



# МЕХАНИЗМЫ ИЗОЛИРОВАННОЙ ТРАВМЫ СПИННОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ

И.И. Ларькин<sup>1</sup>, В.И. Ларькин<sup>1</sup>, Л.А. Ситко<sup>1</sup>, А.С. Преображенский<sup>2</sup>, С.Б. Злобин<sup>2</sup>, М.М. Катина<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Омская государственная медицинская академия

<sup>2</sup>Городская детская клиническая больница № 3, Омск

<sup>3</sup>Многопрофильный центр современной медицины «Евромед», Омск

**Цель исследования.** Изучение механизмов повреждения спинного мозга у детей разных возрастных групп.

**Материал и методы.** Проведен ретроспективный анализ результатов лечения 217 детей от 1 года до 15 лет с травматическими повреждениями позвоночника и спинного мозга. В группу А вошли пострадавшие с травмой спинного мозга без повреждения позвоночника ( $n = 139$ ), в группу В — с травмой спинного мозга, сопровождаемой повреждением позвоночника ( $n = 78$ ). Использовали классификацию механизмов повреждения McAfee, оценку неврологического дефицита проводили по шкале Frankel. Изучали ведущие причины и механизмы данных повреждений.

**Результаты.** Выявлены ведущие механизмы повреждения спинного мозга у детей. При изолированных повреждениях типа SCIWORA это дистракционная экстензия и компрессионная флексия, при позвоночно-спинальных повреждениях — компрессионная флексия.

**Заключение.** Наиболее выраженный неврологический дефицит выявляется при компрессионно-флекссионном механизме повреждения. Тракционные варианты механизмов повреждения с наличием грубых неврологических расстройств характерны для синдрома SCIWORA. **Ключевые слова:** травма, механизмы, спинной мозг, дети, SCIWORA, SCIWONA.

## MECHANISMS OF ISOLATED SPINAL CORD INJURY IN CHILDREN

I.I. Larkin, V.I. Larkin, L.A. Sitko, A.S. Preobrazhenskiy, S.B. Zlobin, M.M. Katina

**Objective.** To study the mechanisms of spinal cord injury in children of different age groups.

**Material and Methods.** A retrospective analysis of the results of treatment of 217 children aged 1 to 15 years with traumatic injuries of the spine and spinal cord was performed. Group A included patients with spinal cord injury without damage to the spine ( $n = 139$ ), and Group B — with spinal cord injury accompanied by spinal column injury ( $n = 78$ ). McAfee classification of spinal injury mechanisms was used. Neurological deficit was evaluated according to the Frankel scale. Main causes and mechanisms of these injuries were studied.

**Results.** Principal mechanisms of spinal cord injury in children were as follows: distractive extension and compressive flexion for isolated SCIWORA-type injuries, and compressive flexion for the spine and spinal cord injuries.

**Conclusion.** The most pronounced neurological deficit is observed after exposure to compression-flexion mechanism of injury. Traction mechanisms of injury cause severe neurological disorders peculiar to SCIWORA syndrome.

**Key Words:** injury, mechanisms, spinal cord, children, SCIWORA, SCIWONA.

Для цитирования: Ларькин И.И., Ларькин В.И., Ситко Л.А., Преображенский А.С., Злобин С.Б., Катина М.М. Механизмы изолированной травмы спинного мозга у детей // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13. № 2. С. 18–23.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.2.18-23>.

Please cite this paper as: Larkin II, Larkin VI, Sitko LA, Preobrazhenskiy AS, Zlobin SB, Katina MM. Mechanisms of isolated spinal cord injury in children. Hir. Pozvonoc. 2016;13(2):18–23. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.2.18-23>.

Травма спинного мозга в детском возрасте составляет от 1 до 10 % от всех травм позвоночника у детей. Анатомо-физиологические особенности детского возраста объясняют высокую (до 75 %) вероятность особых повреждений — синдрома SCIWORA [2, 9, 11]. Данное повреждение описано Pang [12] и трактуется как травматическая

миелопатия, при которой перелом позвоночника не выявляется по результатам рентген- и КТ-исследований. По мнению некоторых авторов [3, 12, 13], данный вид повреждений связан с различной растяжимостью позвоночника и спинного мозга. В настоящее время этот феномен многими

исследователями достаточно подробно описан в литературе [4–7, 11, 14].

