



## Ошибки диагностики изолированного повреждения спинного мозга у детей

Новосёлова И.Н.<sup>1</sup>, Мельников И.А.<sup>1</sup>, Понина И.В.<sup>1</sup>, Задорина-Негода Г.Н.<sup>2</sup>, Валиуллина С.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии, Москва, Россия

<sup>2</sup>Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия

### Резюме

Одной из особенностей травматического повреждения спинного мозга у детей является высокая вероятность его изолированного повреждения (синдром SCIWORA – Spinal Cord Injury Without Radiograph Abnormality). Подвижность и эластичность позвоночника в детском возрасте объясняет относительно редкое его повреждение у детей раннего возраста и высокую частоту встречаемости изолированной спинальной травмы. По данным разных авторов, SCIWORA чаще встречается у детей в возрасте до 5 лет ~ 64%, от 6 до 12 лет ~ 35%, старше 12 лет около 20%. Актуальность настоящего исследования обусловлена ошибками в диагностике изолированной травмы спинного мозга и отсутствием чёткого клинико-диагностического алгоритма, позволяющего оптимизировать верификацию SCIWORA у этой категории пациентов.

**Цель исследования.** Провести анализ выявляемости SCIWORA у детей с позвоночно-спинномозговой травмой (ПСМТ) в условиях специализированного хирургического стационара и оценить причины ошибок в диагностике.

**Материалы и методы.** В исследование были включены 167 детей с ПСМТ, поступившие в НИИ НДХ и Т в 2014–2020 гг. В зависимости от сроков поступления, пациенты были разделены на 2 группы: I – дети, поступившие в институт в первый месяц после получения травмы, II — более чем через 1 месяц после травмы. Средний возраст детей составил  $12,2 \pm 5,0$  лет. Всем пациентам проводилось исследование неврологического статуса по шкале ASIA и лучевая диагностика: компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ).

**Результаты.** Изолированное повреждение спинного мозга (SCIWORA) выявлено у 6,0% детей с ПСМТ, поступивших в НИИ НДХиТ в 2014–2020 гг. Большее количество SCIWORA (60%) происходило в результате ДТП и зафиксировано в грудном отделе (50%). Изолированная травма спинного мозга чаще возникала в возрастных группах до 5 лет и от 5 до 12 лет (по 40% соответственно). Тяжесть поражения спинного мозга при SCIWORA обусловлена самим механизмом возникновения такого повреждения: А – 80%, В – 20% по шкале ASIA. Компьютерная томография не позволяет в полной мере определить тяжесть ПСМТ, необходимость применения МРТ обусловлена диагностической потребностью: возможностью четко визуализировать повреждения связочного аппарата и межпозвонковых дисков, дополнительно к клиническим данным подтвердить ушиб, гематомиелию, частичный или полный разрыв спинного мозга в случае SCIWORA, определить реабилитационный прогноз с помощью трактографии.

**Заключение.** Причинами ошибок в диагностике изолированного повреждения спинного мозга у детей является недооценка тяжести состояния ребенка в связи с малым возрастом или сочетанностью ПСМТ с ТЧМТ со сниженным состоянием сознания. Алгоритм диагностических действий у ребенка малого возраста или находящегося в сниженном состоянии сознания помимо полноценного неврологического обследования должен включать в себя КТ по программе «с головы до пят» и МРТ, в случае даже незначительного подозрения на изолированного повреждения спинного мозга.

**Ключевые слова:** позвоночно-спинномозговая травма (ПСМТ), изолированное поражение спинного мозга, SCIWORA, дети

**Источник финансирования:** Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

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

**Для цитирования:** Новосёлова И.Н., Мельников И.А., Понина И.В., Задорина-Негода Г.Н., Валиуллина С.А. Ошибки диагностики изолированного повреждения спинного мозга у детей. *Вестник восстановительной медицины*. 2021; 20 (2): 109-117. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-20-2-109-117>

**Для корреспонденции:** Новосёлова Ирина Наумовна, e-mail: [i.n.novoselova@gmail.com](mailto:i.n.novoselova@gmail.com)

Статья получена: 01.03.2021

Статья принята к печати: 16.03.2021

## Errors in the Diagnosis of Spinal Cord Isolated Injury in Children

Irina N. Novoselova<sup>1</sup>, Iliia A. Melnikov<sup>1</sup>, Irina V. Ponina<sup>1</sup>, Galina N. Zadorina-Negoda<sup>2</sup>, Svetlana A. Valiullina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

### Abstract

One of the features of traumatic spinal cord injury in children is a high probability of the isolated form of its injury (syndrome SCIWORA – spinal cord injury without radiograph abnormality). Mobility and elasticity of the spine column in childhood explains a relatively rare incidence of its injury in young children; however, we meet a high incidence of the isolated spinal trauma in this group of patients. According to various authors, SCIWORA is more common in children under the age of 5 ~ 64%; from 6 to 12 ~ 35%; over 12 – about 20%. The relevance of the present study is explained by errors in the isolated spinal cord injury diagnostics and by the lack of clear clinical and diagnostic algorithm optimizing SCIWORA verification in this category of patients.

**The aim.** To analyze the level of SCIWORA diagnostics in children with spinal cord injury (SCI) in a specialized surgical hospital as well as to assess reasons of misdiagnostics.

**Materials and methods.** 167 children with SCI were included into the study. They were admitted to the Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma (CRIEPST) in 2014-2020. Depending on the time of admission, patients were divided into two groups: Group I – children who were admitted to the hospital within the first month after injury; Group II – children who were admitted later. Children aged 12.2 ± 5.0 y.o., in average. All patients were examined for their neurological status by ASIA scale; they also had radial diagnostics: computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI).

