/MRI in musculoskeletal, orthopedic, and rheumatologic imaging. *American Journal of Roentgenology*. 2018;210(6):W245-63. DOI [10.2214/AJR.17.18523](https://doi.org/10.2214/AJR.17.18523)
28. Fayad L.M., Carrino J.A., Fishman E.K. Musculoskeletal infection: role of CT in the emergency department. *Radiographics*. 2007; 27(6):1723-36.

Информация об авторах

Ямщиков Олег Николаевич, доктор медицинских наук, главный врач. Городская клиническая больница г. Котовска, г. Котовск, Тамбовская область, Российская Федерация; доцент, заведующий кафедрой госпитальной хирургии с курсом травматологии Медицинского института. Тамбовский государственный университет имени Г.П. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: travma-68@mail.ru

Вклад в статью: разработка концепции статьи.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6825-7599>

Емельянова Наталья Владимировна, кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики. Тамбовская областная клиническая больница имени В.Д. Бабенко, г. Тамбов, Российская Федерация; доцент кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии Медицинского института. Тамбовский государственный университет имени Г.П. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: travma68@mail.ru

Вклад в статью: анализ литературы, написание части статьи.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3844-2165>

Дробышева Нелли Игоревна, ординатор по специальности «Рентгенология» Медицинского института. Тамбовский государственный университет имени Г.П. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: drobysheva-nelli@mail.ru

Вклад в статью: сбор и обработка материала, написание текста.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1947-6987>

Конфликт интересов отсутствует.

Поступила в редакцию 24.01.2022 г.
Поступила после рецензирования 21.02.2022 г.
Принята к публикации 15.04.2022 г.

Information about the authors

Oleg N. Yamshikov, Doctor of Medicine, Head Doctor. Kotovsk City Clinical Hospital, Kotovsk, Tambov Region, Russian Federation; Associate Professor, Head of Hospital Surgery with a Course of Traumatology Department of Medical Institute. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation. E-mail: travma68@mail.ru

Contribution: article concept development.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6825-7599>

Natalia V. Yemelyanova, Candidate of Medicine, Radiologist of Radiation Diagnostics Department. Tambov Regional Clinical Hospital named after V.D. Babenko, Tambov, Russian Federation; Associate Professor of Hospital Surgery with a Course in Traumatology Department of Medical Institute. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation. E-mail: travma68@mail.ru

Contribution: literature analysis, writing part of the article.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3844-2165>

Nelli I. Drobysheva, Resident in "Roentgenology" of Medical Institute. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation. E-mail: drobysheva-nelli@mail.ru

Contribution: data collection and evaluation, text writing.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1947-6987>

There is no conflict of interests.

Received 24 January 2022
Revised 21 February 2022
Accepted 15 April 2022