

6. A clinical study of 77 patients with mucopolysaccharidosis type II / I. V. Schwartz, M. G Ribeiro [et al.] // *Acta Paediatr. Suppl.* 2007; 96: 63 – 70.
7. Acquired autistic behaviors in children with mucopolysaccharidosis type IIIA / R. K. Rumsey, K. Rudser, E. Shapiro [et al.] // *J. Pediatr.* 2014; 164 (5): 1147 – 1151.
8. Aortic valve replacement in a patient with Morquio syndrome / F. Nicolini, D. Corradi [et al.] // *Heart. Surg. Forum.* 2008;11: 96 - 98.
9. Barranger J. A. Lysosomal storage disorder / J. A. Barranger, M. A. Cabrera-Salazar // Berlin: Springer. 2007; 574.
10. Cardiovascular manifestations of the Hurler syndrome. Hemodynamic and angiocardio-graphic observations in 15 patient / L. J. Krovetz, A. E. Lorincz [et al.] // *Irculation.* 1965; 31: 132 - 141.
11. Clinical overview and treatment options for non-skeletal manifestations of mucopolysaccharidosis type IVA / C. J. Hendriksz, M. Al-Jawad [et al.] // *J. Inher. Metab. Dis.* 2013; 36: 309 - 320.
12. Clinical, biochemical, and molecular characteristics of Filipino patients with mucopolysaccharidosis type II - Hunter syndrome / M. A. Chiong, D. Canon [et al.] // *Orphanet J. Rare Dis.* 2017; 12: 7.
13. Chen M. R. Cardiovascular changes in Mucopolysaccharidosis / M. R. Chen, S. P. Lin // Taiwan. *Acta Cardiol.* 2005; 60: 51 - 53.
14. Cumulative incidence rates of the mucopolysaccharidoses in Germany / F. Baehner, C. Schmiedeskamp [et al.] // *Inherit. Metab. Dis.* 2005; 28(6): 1011 - 1017.
15. Evaluation of disease severity in Mucopolysaccharidosis / M. Beck, J. Muenzer [et al.] // *J. Pediatr. Rehab. Med.* 2010; 3 (1): 39-46.
16. Hunter C. A. Rare disease in two brothers / C. A. Hunter // *Proc. R. Soc. Med.* 1917; 10: 104 - 116.
17. Imundo L. A complete deficiency of Hyaluronoglucosaminidase 1 (HYAL1) presenting as familial juvenile idiopathic arthritis // *Journal of inherited metabolic disease.* 2011; 34 (5): 1013-1022.
18. Incidence of the mucopolysaccharidoses in Western Australia / J. Nelson, J. Crowhurst [et al.] // *Am. J. Med. Genet. A.* 2003; 123: 310 - 313.
19. Mucopolysaccharidoses in the Scandinavian countries: incidence and prevalence / G. Malm, A. M. Lund [et al.] // *Acta Paediatr.* 2008; 97: 1577 -1581.
20. Mucopolysaccharidosis Type IIIA presents as a variant of Kluver–Bucy syndrome / M. Potegal, B. Yund [et al.] // *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 2013; 35 (6): 608 - 616.
21. Mucopolysaccharidosis VI / V. Valayanopoulos, H. Nicely [et al.] // *Orphanet J. Rare Dis.* 2010; 5: 5.
22. Mutation in VPS33A affects metabolism of glycosaminoglycans: a new type of mucopolysaccharidosis with severe systemic symptoms / H. Kondo, N.R. Maksimova [et al.] // *Human Molecular Genetics.* 2017; 26 (1): 173-183.
23. Review of clinical presentation and diagnosis of mucopolysaccharidosis IVA / C. J. Hendriksz, P. Harmatz [et al.] // *Mol. Genet. Metab.* 2013; 110: 54 – 64.
24. Respiratory manifestations in Mucopolysaccharidosis / M. S. Muhlebach, W. Wooten [et al.] // *Paediatr. Respir. Rev.* 2011; 12: 133 - 138.
25. Recognition and diagnosis of mucopolysaccharidosis II (Hunter syndrome) / R. Martin, M. Beck [et al.] // *Pediatrics.* 2008; 121 (2): 377 - 386.
26. Scoring evaluation of the natural course of mucopolysaccharidosis type IIIA (Sanfilippo syndrome type A) / A. Meyer, K. Kossow [et al.] // *Pediatrics.* 2007; 120 (5): 1255 - 1261.
27. Spinal problems in mucopolysaccharidosis I (Hurler syndrome) / V. Tandon, J. B. Williamson [et al.] // *J. Bone Joint. Surg. Br.* 1996 ; 78(6): 938 - 944.
28. The natural history of the severe form of Hunter's syndrome: a study based on 52 cases / I. D Young, P. S. Harper [et al.] // *Dev. Med. Child. Neurol.* 1983; 25(4): 481 – 489.
29. The mild form of mucopolysaccharidosis type I (Scheie syndrome) is associated with increased ascending aortic stiffness / A. Nemes, R. G. M. Timmermans, J. H. Wilson [et al.] // *Heart Vessels.* 2008; 23:108.
30. Upper airways abnormalities and tracheal problems in Morquio's disease / P. P. Walker, E. Rose [et al.] // *Thorax.* 2003; 58 :458 - 459.
31. Vasilev F. Mucopolysaccharidosis-Plus Syndrome / F. Vasilev, A. Sukhomyasova, T. Otomo // *International Journal of Molecular Sciences.* 2020; 21 (2): 421.
32. Vestronidase alfa: a review in mucopolysaccharidosis VII / McCafferty E. H., Scott L. J. // *BioDrugs.* 2019; 33 (2): 233-240.
33. Wraith J. E. Mucopolysaccharidosis type VI / J. E. Wraith, S. Jones // *Pediatr. Endocrinol. Rev.* 2014;12: 102 - 106.