**Results.** The isolated spinal cord injury (SCIWORA) was revealed in 6.0% of children with SCI who were admitted to CRIEPST in 2014 – 2020. The greater number of SCIWORA (60%) occurred as a result of road accidents and was recorded in the thoracic region (50%). Isolated the spinal cord injury occurred more often in the age groups under 5 y. o. and 5 – 12 y.o. (by 40% in each age group). The severity of spinal cord injury in SCIWORA depends on the very mechanism of such damage: A – 80%, B – 20% by ASIA scale. In SCIWORA, computed tomography does not allow to fully assess SCI severity. MRI is prescribed for more precise diagnostics: to clearly visualize damages to the ligamentous apparatus and intervertebral discs; in addition to clinical findings to confirm contusion, hematomyelia, partial or complete rupture of the spinal cord; to make rehabilitation prognosis using tractography.

**Conclusion.** The reasons for errors in the isolated spinal cord injury diagnosis in children is a result of underestimated severity of child's condition due to his/her young age or due to the combination of SCI with severe traumatic brain injury (TBI) with a reduced state of consciousness. In case of even a slight suspicion of isolated spinal cord injury, the diagnostic algorithm in little children or in patients with reduced consciousness state should include a "head-to-toe" CT scanning and MRI examination in addition to a full-fledged neurological examination.

**Keywords:** Spinal cord injury (SCI), isolated spinal cord injury, SCIWORA, children

**Acknowledgments:** The study had no sponsorship.

**Conflict of interest:** The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**For citation:** Novoselova I.N., Melnikov I.A., Ponina I.V., Zadorina-Negoda G.N., Valiullina S.A. Errors in the Diagnosis of Spinal Cord Isolated Injury in Children. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2021; 20 (2): 109-117. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-20-2-109-117>

**For correspondence:** Irina N. Novoselova, e-mail: i.n.novoselova@gmail.com

**Received:** March 01, 2021

**Accepted:** March 16, 2021

### Введение

Ежегодно от позвоночно-спинномозговой травмы страдают около 40 миллионов человек во всем мире, в основном – это 20-35-летние мужчины, количество детей составляет от 1 до 5% взрослых пострадавших [1, 2, 3, 4]. У детей, в отличие от взрослых, существует высокая вероятность изолированного повреждения спинного мозга – синдром SCIWORA (Spinal Cord Injury Without Radiograph Abnormality) – травматическая миелопатия без рентгенологических (в том числе и КТ) изменений. Впервые этот синдром в 1982 г. описали D. Pang и Jr. Wilberger, а в дальнейшем D. Pang сделал акцент и на других типичных повреждениях спинного мозга в детском возрасте: изолированных травмах связочного аппарата, seat-belt повреждениях, атлантозатылочной дислокации и ротационном подвывихе шейных позвонков [5]. Частота встречаемости изолированной травмы спинного мозга у детей объясняется эластичностью и подвижностью позвоночного столба, как и относительно редкое ее возникновение у детей раннего возраста [6, 7]. Упругий, гипермобильный позвоночник ребенка, испытывая значительное перерастяже-

ние во время травмирующего воздействия, возвращается в прежнее положение, а спинной мозг, не обладающий подобной эластичностью, получает значительное повреждение [8, 9]. В современную отечественную классификацию позвоночно-спинномозговой травмы не входит изолированное повреждение спинного мозга (синдром SCIWORA) [10]. По данным наших зарубежных коллег, SCIWORA чаще встречается у детей в возрасте до 5 лет ~ 64%, от 6 до 12 лет ~ 35%, старше 12 лет около 20% [5, 6]. В последние десятилетия некоторые авторы выделяют еще два синдрома: SCIWORET (Spinal Cord Injury Without Radiographic Evidence of Trauma) – синдром повреждения спинного мозга при отсутствии достоверных данных о травме, характерный для детей старшего возраста [11] и SCIWONA (Spinal Cord Injury Without Neuroimaging Abnormality) – синдром повреждения спинного мозга без МРТ изменений в спинном мозге [12, 13]. Отсутствие до настоящего времени четкого клинико-диагностического алгоритма, возможности проведения современной нейровизуализации всем пострадавшим, настороженности специалистов на изолированную травму спинного моз-

га у детей, даже в специализированных клиниках такие повреждения не всегда верифицируются, либо неверно трактуется их степень тяжести.

**Цель исследования.** Определить выявляемость изолированной травмы спинного мозга (SCIWORA) у детей с позвоночно-спинномозговой травмой в условиях специализированного хирургического стационара и оценить причины ошибок в диагностике.

#### Материалы и методы исследования

В исследование были включены 167 детей в возрасте от 1 до 17 лет включительно, поступившие в НИИ НДХиТ в 2014–2020 гг., соответствующие следующим критериям: позвоночно-спинномозговая травма, подтвержденная клиническими и лучевыми методами обследования; добровольное информированное согласие пациента или родителей (опекунов) пациента на участие в научном исследовании.

I группу (106 человек) составили дети, поступившие в течение 1 месяца после события травмы, II группу (61 человек) — дети, поступившие более, чем через 1 месяц после получения травмы. Средний возраст детей составил  $11,4 \pm 4,0$  года. Среди детей преобладали мальчики (56,3%), причем статистически значимых различий между сформированными группами выявлено не было.

С целью определения неврологического статуса ребенка исследовались уровень и степень тяжести поражения спинного мозга, которые оценивались по шкале ASIA, являющейся международным стандартом неврологической и функциональной классификации повреждений спинного мозга [14].

Для подтверждения неврологического диагноза и определения тактики ведения пациента верифициро-

вался уровень, степень и характер повреждения позвоночника и спинного мозга с помощью методов лучевой диагностики: компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ).

