



МЕХАНИЗМЫ ИЗОЛИРОВАННОЙ ТРАВМЫ СПИННОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ

И.И. Ларькин¹, В.И. Ларькин¹, Л.А. Ситко¹, А.С. Преображенский², С.Б. Злобин², М.М. Катина³

¹Омская государственная медицинская академия

²Городская детская клиническая больница № 3, Омск

³Многопрофильный 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-флексионном механизме повреждения. Тракционные варианты механизмов повреждения с наличием грубых неврологических расстройств характерны для синдрома SCIWORA.

Ключевые слова: травма, механизмы, спинной мозг, дети, 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>.

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.

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 SCIWONA – 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 ГКБ-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 McAffe (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
χ^2	1,89	1,26	0,44
p	>0,05	>0,05	>0,05
Отношение шансов	0,52	2,95	0,84

При значении χ^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
χ^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	χ^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
χ^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 повреждения 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 сопровождалось 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
χ^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, Rekatte 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. **Trigylidas 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 Sergeevich 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