Е.Г. Скрябин

ИЗОЛИРОВАННАЯ ТРАВМА СПИННОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ – СИНДРОМ SCIWORA

DOI 10.25789/YMJ.2022.78.27

УДК616.832-001.4-053

В обзоре литературы проведен анализ научных статей, посвященных изолированным травмам спинного мозга у детей (синдром SCIWORA). Преимущественно этот синдром встречается у детей до 8-летнего возраста, среди пострадавших преобладают мальчики. Чаще других отделов спинного мозга поражается шейный. Проблема синдрома SCIWORA сохраняет свою актуальность. Необходимо разрабатывать единые подходы и стандарты в тактике лечения детей с этой тяжелой патологией.

Ключевые слова: дети, изолированная травма спинного мозга, синдром SCIWORA, обзор литературы.

The analysis of scientific articles on isolated spinal cord injuries in children was conducted in the literature review (SCIWORA syndrome). This syndrome is mainly noted in children under 8 years, most of the victims being boys. The cervical spinal cord is affected more frequently. The problem of SCIWORA syndrome remains relevant. It is necessary to develop common approaches and standards in the tactics of treatment of children with this severe pathology.

Keywords: children, isolated spinal cord injury, SCIWORA syndrome, literature review.

Введение. Изолированная травма спинного мозга у детей представляет собой актуальную проблему современной травматологии и нейрохирургии [26, 31, 32]. Актуальность обусловлена тяжестью полученных детьми повреждений, что зачастую ведет к неудовлетворительным результатам проводимой терапии [22, 37]. В от-

ечественной медицинской литературе, посвященной позвоночно-спинномозговой травме у детей, недостаточно полно отражены аспекты синдрома SCIWORA-изолированной травмы спинного мозга без сопутствующих повреждений костных структур позвонков и межпозвонковых дисков.

Цель: проанализировать основные отечественные и зарубежные публикации, посвященные изолированным травмам спинного мозга у детей – синдрому SCIWORA; полученную информацию переработать и представить в виде обзора литературы.

Материал и методы. Научные публикации для написания обзора литературы были получены из современных баз данных PubMed, eLIBRARY, CYBERLENINKA. В общей сложности были использованы 42 научные статьи, в которых отражены самые актуальные проблемы и аспекты изучаемой темы. Отечественных литературных источников использовано 4 (9,53%), иностранных – 38 (90,47%).

Поиск литературных источников проводился по следующим ключевым словам: изолированная травма спинного мозга у детей (isolated

spinal cord injury in children), синдром SCIWORA (SCIWORA syndrome), синдром SCIWONA (SCIWONA syndrome), синдром SCIWORET (SCIWORET syndrome).