Компьютерная томография проводилась на 16- и 64-срезовых мультиспиральных компьютерных томографах (Brilliance 16, Brilliance 64; Philips Healthcare, Netherlands) с максимально возможным уменьшением лучевой нагрузки за счет снижения качества получаемых изображений (средняя индивидуальная эффективная доза составляла 0,8–1 мЗв).

МРТ поврежденных отделов позвоночника и спинного мозга проводилось с использованием томографа Achieva dStream 3.0T (Philips Healthcare, Netherlands) и включала в себя расширенный набор методик сканирования с использованием стандартного протокола исследования.

Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью компьютерной программы Statistica v.6.0 Stat. Soft.Inc. Использовались вычислительные и графические возможности редактора электронных таблиц Excel. Данные проверялись на соответствие нормальному закону распределения с помощью тестов Lilliefors и Shapiro-Wilk's Wtest. Применялись дисперсионный анализ, t-критерий Стьюдента, непараметрические тесты: критерий знаков и парный тест Wilcoxon. При всех видах статистического анализа различия считались достоверными на уровне значимости  $p < 0,05$ .

Всем детям проводились реабилитационные мероприятия по разработанной нами методике: пациентам I группы – курс ранней реабилитации, начиная с отделения реанимации, пациентам II группы – второй этап реабилитации в профильном отделении. В процессе меди-



**Рис. 1.** Пациентка Ч. 3г 8мес. Тяжелая сочетанная травма. Закрытая черепно-мозговая травма. Позвоночно-спинномозговая травма. Ушиб спинного мозга (SCIWORA), гематомия на уровне Th9 – Th12. Нижняя парапарезия, нарушение функции тазовых органов. Реабилитационные мероприятия II этапа

**Fig. 1.** Patient H. 3g 8months. Severe combined trauma. HRT. PSMT. Spinal cord injury (SCIWORA), hematomyelia at the level of Th9 – Th12. Lower paraplegia, a violation of the function of the pelvic organs. Rehabilitation measures of the second stage

цинской реабилитации дети и их родители получали подробные рекомендации по уходу, питанию, позиционированию, физическим нагрузкам и двигательному режиму, приобретению дополнительных технических средств реабилитации, переоборудованию жилого помещения и оформлению пособия по инвалидности (рис. 1).

Исследование выполнено в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека», правилами клинической практики в Российской Федерации и было одобрено локальным этическим комитетом центра.

### Результаты и обсуждение

Среди причин получения травмы лидировали дорожно-транспортные происшествия (ДТП) (40,7%) и падения с высоты (40,1%). Ятрогенные травмы были связаны с проведением ортопедической коррекции сколиотической деформации позвоночного столба в грудном отделе. Огнестрельные ранения получены детьми во время военных действий на территории Донбаса. Большее количество изолированной травмы спинного мозга (SCIWORA) у детей (60%) зафиксировано в результате ДТП (табл. 1).

По уровню повреждения спинного мозга у детей чаще встречались повреждения конуса спинного мозга и «конского хвоста», тогда как изолированная травма спинного мозга (SCIWORA) чаще происходила в грудном отделе (50%) (табл.2).

По характеру травмы преобладали дети с ушибом спинного мозга (47,3%), полный анатомический перерыв спинного мозга был выявлен у 3,6% пациентов, а SCIWORA у 6,0% (табл. 3).

Самое большое количество травм спинного мозга (80,2%) ожидаемо выявилось у детей старше 12 лет, тогда как изолированная травма спинного мозга (SCIWORA) равномерно распределилась между детьми в

возрасте до 5 лет и от 5 до 12 лет (по 40% соответственно) (табл. 4).

Оценивая тяжесть повреждения спинного мозга по шкале ASIA на момент госпитализации, мы определили, что статистически значимые различия у пациентов I и II обусловлены тем, что во II группе были только пациенты с тяжестью поражения спинного мозга А и В. Это по-видимому, связано с госпитализацией в реабилитационные центры по месту жительства детей с более легкой степенью тяжести поражения спинного мозга. Что касается изолированной травмы спинного мозга (SCIWORA), то тяжесть поражения обусловлена самим механизмом возникновения такого повреждения.

Полученные клинические данные подтверждались методами лучевой диагностики: КТ и МРТ. КТ позволяла определить механизм получения травмы, идентифицировать повреждения костных структур позвоночного столба, детали переломов и вывихов позвонков, их смещение в позвоночный канал и сдавление структур дурального мешка. К преимуществам КТ относится и возможность воспроизведения трехмерного изображения поврежденных структур. Вместе с тем, компьютерная томография не позволяет в полной мере определить степень компрессии позвонка, наличие несоприкасающихся переломов, достоверно выявить горизонтальный перелом. В диагностике SCIWORA КТ не играет никакой роли, поскольку это изолированное повреждение спинного мозга без рентгенологических (в том числе и КТ) изменений. В таких случаях необходимость применения МРТ обусловлена диагностической потребностью: возможностью четко визуализировать повреждения связочного аппарата и межпозвоночных дисков, дополнительно к клиническим данным подтвердить ушиб, гематомиелию, частичный или полный разрыв спинного мозга в случае SCIWORA, определить реабилитационный прогноз с помощью трактографии (рис. 2, 3а, 3в).