Появление МРТ позволило разделить синдром SCIWORA на две группы: у части пациентов с помощью МРТ выявляют экстраневральные изменения, которые видны при рентгенологическом исследовании и МСКТ, у других — травматические изменения реги-

стрируются в спинном мозге [1, 10, 15]. Выделены два дополнительных синдрома: SCIWORET – синдром повреждения спинного мозга при отсутствии достоверных данных о травме на фоне дегенеративных или врожденных аномалий позвоночника, характерный для пациентов старшей возрастной группы [16], и SCIWORA – синдром повреждения спинного мозга без МРТ-изменений в спинном мозге [8, 17]. Несмотря на многочисленные работы, на наш взгляд, остаются недостаточно изученными механизмы данных повреждений и их связь с тяжестью повреждений.

Цель исследования – изучение механизмов повреждения спинного мозга у детей разных возрастных групп.

### Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ результатов лечения 217 детей от 1 до 15 лет с травматическими повреждениями позвоночника и спинного мозга, находившихся на лечении в отделении детской нейрохирургии, травматологии и ортопедии ГДКБ-3 в 1994–2014 гг. В группу А (n = 139) вошли пострадавшие с травмой спинного мозга без рентгенологических признаков повреждения позвоночника (SCIWORA), в группу В (n = 78) – с травмой спинного мозга, сопровождаемой повреждением позвоночника.

Критерии включения в исследование: возраст до 15 лет, клиниче-

ские проявления повреждения спинного мозга, в ряде случаев в сочетании с легкой черепно-мозговой травмой, при отсутствии сопутствующих повреждений и заболеваний, которые могли влиять на результат исследования.

Критерии исключения: возраст старше 15 лет, сопутствующие заболевания и повреждения, которые могли повлиять на результат исследования, нестабильные повреждения, а также изолированные повреждения корешков спинного мозга либо повреждения корешков при дегенеративных заболеваниях позвоночника.

Изучали анамнез травмы с определением ведущего механизма по McAfee (1986), неврологический дефицит оценивали по шкале Frankel (1969). Всем детям проводили общеклинические исследования, рентгенографию позвоночника. Части пациентов (n = 75) провели МРТ-исследование.

### Результаты и их обсуждение

В обеих группах преобладали мальчики, что согласуется с данными литературы: в группе А – 81 мальчик, 58 девочек; в группе В – 56 мальчиков, 22 девочки. Наиболее часто встречались дорожно-транспортный, спортивный и бытовой травматизм (табл. 1), причем статистически значимых различий в их частоте выявлено не было.

При сравнении видов травматизма существенной статистической разницы в группах не установлено.

В целом виды травматизма и их частота мало чем отличалась от общеизвестных данных, но, несмотря на это, мы выделяем ряд особенностей. Среди дорожно-транспортной травмы в группах А и В не встречали факта непосредственного нанесения травмы автотранспортным средством, то есть чтобы ребенок был сбит автомобилем. Повреждение происходило внутри автотранспортного средства. Это особенно четко проявляется у пациентов группы А, в которой превалирует так называемая травма ремня безопасности. Среди бытовой травмы у детей старше 7 лет высока встречаемость школьной травмы – до 40 %. Также в рамках бытового травматизма выделена кататравма (падение с высоты более 2 м) как наиболее тяжелый вид повреждения. Несмотря на незначительные показатели спортивной травмы, установлено, что данный вид травматизма отличается повреждениями, локализованными преимущественно в шейном отделе, так называемым механизмом переразгибания. В части случаев повреждения возникали после проведения спортивных упражнений: прыжков, кувырков, которые иногда вызывали значимые повреждения, в том числе компрессионный перелом грудных позвонков.

Детальное изучение механизмов повреждений позволило разделить все травмы на следующие виды: падения, прямой удар в спину, травма ремня безопасности (при ДТП), кататравма (падение с высоты более 2 м), травма, полученная при нырянии на мелководье, травма, случившаяся во время спортивных упражнений. Результаты такого исследования представлены в табл. 2.