Результаты и обсуждение. Одним из первых авторов, сообщивших о повреждении спинного мозга у детей без рентгенологических тому подтверждений со стороны позвонков и связочного аппарата позвоночника, был S. Lloyd, опубликовавший на эту тему статью в 1971 г. [16]. Десятилетие спустя, в начале 80-х гг. прошлого века, американские авторы D. Peng et al. представили медицинской общественности публикацию, в которой на научной основе был изложен 20-летний клинический опыт о повреждениях спинного мозга у 24 детей без лучевых (рентгенологических и компьютерно-томографических (КТ)) симптомов, характерных для травм позвонков. Данное состояние авторами было определено как «spinal cord injury without radiographic abnormality» (сокращенно: SCIWORA) [21].

С широким внедрением в клиническую практику магнитно-резонансной томографии (МРТ), когда появилась возможность диагностировать даже незначительные повреждения спинного мозга, был предложен новый термин – SCIWONA (spinal cord injury without neuroimaging abnormality). Этой аббревиатурой описывают клинические ситуации повреждений спинного мозга у детей и подростков без изменений на МРТ-граммах позвоночника и спинного мозга [42]. В тех случаях, когда повреждения спинного мозга диагностируют при отсутствии достоверных анамнестических данных о перенесенной травме, используют термин SCIWORET (spinal cord injury without radiographic evidence of trauma) [10].

В англоязычной медицинской литературе при описании изолированных травм спинного мозга у детей наибольшее распространение получил термин «SCIWORA». Патологические состояния, расцениваемые как «SCIWONA» и «SCIWORET», у педиатрических пациентов описывают значительно реже [41]. В иностранной литературе научных публикаций, посвященных синдрому SCIWORA, достаточное количество, чего нельзя сказать о статьях в отечественных источниках [4]. Даже в регламентирующих медицинскую деятельность документах применительно к позвоночно-спинномозговой травме отсутствуют рекомендации по диагностике и лечению SCIWORA. Так, А.К. Дулаев с соавт., проанализировавшие

всю имеющуюся к 2021 г. отечественную нормативно-правовую документацию, практические руководства и клинические рекомендации, утвержденные Министерством здравоохранения РФ, указывают, что в них не рассматриваются вопросы оказания медицинской помощи пациентам с этим синдромом [2].

В настоящее время известно, что частота встречаемости SCIWORA среди детей с различными видами травм позвоночника составляет от 3 [13] до 38% [38] случаев. У детей и подростков, находящихся на стационарном лечении в нейрохирургических отделениях, частота диагностики этого состояния находится в более широком диапазоне: от 3 [1] до 64% [4] клинических наблюдений. Несмотря на то, что в современной медицинской литературе, особенно зарубежной, представлено достаточное количество публикаций о синдроме SCIWORA, частота его диагностики зависит, по мнению D. Pang et al., «от осведомленности врачей местного медицинского сообщества об этом состоянии» [20].

Наиболее часто синдром SCIWORA диагностируют у детей до 8-, 9-летнего возраста [18, 26]. В то же самое время в литературе опубликованы случаи, когда в группе исследуемых пациентов с этим синдромом преобладают лица подросткового возраста [34]. Основными механизмами травмы, приводящими к данному виду повреждений, являются ситуации, при которых практически одновременно происходят гиперэкстензия, гиперфлексия и дистракция позвоночника [17, 19, 22]. Обычно такие резкие и высокоамплитудные движения головы и туловища пациентов возникают при дорожно-транспортных происшествиях, а также во время спортивных тренировок или соревнований по таким видам спорта, как борьба, гимнастика, акробатика, конный спорт [20, 31, 40]. В то же время в литературе описаны клинические случаи развития синдрома SCIWORA у детей при падениях с высоты около 50 см [32]. По данным J. Knox, у 87% педиатрических пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой диагностируют различные сопутствующие повреждения черепа, грудной клетки, конечностей, таза и внутренних органов [15].