**Таблица 1. Причины ПСМТ у детей обеих групп**  
**Table 1. Causes of SCI in children of both groups**

Причина ПСМТ / The reason for SCI	Количество пациентов / Number of patients				Общее количество / Total number		SCIWORA	
	I группа / I group		II группа / II group					
ДТП / road traffic accidents	38	35,9%	30	49,2%	68	40,7%	6	60%
Падение с высоты / Falling from a height	44	41,5%	23	37,7%	67	40,1%	1	10%
Суицид / Suicide	13	12,3%	2	3,3%	15	9,0%		
Спортивная травма / Sports injury	9	8,5%	3	4,9%	12	7,2%	3	30%
Ятрогенная / iatrogeny	1	0,9%	2	3,3%	3	1,8%		
Огнестрельное / Firearms	1	0,9%	1	1,6%	2	1,2%		
Всего / In total	106	100%	61	100%	167	100%	10	100%

**Примечание:** Статистическая достоверность показателей  $p=0,01$   
**Note:** Statistical reliability of indicators  $p=0,01$

**Таблица 2.** Характеристика детей по уровню повреждения спинного мозга  
**Table 2.** Characteristics of children by the level of spinal cord injury

Уровень повреждения / level of damage	I группа / I group		II группа / II group		Всего / In total		SCIWORA	
Шейный / Cervical	13	12,3%	6	9,8%	19	11,3%	3	30%
Грудной / Thoracic	19	17,9%	18	29,5%	37	22,2%	5	50%
Пояснично-крестцовый / Lumbosacral	74	69,8%	37	60,7%	111	66,5%	2	20%
Всего / In total	106	100%	61	100%	167	100%	10	100%

**Примечание:** Статистическая достоверность показателей  $p=0,01$   
**Note:** Statistical reliability of indicators  $p=0,01$

**Таблица 3.** Количественная характеристика пациентов обеих группы по характеру травмы спинного мозга,  $n=167$   
**Table 3.** Quantitative characteristics of patients of both groups by the nature of spinal cord injury,  $n=167$

Группа / group	Сотрясение / Concussion	Ушиб / Bruise	Сдавление / Compression	Частичный перерыв / Partial break	Полный перерыв / Full break	SCIWORA
I	21	45	29	4	4	3
II		34	12	6	2	7
Всего In total	21	79	41	10	6	10
	12,6%	47,3%	24,5%	6%	3,6%	6%

**Примечание:** Статистическая достоверность показателей  $p=0,01$   
**Note:** Statistical reliability of indicators  $p=0,01$

**Таблица 4.** Возрастная характеристика пациентов обеих групп  
**Table 4.** Age characteristics of patients of both groups

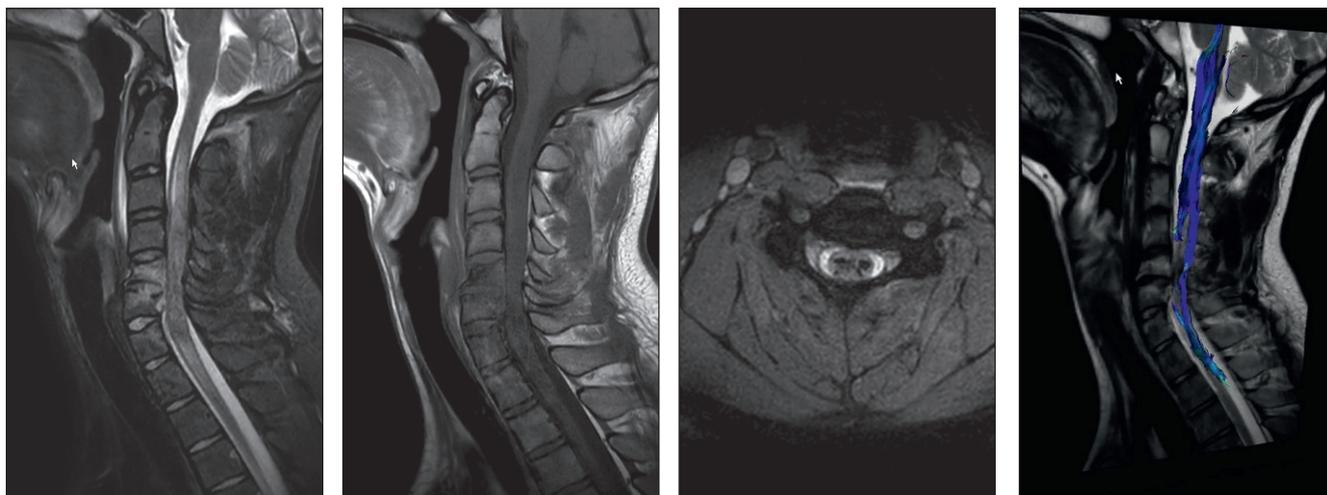
Группы Пациентов / Patient groups	Количество детей в зависимости от возраста / Number of children depending on age						Всего / In total	
	до 5 лет / up to 5 years		от 5 до 12 лет / from 5 to 12 years		старше 12 лет / over 12 years old			
I	7	6,6%	14	13,2%	85	80,2%	106	63,5%
II	12	19,7%	13	21,3	36	59%	61	36,5%
Всего In total	19	11,4%	27	16,2%	121	72,4%	167	100%
SCIWORA	4	40%	4	40%	2	20%	10	

**Примечание:** Статистическая достоверность показателей  $p=0,02$   
**Note:** Statistical reliability of indicators  $p=0,02$

**Таблица 5.** Характеристика пациентов обеих групп по тяжести поражения спинного мозга (шкала ASIA)  
**Table 5.** Characteristics of patients in both groups according to the severity of spinal cord injury (ASIA scale)

Группы пациентов / Patient groups	Тяжесть поражения спинного мозга / Severity of spinal cord injury								Всего детей / Total children	
	A		B		C		D			
I группа / I group	80	75,5%	6	5,7%	12	11,3%	8	7,5%	106	100%
II группа / II group	45	73,8%	16	26,2%					61	100%
Всего / In total	125	74,8%	22	13,2%	12	7,2%	8	4,8%	167	100%
SCIWORA	8	80%	2	20%					10	100%