В целом падения с небольшой высоты превалируют в обеих группах, вместе с тем отмечено, что при синдроме SCIWORA кататравма встречается редко: 2 случая падения с 3-го этажа (дети в возрасте 1 и 2 лет). В обоих случаях отсутствие перелома позвоночника подтверждено не только спондилограммами, но и МРТ. Как видно из выявленных статистических параметров, наиболее достоверными

Таблица 1

Распределение пациентов по видам травматизма при стабильных спинальных повреждениях, n

Группа пациентов	Бытовой	Дорожно-транспортный	Спортивный
А	126	10	3
В	74	2	2
$\chi^2$	1,89	1,26	0,44
p	>0,05	>0,05	>0,05
Отношение шансов	0,52	2,95	0,84

При значении  $\chi^2$  менее 5 применяли поправку Йейтса.

факторами, влияющими на тяжесть травмы, являлись показатели при падениях с небольшой высоты, при кататравме и травме ныряльщика.

Локализация травматических повреждений представлена в табл. 3. Преобладают повреждения шейного отдела в группе А, что связано с подвижностью данного отдела позвоночника. В группе В чаще страдал грудной отдел позвоночника, что связано с несформированными физиологическими изгибами позвоночника. Следует отметить, что у части пациентов

группы А не удалось достоверно установить поврежденный отдел позвоночника, что объясняется особенностями детского возраста.

В обеих группах пациентов проведен анализ наиболее характерных механизмов травматического воздействия с точки зрения биомеханики повреждений. Выделены наиболее значимые биомеханические факторы: компрессионная флексия, дистракционная флексия, торсионная (вращающая) флексия, вертикальная компрессия, дистракционная экстензия.

В большинстве случаев при травмах имеется сочетание различных механизмов, тем не менее при анализе клинических случаев спинальной травмы в обеих группах выделен ведущий биомеханический фактор (табл. 4).

Компрессионная флексия преобладала в обеих группах, что демонстрирует типичность этого механизма травмы в детском возрасте. Наличие дистракционного разгибания характерно для травмы спинного мозга без рентгенологических признаков повреждения позвоночника

Таблица 2

Распределение пациентов по видам травм, n

Группы пациентов	Падение	Кататравма	Прямой удар	Автотравма	Спортивные упражнения	Травма ныряльщика
А	113	2	10	10	3	1
В	53	15	3	2	2	3
Всего	166	17	13	12	5	4
$\chi^2$	5,57	24,44	0,49	1,26	0,44	4,70
p	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,05
Отношение шансов	2,15	0,06	1,94	2,95	0,84	0,18

Таблица 3

Распределение пациентов по локализации повреждений, n

Группа	Отдел позвоночника	Сотрясение спинного мозга	Ушиб спинного мозга	Всего	$\chi^2$	p
А	Шейный	42	21	63	0,15	>0,05
	Грудной	41	15	56	1,03	>0,05
	Поясничный	5	4	9	1,50	>0,05
	Неуточненный	7	4	11	0,47	>0,05
В	Шейный	2	3	5	4,61	<0,05
	Грудной	50	16	66	3,33	>0,05
	Грудной и поясничный	0	3	3	12,1	<0,05
	Поясничный	4	0	4	0,51	>0,05

Таблица 4

Распределение пациентов по ведущим механизмам травмы позвоночника и спинного мозга, n

Группа	Компрессионная флексия	Дистракционная флексия	Дистракционная экстензия	Торсионная флексия	Вертикальная компрессия	Неустановленный
А	72	6	49	10	0	2
В	59	9	3	2	2	3
$\chi^2$	11,87	4,05	25,35	1,26	6,95	2,57
p	<0,05	<0,05	<0,05	>0,05	<0,05	>0,05

(SCIWORA). Вращательный механизм повреждения характерен для травм с ускорением при падении с велосипеда или травмы в автомобиле. Вертикальная компрессия отмечена при падении на ягодицы с высоты своего роста, таких наблюдений было всего 2. Изучение механизмов травмы имеет большое значение с точки зрения статистической достоверности. Выявлено, что большая часть ведущих механизмов повреждений у изучаемых пациентов является достоверной и имеет большую прогностическую значимость в отличие от стандартной констатации внешних причин травматизма.