Преимущественное поражение спинного мозга, чем тел позвонков, у детей младшего возраста обусловлено, в первую очередь, анатомо-физиологическими особенностями растущего позвоночника [26, 30]. К ним относят

большую эластичность и растяжимость мышечно-связочно-капсульного аппарата детского позвоночника, чем спинного мозга [7, 27], сверхгидрофильность межпозвонковых дисков [22], менее интенсивное кровоснабжение спинного мозга, чем у взрослых [39], особенности строения позвонков (возрастное недоразвитие крючковидных (полулунных) отростков и более горизонтальную ориентацию суставных отростков на шейном уровне) [7, 23]. В развитии синдрома SCIWORA большое значение имеют физиологическая диспропорция размеров головы и туловища маленьких детей [40], слабость их паравертебральной мускулатуры [24]. Почти все авторы, изучающие SCIWORA, едины во мнении, что шейный уровень позвоночника поражается чаще грудного и поясничного [18, 28]. Так, по данным T. Carroll et al., в структуре повреждений на долю шейного отдела приходится до 87% травм, грудного – 9,5, поясничного – 1,5, одновременно грудного и поясничного уровней – 2% [31]. Применительно к травмам шейного отдела позвоночника у детей младших возрастных групп (до 8-9 лет) патологию чаще диагностируют на уровне кранио-цервикального перехода, у пациентов подросткового возраста – на субаксиальном уровне [15, 20]. В то же время опубликованы научные статьи, в которых приводятся данные когортных исследований о преимущественной диагностике синдрома SCIWORA на грудном уровне позвоночного канала [23, 37]. Так, китайские авторы Z. Zou et al. сообщают, что среди 140 детей с этим синдромом в 77% случаев патология локализовалась на грудном уровне [22].

Большинство авторов в своих публикациях представляют половые различия пациентов с этой патологией пропорцией 2:1, с преобладанием у мальчиков и юношей [26, 29]. В литературе опубликованы сведения и о том, что частота встречаемости синдрома SCIWORA составляет соотношение 2,5:1,0 в пользу лиц женского пола [22].

Ведущими клиническими симптомами заболевания являются переходящая слабость и парестезии в конечностях, чувство «прохождения электрического тока» по позвоночнику [3, 21, 32]. У детей младших возрастных групп родители нередко указывают на слабость в ногах при ходьбе [32]. Вертеброгенный болевой синдром и затруднения дыхания по типу «посттравматического апноэ» регистрируют не у всех пострадавших [4]. При проведении клинического осмотра у пациентов нередко

диагностируют гипертонус мышц разгибателей позвоночника [25], эпизоды энкопреза и энуреза [32].

Исследователи, занимающиеся проблемой SCIWORA, диагностируют у пациентов различные состояния: от незначительного неврологического дефицита (тип D, по шкале F. Frankel) до полного отсутствия двигательной и чувствительной функций (тип А, по шкале F. Frankel) [5, 32, 37]. Кроме шкалы F. Frankel в клинической практике с целью стандартизации осмотра и вынесения неврологического заключения у пациентов с клиническими проявлениями SCIWORA используют шкалу Американской ассоциации спинальной травмы (American Spinal Injury Association (ASIA)) [1, 33].

Поскольку КТ позвоночника не дает в полной мере оценить состояние спинного мозга, в диагностике SCIWORA ведущую роль отводят МРТ [1, 26, 31]. Именно эта процедура позволяет исследовать содержимое позвоночного канала и как никакой другой способ нейровизуализации определить факт и характер повреждений спинного мозга, если таковые имеются. В большинстве случаев в ходе диагностики SCIWORA применяют оба метода исследования – КТ и МРТ [14, 32]. Некоторые исследователи предварительно проводят рентгенографию травмированного отдела позвоночника [5, 25, 37]. Важно отметить, что МРТ-критерии поражения спинного мозга у детей с диагнозом SCIWORA нередко выявляют при проведении контрольных исследований, в то время как эта диагностическая процедура, выполненная непосредственно после травмы, может не зафиксировать симптомов патологии [28, 31]. Японские авторы J. Ouchida et al. особо подчеркивают, что «... отсроченное МРТ-исследование может представлять чрезвычайно важную информацию о состоянии спинного мозга после острой травмы позвоночника». Этот вывод авторами был сделан на основании трех серий МРТ-визуализации позвоночника у 68 пациентов с диагнозом SCIWORA: в момент поступления в стационар после получения травмы, через 2 суток и спустя 2 недели с момента госпитализации [11].