**Примечание:** Статистическая достоверность показателей  $p=0,01$   
**Note:** Statistical reliability of indicators  $p=0,01$



**Рис. 2.** Пациент 17 лет. Магнитно-резонансная томография шейного отдела позвоночника, STIR и T1ВИ TSE в сагиттальной плоскости, T2ВИ FFE в аксиальной плоскости, объемная реконструкция данных МР-трактографии. Нестабильные компрессионно-оскольчатые переломы тел C5 и C6 позвонков с центральным стенозом позвоночного канала. Ушиб спинного мозга на уровне C3 – C6 с гемatomyелией и без полного перерыва: отмечается относительное веретеновидное увеличение объема спинного мозга на уровне C2 – Th1, МР сигнал от него на уровне C3 – C6 неоднородно гиперинтенсивен на сагиттальных STIR изображениях, изо/гипоинтенсивен на сагиттальных T1ВИ TSE, при этом отек спинного мозга распространяется выше и ниже зоны повреждения; на аксиальных T2ВИ FFE в структуре серого вещества поврежденной зоны определяется выраженное снижение МР сигнала за счет наличия кровоизлияния; при МР-трактографии отмечается значительное обеднение трактов на уровне повреждения без их полного прерывания

**Fig. 2.** Patient 17 years old. Magnetic resonance imaging of the cervical spine, STIR and T1 and TSE in the sagittal plane, T2 AND FFE in the axial plane, volume reconstruction of MR-tractography data. Unstable compression-comminuted fractures of the C5 and C6 vertebral bodies with central spinal canal stenosis. Spinal cord injury at the C3 – C6 level with hematomyelia and without complete interruption: there is a relative fusiform increase in the volume of the spinal cord at the C2 – Th1 level, the MR signal from it at the C3 – C6 level is inhomogeneously hyperintensive on sagittal STIR images, is/hypointensive on sagittal T1 and TSE, while spinal cord edema extends above and below the injury zone; on axial T2 and FFE, the gray matter structure of the damaged zone is determined by a marked decrease in the MR signal due to the presence of hemorrhage; with MR tractography, there is a significant depletion of the tracts at the level of damage without their complete interruption

Дети I группы поступали в НИИ неотложной детской хирургии и травматологии как в первичный стационар, им проводилось всестороннее обследование, включая обязательное проведение МРТ спинного мозга в зависимости от уровня поражения, определяемого неврологическим тестированием по шкале ASIA. Пациенты II группы переводились в институт из первичных стационаров по месту жительства пациентов, только у одного из них была изначально выявлена SCIWORA, у остальных детей изолированное повреждение спинного мозга было обнаружено только по мере восстановления уровня сознания в случае тяжелой черепно-мозговой травмы (ТЧМТ), благодаря несоответствию тяжести симптоматики характеру изначально диагностированного поражения (табл. 6).

Таким образом, у детей младшего возраста или детей с сочетанной ТЧМТ в сниженном состоянии сознания существуют определенные трудности диагностики: невозможность достоверного определения уровня повреждения спинного мозга с помощью неврологического тестирования, отсутствие изменений мягких тканей в области предполагаемой травмы, определяемых рентгенологическими методами, что приводит к диагностическим ошибкам при определении изолированной травмы спинного мозга.

### Заключение

Изолированное повреждение спинного мозга (SCIWORA) выявлено у 6,0% детей с ПСМТ, поступивших в НИИ неотложной детской хирургии и травматологии в 2014–2020 гг. Больше количество SCIWORA (60%) происходило в результате ДТП и зафиксировано в грудном отделе (50%). Изолированная травма спинного мозга чаще

возникала в возрастных группах до 5 лет и от 5 до 12 лет (по 40% соответственно). Тяжесть поражения спинного мозга при SCIWORA обусловлена самим механизмом возникновения такого повреждения: А – 80%, В – 20% по шкале ASIA.

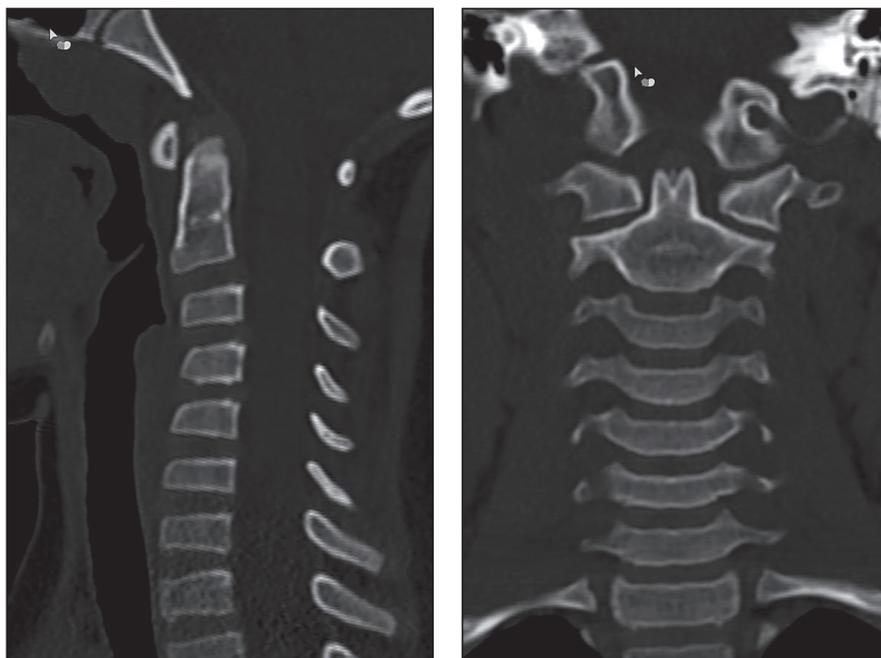
Причинами ошибок в диагностике изолированного повреждения спинного мозга у детей является недооценка тяжести состояния ребенка в связи с малым возрастом или сочетанностью ПСМТ с ТЧМТ со сниженным состоянием сознания.