При поступлении пациенты имели различную степень неврологического дефицита. Из табл. 5 видно, что у пациентов группы А имеется тенденция к возникновению более тяжелых неврологических нарушений.

Проведен анализ степени тяжести спинальной травмы в зависимости от механизмов повреждения. Используются оценка тяжести неврологических расстройств по шкале Frankel

и данные анализа ведущего биомеханического фактора по McAfee (табл. 6).

Представленные данные иллюстрируют, что наиболее опасными для развития неврологического дефицита являются компрессионная или дистракционная флексии. Наиболее частая внешняя причина этого – падение на спину с высоты своего роста, при котором повреждаются грудной и поясничный отделы позвоночника. В группе А наблюдаем значительные повреждения нервной системы при подобных падениях с наличием механизма переразгибания (экстензии), в данных случаях может страдать шейный отдел позвоночника. Самое тяжелое повреждение (тип В по Frankel) отмечалось при падении на ребенка тяжелого предмета (дистракционная флексия). Следует отметить, что, несмотря на многообразие механизмов травмы, на степень тяжести повреждений влияет возрастной фактор: чем младше ребенок, тем тяжелее дефицит нервной системы после травмы. Не мень-

шую роль играет и уровень повреждения позвоночника.

По данным МРТ, изменения позвоночника носили как экстраневральный, так интраневральный характер. В группе В выявлены снижение высоты тел позвонков и другие признаки компрессионного перелома позвоночника, которые соответствовали уровню неврологических расстройств. В группе А к экстраневральным признакам можно отнести отек в области связок шейного отдела позвоночника (n = 1). В группе В очаги ушиба спинного мозга (повреждение 2-го типа по Ахадову [1]) выявлены у 3 пациентов. Очаги повреждения спинного мозга у пациентов обеих групп характеризовались тяжелым неврологическим дефицитом (тип С по Frankel), что служило неблагоприятным признаком для восстановления.

Наши исследования позволили выявить ведущие механизмы повреждений спинного мозга у детей. Для изолированных повреждений спинного мозга (травма без рентгенологических признаков повреждения позвоночника SCIWORA) более характерно повреждение шейного отдела, а ведущими механизмами являлись компрессионная флексия и дистракционная экстензия. Данные повреждения чаще сопровождались более тяжелым неврологическим дефицитом. МРТ-исследование проведено не всем пациентам. У 30 пациентов группы А отмечен полный регресс неврологического дефицита, тогда как у всех паци-

Таблица 5

Распределение пациентов по типам неврологических нарушений, n

Группа	Типы повреждения спинного мозга по Frankel			
	В	С	Д	Е
А	1	13	34	91
В	—	2	19	57
$\chi^2$	0,08	2,60	0,00	1,33
p	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Таблица 6

Распределение пациентов по механизму травмы и типам неврологических нарушений, n

Тип неврологических расстройств по Frankel	Компрессионная флексия	Дистракционная флексия	Дистракционная экстензия	Торсионная флексия	Вертикальная компрессия	Неустановленный
Группа А						
В	—	1	—	—	—	—
С	7	—	4	1	—	1
Д	36	1	11	—	—	1
Е	29	4	34	9	—	—
Группа В						
С	—	2	—	—	—	—
Д	15	2	—	—	1	1
Е	44	5	3	2	1	2

ентов с кровоизлияниями сохранялся неврологический дефицит на момент выписки (тип D по Frankel). Таким образом, по нашим данным, синдромы SCIWORA и SCIWONA встречались в соотношении 1:46.

Для группы пострадавших, у которых травма спинного мозга сочеталась с повреждением позвоночника, было характерно повреждение грудного отдела, ведущий механизм – компрессионная флексия. Данные повреждения сопровождались менее выраженным неврологическим дефицитом. Исход повреждения зависел от наличия изменений в спинном мозге. Следует отметить, что ни в одном случае мы не выявили признаков кровоизлияний в подболоечное пространство, что, возможно, связано с ограничени-

ем разрешения МРТ-аппарата и негативизмом детских нейрохирургов в отношении люмбальных пункций.