Лечение детей с диагнозом SCIWORA проводится как консервативными, так и оперативными методами, при этом общепризнанный стандарт проводимой терапии в настоящее время не разработан [26]. Всем пациентам приписывают соблюдение строгого постельного режима с иммо-

билизацией травмированного отдела позвоночника, чаще всего шейного, ортопедическими изделиями [5, 14, 32, 37]. Физиотерапевтические процедуры также применяют в терапии позвоночно-спинномозговой травмы [25, 32, 37]. Медикаментозная терапия заключается в назначении пациентам препаратов из группы кортикостероидов [31]. Так, S. Sharma et al. [6] и S.P. Mohanty et al. [10] используют для этих целей внутривенное введение метилпреднизолона в первые 48 ч нахождения больных в стационаре. Основным показанием к хирургическому лечению пациентов с синдромом SCIWORA является отсутствие положительной динамики в течение неврологической симптоматики или ее прогрессирование [9]. Чаще всего объем хирургического вмешательства состоит в декомпрессии травмированного отдела спинного мозга посредством ламинэктомии [14]. Китайские авторы С. Qi et al. считают оптимальным сроком оперативного вмешательства первые 3 сут после травмы. По их мнению, основанному на опыте оперативного лечения 57 пациентов с синдромом SCIWORA, чем дальше по времени откладывается вопрос об оперативном вмешательстве, тем хуже прогноз [36].

По данным T. Carroll et al., проанализировавших 31 научную статью, в которой представлен обобщенный опыт диагностики и лечения 433 детей с диагнозом SCIWORA, иммобилизация позвоночника и стероидная терапия были применены у 62,84 и 33,88% травмированных детей соответственно. Оперативному лечению были подвергнуты 3,28% пострадавших [31].

В целом, у большинства пациентов с синдромом SCIWORA регистрируется заметное улучшение неврологического статуса на фоне проводимой терапии. Основной причиной выбора консервативной терапии в лечении данной категории пациентов является отсутствие повреждений со стороны позвонков, требующее их репозиции и стабилизации [26]. Двумя важнейшими предикторами прогноза в течение SCIWORA являются исходный неврологический статус и результаты МРТ [8, 33]. У детей с полным повреждением спинного мозга исход проводимого лечения неблагоприятный в плане регресса неврологической симптоматики. Пациенты детского возраста с легким начальным неврологическим дефицитом имеют все шансы на полное выздоровление [12].

В отдаленном периоде прогноз для здоровья и жизни у детей, перенесших

умеренное по тяжести клинических проявлений состояние SCIWORA, как правило, благоприятный [31, 26]. В то же самое время они могут повторно получить клиническую симптоматику, сходную с первоначальными симптомами SCIWORA. О восьми таких клинических наблюдениях, развившихся в среднем через 2 недели после выписки пациентов из стационаров, сообщают в своей статье D. Pang et al. Все дети повторно повредили позвоночник во время занятий травмоопасными видами спорта (4 чел.) или в результате автотравм (4 ребенка) [20]. Турецкие авторы N. Yalcin et al. приводят данные о том, что у 4 детей в среднем через 17 месяцев после перенесенной SCIWORA развился нервно-мышечный сколиоз, потребовавший в последующем оперативной коррекции [35].

Заключение. Различные аспекты изолированной травмы спинного мозга у детей продолжают сохранять свою актуальность. В ходе анализа современных научных публикаций, посвященных проблеме SCIWORA, были установлены данные и новые факты, позволяющие расширить кругозор врачей-специалистов, оказывающих медицинскую помощь этой категории пациентов. Так, выяснена частота встречаемости данного вида повреждений у детей, показано, в какой возрастной категории наиболее часто травмируются пациенты, установлены основные механизмы травм и уровни спинного мозга, поражающиеся чаще всего. В литературном обзоре приведены анатомо-физиологические особенности растущего позвоночника, обуславливающие преимущественное поражение спинного мозга у детей в сравнении с повреждениями тел позвонков. Подробно описана клиническая симптоматика синдрома SCIWORA, указаны наиболее информативные методы лучевой визуализации полученных детьми травм. Лечение детей с изолированными травмами спинного мозга пациентов проводится как консервативными, так и оперативными методами, при этом все исследователи, статьи которых проанализированы и приведены в настоящем литературном обзоре, отмечают отсутствие единых, общепризнанных алгоритмов, используемых в ходе проводимой терапии. Прогноз для здоровья и жизни детей, перенесших симптоматику синдрома SCIWORA, как правило, благоприятный. Те пациенты, кто имел начальный легкий неврологический дефицит, имеют все шансы на полное выздоровление.