Компьютерная томография не позволяет в полной мере определить тяжесть ПСМТ. Необходимость применения МРТ обусловлена диагностической потребностью: возможностью четко визуализировать повреждения связочного аппарата и межпозвонковых дисков, дополнительно к клиническим данным подтвердить ушиб, гемatomyелию, частичный или полный разрыв спинного мозга в случае SCIWORA, определить реабилитационный прогноз с помощью трактографии.

Алгоритм диагностических действий у ребенка малого возраста или находящегося в сниженном состоянии сознания помимо полноценного неврологического обследования должен включать в себя КТ по программе «с головы до пят» и МРТ, в случае даже незначительного подозрения на изолированное повреждение спинного мозга.

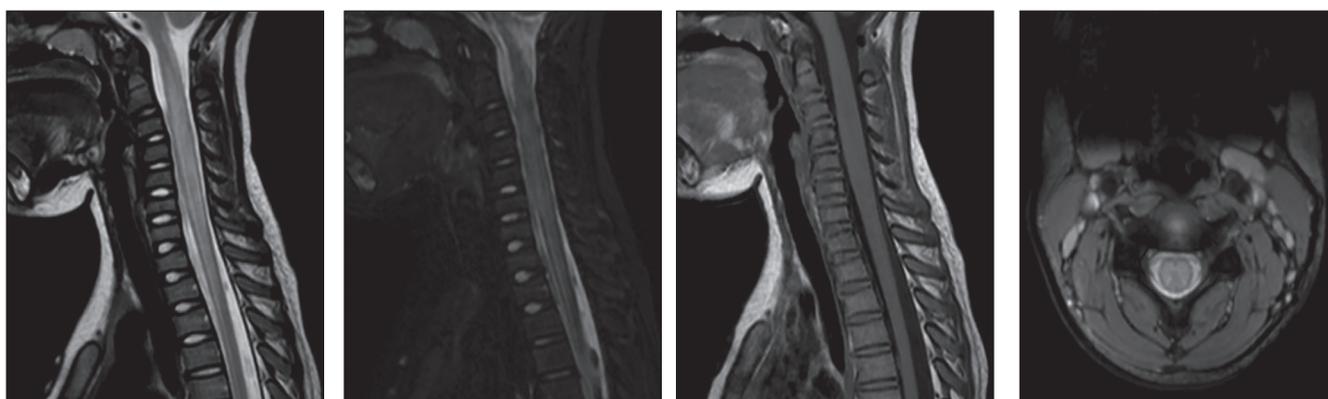
### Дополнительная информация.

**Этическая экспертиза.** Рассмотрение протокола исследования ошибок диагностики повреждения спинного мозга у детей при сочетанных травмах проводилось в



**Рис. 3(а).** Пациентка 12 лет. Компьютерная томография шейного отдела позвоночника, «костное» окно, сагиттальная и корональная реконструкции. Патологических изменений не отмечается

**Fig. 3 (a).** The patient is 12 years old. Computed tomography of the cervical spine, "bone" window, sagittal and coronal reconstruction. There are no pathological changes



**Рис. 3(б).** Пациентка 12 лет. Магнитно-резонансная томография шейного и верхне-грудного отделов позвоночника, T2ВИ TSE, STIR и T1ВИ TSE в сагиттальной плоскости, T2ВИ FFE в аксиальной плоскости. МРТ картина миелопатии на уровне C2 – Th1 без гематомии и полного перерыва – проявления повреждения по типу SCIWORA (повреждение спинного мозга без рентгенологической аномалии): отмечается относительно веретеновидное увеличение объема спинного мозга на уровне C2 – Th1, МР сигнал от него на этом уровне умеренно диффузно гиперинтенсивен на сагиттальных T2ВИ TSE и STIR изображениях, изо/гипоинтенсивен на сагиттальных T1ВИ TSE; на аксиальных T2ВИ FFE в структуре серого вещества поврежденной зоны определяется слабое повышение МР сигнала за счет наличия отека; патологических изменений костных структур, межпозвонковых дисков и связочного аппарата не выявлено

**Fig. 3 (b).** 12-year-old patient. Magnetic resonance imaging of the cervical and upper thoracic spine, T2VI TSE, STIR and T1VI TSE in the sagittal plane, T2VI FFE in the axial plane. MRI picture of myelopathy at the C2 – Th1 level without hematomyelia and complete interruption-manifestations of SCIWORA-type damage (spinal cord injury without radiological abnormality): There is a relative fusiform increase in the volume of the spinal cord at the C2 – Th1 level, the MR signal from it at this level is moderately diffusely hyperintensive on sagittal T2VI TSE and STIR images, is/hypointensive on sagittal T1VI TSE; on axial T2VI FFE, a weak increase in the MR signal is determined in the structure of the gray matter of the damaged zone due to the presence of edema; pathological changes in bone structures, intervertebral discs and ligamentous apparatus were not detected

**Таблица 6.** Количество выявляемости SCIWORA в зависимости от сочетанности повреждений  
**Table 6.** The amount of detectability of SCIWORA, depending on the combination of injuries

Группы пациентов / Patient groups	Сочетанность травмы / Combination of injuries		Изолированная травма / Isolated trauma		Всего / In total	
	ТЧМТ / Severe traumatic brain injury	Другая / Another				
I группа / I group	1	33,3%	2	66,7%	3	30%
II группа / II group	5	71,4% <sup>0</sup>	1	14,3%	7	70%
Всего / In total	6	60%	1	10%	3	30%
					10	100%

рамках обсуждения вопроса о возможности выполнения на базе НИИ неотложной детской хирургии и травматологии диссертационного исследования на соискание ученой степени доктора медицинских наук в соответствии с правилами ГСР и законодательством Российской Федерации на тему «Система ранней комплексной реабилитации детей с позвоночно-спинномозговой травмой (ПСМТ)» Комитетом по биомедицинской этике ГБУЗ города Москвы «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии» ДЗ города Москвы. (протокол № 7 от 20.02.2019 г).