### Выводы

1. Повреждение спинного мозга в детском возрасте в большинстве (60 %) наблюдений характеризуется отсутствием структурных повреждений позвоночно-двигательного сегмента. В 97,8 % случаев данные повреждения не сопровождаются МРТ-изменениями (SCIWONA).

2. Механизмы изолированных повреждений спинного мозга (травма без рентгенологических признаков повреждения позвоночника SCIWORA) в детском возрасте представлены комбинацией разнонаправленных сил,

при этом большое значение имеет экстензионно-тракционный механизм повреждения, который в данной группе составляет 35 % случаев.

3. Ведущим механизмом при сочетанных позвоночно-спинальных травмах является компрессионная флексия, при повреждениях спинного мозга без рентгенологических признаков повреждения позвоночника (SCIWORA) – компрессионная флексия и дистракционная экстензия.

4. Наиболее выраженный неврологический дефицит выявляется при компрессионно-флексионном механизме повреждения. Тракционные варианты механизмов повреждения с грубыми неврологическими расстройствами характерны для синдрома SCIWORA.

### Литература/References

1. Ахадов Т.А., Панов В.О., Айххофф У. Травма спинного мозга и позвоночника и ее последствия // Магнитно-резонансная томография спинного мозга и позвоночника. М., 2000. С. 586–633. [Akhadov TA, Panov VO, Ajhhofov W. Spinal cord injury and its consequences. In: MR-Imaging of Spinal Cord. Moscow, 2000:586–633. In Russian].
2. Гесхил С., Мерлин А. Детская неврология и нейрохирургия. М., 1996. [Gaskill SV, Merlin AE. Handbook of Pediatric Neurology and Neurosurgery. Moscow, 1996. In Russian].
3. Гладков А.В., Черепанов Е.А. Клиническая биомеханика в диагностике патологии позвоночника (Обзор литературных данных) // Хирургия позвоночника. 2004. № 1. С. 103–109. [Gladkov AV, Cherepanov EA. Clinical biomechanics in diagnosis of spine pathology. Hir. Pozvonoc. 2004;(1):103–109. In Russian].
4. Губин А.В. Хирургическая патология шейного отдела позвоночника у детей: Дис. ... д-ра мед. наук. СПб, 2009. [Gubin AV. Surgical pathology of the cervical spine in children. Doctor of Medicine Thesis. St. Petersburg, 2009. In Russian].
5. Ларькин И.И., Ларькин В.И. Некоторые аспекты травмы спинного мозга у детей // Хирургия позвоночника. 2005. № 4. С. 15–19. [Larkin II, Larkin VI. Some aspects of pediatric spinal cord injury. Hir. Pozvonoc. 2005;(4):15–19. In Russian].
6. Ayaz SB, Gill ZA, Matee S, Khan AA. Spinal cord injury without radiographic abnormalities (SCIWORA) in a preschool child: A case report. J Postgrad Med Inst. 2014; 28: 228–230.
7. Como JJ, Samia H, Nemunaitis GA, Jain V, Anderson JS, Malangoni MA, Claridge JA. The misapplication of the term spinal cord injury without radiographic abnormality (SCIWORA) in adults. J Trauma Acute Care Surg. 2012;73:1261–1266. DOI: 10.1097/TA.0b013e318265cd8c.
8. Eleraky MA, Theodore N, Adams M, Rekeat HL, Sonntag VK. Pediatric cervical spine injuries: report of 102 cases and review of the literature. J Neurosurg. 2000; 92(1 Suppl):12–17.
9. Grabb PA, Pang D. Magnetic resonance imaging in the evaluation of spinal cord injury without radiographic abnormality in children. Neurosurgery. 1994;35:406–414.
10. Kim SH, Yoon SH, Cho KH, Kim SH. Spinal cord injury without radiological abnormality in an infant with delayed presentation of symptoms after a minor injury. Spine. 2008;33:E792–E794. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181878719.
11. Launay F, Leet AI, Sponseller PD. Pediatric spinal cord injury without radiographic abnormality: a meta-analysis. Clin Orthop Relat Res. 2005;(433):166–170. DOI: 10.1097/01.blo.0000151876.90256.bf.
12. Pang D. Spinal cord injury without radiographic abnormality in children, 2 decades later. Neurosurgery. 2004;55:1325–1342. DOI: 10.1227/01.NEU.0000143030.85589.E6.
13. Parent S, Mac-Thiong JM, Roy-Beaudry M, Sosa JF, Labelle H. Spinal cord injury in the pediatric population: a systematic review of the literature. J Neurotrauma. 2011; 28:1515–1524. DOI: 10.1089/neu.2009.1153.
14. Rozzelle CJ, Aarabi B, Dhall SS, Gelb DE, Hurlbert RJ, Ryken TC, Theodore N, Walters BC, Hadley MN. Spinal cord injury without radiographic abnormality (SCIWORA). In: Guidelines for the Management of Acute Cervical Spine and Spinal Cord Injuries. Neurosurgery. 2013;72(Suppl 2):227–233. DOI: 10.1227/NEU.0b013e3182770ebc.
15. Sharma S, Singh M, Wani IH, Sharma S, Sharma N, Singh D. Adult Spinal Cord Injury without Radiographic Abnormalities (SCIWORA): clinical and radiological correlations. J Clin Med Res. 2009;1:165–172. DOI: 10.4021/jocmr2009.08.1256.
16. Trigylidis T, Yuh SJ, Vassilyadi M, Matzinger MA, Mikrogianakis A. Spinal cord injuries without radiographic abnormality at two pediatric trauma centers in Ontario. Pediatr Neurosurg. 2010;46:283–289. DOI: 10.1159/000320134.
17. Yucesoy K, Yuksel KZ. SCIWORA in MRI era. Clin Neurol Neurosurg. 2008;110: 429–433. DOI: 10.1016/j.clineuro.2008.02.004.