Литература

1. Ошибки диагностики изолированного повреждения спинного мозга у детей / И.Н. Новоселова, И.А. Мельникова, И.В. Понина [и др.] // Вестник восстановительной медицины. - 2021. - Т.20, №2. - С. 109-117.
2. Новоселова И.Н., Мельникова И.А., Понина И.В. [et al.]. Diagnostic errors insulated damage to the spinal cord in children. Herald of recovery medicine. 2021; 20 (2): 109-117. doi: 10.38025/2078-1962-2021-20-2-109-117
3. Рекомендательная база по оказанию специализированной медицинской помощи пациентам с позвоночно-спинномозговой травмой в России: обзор предметного поля / А.К. Дулаев, Д.И. Кутянов, С.В. Искровский [и др.] // Хирургия позвоночника. - 2021. - Т.18, №4. - С. 41-54. doi: 10.14531/ss2021.4.41-54
4. Дулаев А.К., Кутянов Д.И., Искровский С.В. [et al.]. Recommendation base for the provision of specialized medical care to patients with spinal spinal injury in Russia: an object of the subject field. Spinal surgery. 2021; 18(4): 41-54. doi: 10.14531/ss2021.4.41-54
5. Ситко Л.А. Клинические и МРТ особенности стабильных повреждений позвоночника и спинного мозга у детей / Л.А. Ситко, А.М. Воробьев // Медицина в Кузбассе. - 2015. - Т.14, №1. - С.57-63.
6. Ситко Л.А., Воробьев А.М. Clinical and MRI Features of stable damage to the spine and spinal cord in children. Medicine in Kuzbass. 2015; 14 (1): 57-63.
7. Травматические повреждения спинного мозга у детей / И.И. Ларькин, В.И. Ларькин, А.С. Преображенский [и др.]. // Политравма. - 2018. - №4. - С. 46-50.
8. Ларкин И.И., Ларькин В.И., Преобразженский А.С. Traumatic damage to the spinal cord in children. Polytrauma. 4: 46-50.
9. A case of real spinal cord injury without radiologic abnormality in a pediatric patient with spinal cord concussion. / H. Nagasawa, K. Ishikawa, R. Takahashi [et al.] // Spinal Cord Ser Cases. - 2017, №3. - P. 17051. doi: 10.1038/scsancd.2017.51
10. Adult Spinal Cord Injury without Radiographic Abnormalities (SCIWORA): Clinical and Radiological Correlations. / S. Sharma, M. Singh, I.H. Wani [et al.] // J Clin Med Res. - 2009. - Vol.3, №1. -P. 165-172. doi: 10.4021/jocmr2009.08.1256
11. Basu S. Spinal injuries in children. // Front Neurol. - 2012. - №3. - P. 96. doi: 10.3389/fnneur.2012.00096
12. Can magnetic resonance imaging reflect the prognosis in patients of cervical spinal cord injury without radiographic abnormality? / M. Machino, Y. Yukawa, K. Ito [et al.] // Spine. - 2011. - Vol.36, №24. - P. 1568-1572. doi: 10.1097/BRS.0b013e31821273c0
13. Cervical Spinal Cord Injury without Computed Tomography Evidence of Trauma: Magnetic Resonance Imaging Prognostic Factors. / R. Martinez-Perez, P.M. Munarriz, I. Paredes [et al.] // World Neurosurg. - 2017. - №9. - P. 192-199. doi: 10.1016/j.wneu.2016.12.05
14. Cervical spinal cord injuries without radiographic evidence of trauma: A prospective study. / S.P. Mohanty, N.S. Bhat, K.A. Singh [et al.] // Spinal Cord. - 2013. - Vol.51, №11. - P. 815-818. doi: 10.1038/sc.2013.87
15. Delayed Magnetic Resonance Imaging in Patients With Cervical Spinal Cord Injury Without Radiographic Abnormality / O. Ouchida, Y. Yukawa, K. Ito [et al.] // Spine. -2016. -Vol.41, №16. -P. 981-986. doi: 10.1097/BRS.0000000000001505
16. Early MRI finding in adult spinal cord injury without radiologic abnormalities does not correlate with the neurological outcome: a retrospective study / Q. Liu, Q. Liu, J. Zhao [et al.] // Spinal Cord. - 2015. - Vol.53, №10. - P. 750-753. doi: 10.1038/sc.2015.45