### Заключение

Разрешить и взять под наблюдение выполнение диссертационного исследования «Система ранней ком-

плексной реабилитации детей с позвоночно-спинномозговой травмой (ПСМТ)» Новосёловой И.Н.

От законных представителей всех пациентов, принимавших участие в исследовании, получено информированное добровольное согласие в письменной форме «... давать любую информацию, касающуюся состояния моего (пациента) здоровья... а также допускаю передачу сведений, составляющих врачебную тайну... для проведения научных исследований, публикации в научной литературе, использовании этих сведений в учебном процессе...».

### Список литературы

1. Гранди Д., Суэйн Э. Травма спинного мозга. Москва. БИНОМ. 2008: 9 с.
2. Иванова Г.Е., Мельникова Е.В., Белкин А.А., Беляев А.Ф., Бодрова Р.А., Буйлова Т.В., Мальцева М.Н., Мишина И.Е., Прокопенко С.В., Сарана А.М., Стаховская Л.В., Хасанова Д.Р., Цыкунов М.Б., Шамалов Н.А., Суворов А.Ю., Шмонин А.А. Как организовать медицинскую реабилитацию? Вестник восстановительной медицины. 2018; (2): 2-12.
3. Yip P.K., Malaspina A. Spinal cord trauma and the molecular point of no return. *Molecular Neurodegeneration*. 2012; (7): 1-10.
4. Новосёлова И.Н., Мачалов В.А., Понина И.В., Валиуллина С.А., Иванова Г.Е. Концепция ранней реабилитации детей с позвоночно-спинномозговой травмой в условиях хирургического стационара. Вестник восстановительной медицины. 2020; 2(96): 94-101. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-96-2-94-101>
5. Pang D. Spinal cord injury without radiographic abnormality in children, 2 decades later. *Neurosurgery*. 2004; 6 (55): 1325-1343. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000143030.85589.e6>
6. Muzumdar D., Ventureyra E.C. Spinal cord injuries in children. *Journal of Pediatric Neurosciences*. 2006; 1(2): 43-48. <https://doi.org/10.4103/1817-1745.27452>
7. Pollina J., Li V. Tandem spinal cord injuries without radiographic abnormalities in a young child. *Pediatric Neurosurgery*. 1999; 5(30): 263-266. <https://doi.org/10.1159/000028808>
8. Kriss V.M., Kriss T.C. SCIWORA (spinal cord injury without radiographic abnormality) in infants and children. *Clinical Pediatrics*. 1996; 3(35): 119-124. <https://doi.org/10.1177/000992289603500302>
9. Munduteguy M., Garcés J., Romero C. et al. SCIWORA (Lesion de la medulla espinal sin anomalía radiográfica). Importancia de la Resonancia Magnética para su diagnóstico. *Revista Argentina de Radiología*. 2011; 1(75): 19-21.
10. Луцки А.А. К вопросу о классификации и лечении позвоночно-спинномозговой травмы. Актуальные вопросы вертебро-медуллярной нейрохирургии. Балаково. «Элита-Принт». 2003: 161-167.
11. Trigylidas T., Yuh S.J., Vassilyadi M., Matzinger M.A., Mikrogianakis A. Spinal cord injuries without radiographic abnormality at two pediatric trauma centers in Ontario. *Pediatric Neurosurgery*. 2010; (46): 283-289. <https://doi.org/10.1159/000320134>
12. Eleraky M.A., Theodore N., Adams M., Rekeate H.L., Sonntag V.K. Pediatric cervical spine injuries: report of 102 cases and review of the literature. *Journal of Neurosurgery*. 2000; 1(92): 12-17.
13. Yucesoy K., Yuksel K.Z. SCIWORA in MRI era. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2008; (110): 429-433. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2008.02.004>
14. Schuld C., Franz S., Brüggemann K. et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury: impact of the revised worksheet (revision 02/13) on classification performance. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. 2016; 5(39): 504-512. <https://doi.org/10.1080/10790268.2016.1180831>