**Адрес для переписки:**

Ларькин Игорь Иванович  
644099, Омск, ул. Ленина, 12,  
ОмГМА,  
larkinomsk@mail.ru

**Address correspondence to:**

Larkin Igor Ivanovich  
Omsk State Medical Academy,  
Lenina str., 12, Omsk, 644099, Russia,  
larkinomsk@mail.ru

Статья поступила в редакцию 25.12.2015

Игорь Иванович Ларькин, д-р мед. наук, проф. кафедры неврологии и нейрохирургии; Валерий Иванович Ларькин, д-р мед. наук, заведующий кафедрой неврологии и нейрохирургии; Леонид Александрович Ситко, д-р мед. наук, проф. кафедры детской хирургии, Омская государственная медицинская академия; Александр Сергеевич Преображенский, врач-нейрохирург; Сергей Борисович Злобин, врач-травматолог, Городская детская клиническая больница № 3, Омск; Мария Михайловна Катина, канд. мед. наук, врач-невролог, Многопрофильный центр современной медицины «Евромед», Омск. Igor Ivanovich Larkin, DMSc, Prof. in the Department of neurology and neurosurgery; Valery Ivanovich Larkin, DMSc, Chairman of the Department of neurology and neurosurgery; Leonid Aleksandrovich Sitko, DMSc, Prof. in the Department of child surgery, Omsk State Medical Academy; Aleksandr Sergeyevich Preobrazhenskiy, neurosurgeon; Sergey Borisovich Zlobin, podiatrist, City Children Hospital No. 3, Omsk; Maria Mikhailovna Katina, neurologist, PhD, Euromed Medical Center, Omsk, Russia.

**Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.А. Цивьяна  
проводит индивидуальное тематическое обучение на рабочем месте  
в виде краткосрочных курсов повышения квалификации  
по следующим циклам:**

1. Эндопротезирование и эндоскопическая хирургия суставов конечностей (80 ч).
2. Современная диагностика, консервативное и хирургическое лечение деформаций позвоночника детского возраста (144 ч).
3. Хирургия заболеваний и повреждений позвоночника (144 ч).
4. Дегенеративные заболевания позвоночника (80 ч).
5. Артроскопия плечевого сустава (80 ч).

**Занятия проводятся по мере поступления заявок.  
После прохождения курсов выдается свидетельство о повышении квалификации.**

**E-mail: niito@niito.ru  
TShustrova@niito.ru**

**Тел.: 8 (383) 363-39-81**