17. Epidemiology of spinal fractures in children: Cross-sectional study / R. Compagnon, E. Ferrero, J. Leroux [et al.] // Orthop Traumatol Surg Res. - 2020. - Vol.106, №7. - P. 1245-1249. doi: 10.1016/j.otsr.2020.06.015
18. Idiopathic Cervical Hematomyelia in a Infant: Spinal Cord Injury without Radiographic Abnormality Caused by a Trivial Trauma? Case Report and Review of the Literature / P. Fiachi, M. Severino, G.M. Ravegnani [et al.] // World Neurosurg. - 2016. - №90. - P. 38-40. doi: 10.1016/j.wneu.2016.01.094
19. Knox J. Epidemiology of spinal cord injury without radiographic abnormality in children: a nationwide perspective. / J. Knox // J Child Orthop. - 2016. - Vol.10, №3. - P. 255-260. doi: 10.1007/s11832-016-0740-x
20. Lloyd S. Fracture dislocation of the spine. / S. Lloyd // Med Rec. - 1971. - №71. - P. 465-470.
21. Management and Mid-Term Outcome After «Real SCIWORA» in Children and Adolescents / V. Freygang, K. Butz, C.T. Seebauer [et al.] // Global Spine J. - 2021. - 2192568220979131. doi: 10.1177/2192568220979131
22. Multicenter study of 37 pediatric patients with SCIWORA or other spinal cord injury without associated bone lesion / D. Brauge, B. Plas, M. Vinchon [et al.] // Orthop Traumatol Surg Res. - 2020. - Vol.106, №1. - P. 167-171. doi: 10.1016/j.otsr.2019.10.006
23. Ozlan Izma M.K. Spinal Cord Injury Without Radiological Abnormality (SCIWORA) / M.K. Olzan Izma, I. Zulkhanain, B. Ramli // Med J Malaysia. - 2003. - Vol.58, №1. - P. 105-110
24. Pang D. Spinal Cord Injury Without Radiographic Abnormality (SCIWORA) in Children / D. Pang, S. Eibach // In book: Textbook of Pediatric Neurosurgery. 2017. - P. 1-39. doi: 10.1007/978-3-319-31512-6-134-1
25. Pang D. Spinal cord injury without radiographic abnormalities in children / D. Pang, J.E. Wilberger // Neurosurg. - 1982. - Vol.57, №1. - P. 114-129. doi: 10.3171/jns.1982.57.1.0114
26. Pediatric Spinal Cord Injury without Radiographic Abnormality: the Beijing Experience / Z. Zou, A. Teng, L. Huang [et al.] // Spine. - 2021. - Vol.46, №20. - P. 1083-1088. doi: 10.1097/BRS.0000000000004030
27. Pediatric thoracic SCIWORA after during dance practice: a retrospective case series and analysis of trauma mechanisms / J. Ren, G. Zeng, Y.J. Ma [et al.] // Childs Nerv Syst. - 2017. - Vol.33, №7. - P. 1191-1198. doi: 10.1007/s00381-017-3407-0
28. Pediatric spinal trauma presenting to a UK major trauma centre / J. Booker, S. Hall, A. Dando [et al.] // Child Nerv Syst. - 2021. - Vol.37, №6. - P. 1949-1956. doi: 10.1007/s00381-021-05044-8
29. Physical therapy treatment of a pediatric patient with symptoms consistent with a spinal cord injury without radiographic abnormality: A retrospective case report / R. Butts, O. Legaspi, A. Nocera-Mekel [et al.] // J Bodyw Mov Ther. - 2021. - №27. - P. 455-463. doi: 10.1016/j.jbmt.2021.01.008
30. Posttraumatic Spinal Cord Injury without Radiographic Abnormality / K. Atesok, N. Tanaka, A. O'Brien [et al.] // Adv Orthop. - 2018. - P. 7060654. doi: 10.1155/2018/7060654
31. Real spinal cord injury without radiologic abnormality in pediatric patient with tight filum terminale following minor trauma: a case report / Q.C. Liang, B. Yang, B. Song [et al.] // BMC Pediatr. - 2019. - Vol.19, №1. - P. 513. doi: 10.1186/s12887-019-1894-8