### References

1. Grundy D., Swain E. Травма спинного мозга [Spinal cord injury]. Moscow. BINOM. 2008: 9 p. (In Russ.).
2. Ivanova G.E., Melnikova E.V., Belkin A.A., Belyaev A.F., Bodrova R.A., Buylova T.V., Maltseva M.N., Mishina I.E., Prokopenko S.V., Sarana A.M., Stakhovskaya L.V., Khasanova D.R., Tsykunov M.B., Shamalov N.A., Suvorov A.Yu., Shmonin A.A. Kak organizovat' medicinskuyu reabilitatsiyu? [How to organize medical rehabilitation?]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2018; (2): 2-12 (In Russ.).
3. Yip P.K., Malaspina A. Spinal cord trauma and the molecular point of no return. *Molecular Neurodegeneration*. 2012; (7): 1-10
4. Novoselova I.N., Machalov V.A., Ponina I.V., Valiullina S.A., Ivanova G.E. Konceptiya rannej rehabilitatsii detej s pozvonochno-spinnomozgovoj travmoy v usloviyah hirurgicheskogo stacionara [The concept of early rehabilitation of children with spinal cord injury in the conditions of a surgical hospital]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2020; 2(96): 94-101. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-96-2-94-101> (In Russ.).
5. Pang D. Spinal cord injury without radiographic abnormality in children, 2 decades later. *Neurosurgery*. 2004; 6 (55): 1325-1343. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000143030.85589.e6>
6. Muzumdar D., Ventureyra E.C. Spinal cord injuries in children. *Journal of Pediatric Neurosciences*. 2006; 1(2): 43-48. <https://doi.org/10.4103/1817-1745.27452>
7. Pollina J., Li V. Tandem spinal cord injuries without radiographic abnormalities in a young child. *Pediatric Neurosurgery*. 1999; 5(30): 263-266. <https://doi.org/10.1159/000028808>
8. Kriss V.M., Kriss T.C. SCIWORA (spinal cord injury without radiographic abnormality) in infants and children. *Clinical Pediatrics*. 1996; 3(35): 119-124. <https://doi.org/10.1177/000992289603500302>
9. Munduteguy M., Garcés J., Romero C. et al. SCIWORA (Lesion de la medulla espinal sin anomalía radiográfica). Importancia de la Resonancia Magnética para su diagnóstico. *Revista Argentina de Radiología*. 2011; 1(75): 19-21.
10. Lutsik A.A. K voprosu o klassifikatsii i lechenii pozvonochno-spinnomozgovoj travmy. Aktual'nye voprosy vertebro-medullyarnoj neirohirurgii [On the issue of classification and treatment of spinal cord injury. Topical issues of vertebro-medullary neurosurgery]. Балаково. «Элита-Принт». 2003: 161-167 (In Russ.).
11. Trigylidas T., Yuh S.J., Vassilyadi M., Matzinger M.A., Mikrogianakis A. Spinal cord injuries without radiographic abnormality at two pediatric trauma centers in Ontario. *Pediatric Neurosurgery*. 2010; (46): 283-289. <https://doi.org/10.1159/000320134>
12. Eleraky M.A., Theodore N., Adams M., Rekeate H.L., Sonntag V.K. Pediatric cervical spine injuries: report of 102 cases and review of the literature. *Journal of Neurosurgery*. 2000; 1(92): 12-17.
13. Yucesoy K., Yuksel K.Z. SCIWORA in MRI era. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2008; (110): 429-433. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2008.02.004>
14. Schuld C., Franz S., Brüggemann K. et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury: impact of the revised worksheet (revision 02/13) on classification performance. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. 2016; 5(39): 504-512. <https://doi.org/10.1080/10790268.2016.1180831>

**Информация об авторах:**

**Новосёлова Ирина Наумовна**, кандидат медицинских наук, врач-невролог, врач ЛФК, заведующая отделением физической реабилитации, Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии.  
E-mail: i.n.novoselova@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-2258-2913>

**Понина Ирина Витальевна**, врач педиатр отдела реабилитации, Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0060-7895>

**Мельников Илья Андреевич**, кандидат медицинских наук, врач рентгенолог, заведующий отделением КТ и МРТ, Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии.

E-mail: iliamed@inbox.ru

**Задорина-Негода Галина Николаевна**, ассистент кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова.

E-mail: galinazadorina@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0869-4591>

**Валиуллина Светлана Альбертовна**, доктор медицинских наук, профессор, первый заместитель директора, руководитель отдела реабилитации, Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии, главный внештатный детский специалист Департамента здравоохранения города Москвы по реабилитации и санаторно-курортному лечению.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1622-0169>

**Вклад авторов:**

Новосёлова И.Н. – концепция и дизайн, обзор публикаций по теме статьи, отбор и обследование пациентов, проведение исследования, анализ полученных данных, написание и научная редакция текста рукописи; Понина И.В. – обзор публикаций по теме статьи, отбор и обследование пациентов, проведение исследования, предоставление и анализ полученных данных; Мельников И.А. – КТ и МРТ-диагностика, предоставление и анализ полученных данных; Задорина-Негода Г.Н. – проведение исследования, предоставление и анализ полученных данных; Валиуллина С.А. – общее редактирование, утверждение рукописи для публикации.

**Information about the authors:**

**Irina N. Novoselova**, Cand. Sci. (Med.), Head of the Physical Rehabilitation Department, Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma.

E-mail: i.n.novoselova@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-2258-2913>

**Irina V. Ponina**, Paediatricist of the Physical Rehabilitation Department, Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0060-7895>

**Ilya A. Melnikov**, Cand. Sci. (Med.), Radiologist, Chief of CT and MRI Division, Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma.

E-mail: iliamed@inbox.ru

**Galina N. Zadorina-Negoda**, Assistant of the Department of Sports Medicine Rehabilitation, Sechenov First Moscow State Medical University.

E-mail: galinazadorina@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0869-4591>

**Svetlana A. Valiullina**, Dr. Sci. (Med.), Professor, First Deputy Director, Head of Rehabilitation Department, Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma, Chief Freelance Children's Specialist of the Moscow City Health Center for Rehabilitation and Sanatorium-resort Treatment.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1622-0169>

**Contribution:**

Novoselova I.N. – concept and design, review of publications on the topic of the article, selection and examination of patients, research, analysis of the data obtained, writing and scientific revision of the manuscript text; Ponina I.V. – review of publications on the topic of the article, selection and examination of patients, conducting research, providing and analyzing the data obtained; Melnikov I.A. – CT and MRI-diagnostics, provision and analysis of the obtained data; Zadorina-Negoda G.N. – conducting research, providing and analyzing the data obtained; Valiullina S.A. – general editing, approval of the manuscript for publication.