32. Real spinal cord injury without abnormality in pediatric patient with tight filum terminale following minor trauma: a case report / B. Yang, Y.H. Song, P.P. Gao [et al.] // BMC Pediatr. - 2019. - Vol.19, №1. - P. 513. doi: 10.1186/s12887-019-1894-8
33. Spinal cord injury radiologic abnormality in children: a systematic review and meta-analysis / C.K. Boese, J. Oppermann, J. Eysel [et al.] // J Trauma Acute Care Surg. - 2015. - Vol.78, №4. - P. 874-882. doi: 10.1097/TA.0000000000000579
34. Spinal Cord Injury Without Radiographic Abnormality (SCIWORA) / C.J. Rozzelle, B. Aarabi, S.S. Dhall [et al.] // Neurosurg. - 2013. - Vol.72, №3. - P. 227-233. doi: 10.1227/NEU.0b013e318277
35. Spinal cord injures without radiologic abnormality in children: a systematic review / T. Carroll, C.D. Smith, X. Liu [et al.] // Spinal Cord. - 2015. - №53. - P. 842-848. doi: 10.1038/sc.2015.110
36. Spinal cord injury without radiographic abnormality (SCIWORA): A mere 50-cm fall that matters / K.E. Hon, S.J. Chan, B.K. Ng [et al.] // Injury Extra. - 2006. Vol.37, №10. - P. 364-370. doi:10.1016/j.injury.2006.03.021
37. Spinal cord injury without radiographic abnormality (SCIWORA) in adults: MRI type predicts early neurologic outcome / C.K. Boese, D. Muller, R. Broer [et al.] // Spinal Cord. - 2016. - Vol.54, №10. - P. 878-883. doi: 10.1038/sc.2016.13
38. Sports-related Cervical Spine Fracture and Spinal Cord Injury: A Review of Nationwide Pediatric Trends / H. Alas, K.E. Pierce, A. Brown [et al.] // Spine. - 2021. -Vol.46, №1. - P. 22-28. doi: 10.1097/BRS.0000000000003718
39. Surgical management of post-SCIWORA spinal deformities in children / N. Yalcin, O. Dede, A. Alanay [et al.] // J Child Orthop. - 2011. - Vol.5, №1. - P. 27-33. doi 10.1007/s11832-010-0306-2
40. The influence of timing of surgery in the outcome of spinal cord injury without radiographic abnormality (SCIWORA) / C. Qi, H. Xia, D. Miao [et al.] // J Orthop Surg Res. - 2020. - Vol.15, №1. - P. 223. doi: 10.1186/s13018-020-01743-1
41. Thoracic spinal cord injury without radiologic abnormality in a pediatric patient case report / J. Iaconis Campbell, F. Coppola, E. Volpe [et al.] // J Surg Case Rep. - 2018. - Vol.2018, №1. -P. 250. doi: 10.1093/jscr/rjy250
42. Traumatic atlanto-axial rotator subluxation and dens fracture with subaxial SCIWORA of Brown-Sequard syndrome: A case report / S.K. Kim, D.G. Chang, J.B. Park [et al.] // Medicine (Baltimore). - 2021. Vol.100, №16. - P. 25588. doi: 10.1097/MD.00000000000025588
43. Traumatic infarction of the spinal cord in children / J.U. Chou, H.J. Hoffman, E.B. Hendrick [et al.] // J. Neurosurg. - 1986. - №65. - P. 608-610. doi: 10.3171/jns.1986.65.5.0608
44. Traumatic spinal injuries in children at a single level 1 pediatric trauma centre: report of a 23-year experience / C. Kim, M. Vassilyadis, J.K. Forbes [et al.] // Can J Surg. - 2016. - Vol.59, №3. - P. 205-212. doi: 10.1503/cjs.014515
45. Will the Real SCIWORA Please Stand Up? Exploring Clinico-radiologic Mismatch in Closed Spinal Cord Injuries / D. Dreizen, W. Kim, J.S. Kim [et al.] // AJR Am J Roentgenol. - 2015. - Vol.205, №4. - P. 853-860. doi: 10.2214/AJR.14.13374
46. K. Yucesoy, K.Z. Yuksel SCIWORA in MRI era // Clinical Neurol and Neurosurg. - 2008. - №110. - P. 429-433. doi: 10.1016/j.clineuro.2008.02.004