

УДК 616.711-001:616.8-053:617.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ У ДЕТЕЙ С ПОЗВОНОЧНО-СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА**Икоева Г.А., Виссарионов С.В., Баиндурашвили А.Г., Кокушин Д.Н.,
Овечкина А.В., Солохина И.Ю., Хусаинов Н.О.***ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: turner01@mail.ru*

Проведен анализ динамики неврологического статуса у 30 детей с изолированным повреждением поясничного отдела позвоночника, сопровождавшегося неврологическими нарушениями различной степени выраженности, в зависимости от сроков хирургического вмешательства. Всем пациентам в различные сроки после травмы было выполнено хирургическое вмешательство с учетом варианта повреждения позвоночника, произведена фиксация поврежденного позвоночно-двигательного сегмента и декомпрессия структур спинного мозга и его элементов. Оценку неврологических нарушений проводили по шкале ASIA. У пациентов с типом повреждения E по шкале ASIA (12 человек) неврологический дефицит отсутствовал, 7 из них жалоб не предъявляли, у 5-ти отмечался радикулярный синдром с уровня L1, L4 – L5, который регрессировал после хирургического вмешательства. Самые тяжелые из всех пострадавших детей были пациенты с типом повреждения A (3 пациента), у них отмечалось полное повреждение поперечника спинного мозга в 2-х случаях на уровне L1 – L2, в одном случае – L4 – L5. Хирургическое вмешательство произведено на 7–8-е сутки, но изменений в клинической картине в период наблюдения до 1 месяца не отмечено. Пациенты, изначально имеющие двигательный уровень B, C и D, прооперированные в ранние сроки (1–2 сутки после травмы), достоверно улучшили свой неврологический статус и тип повреждения по шкале ASIA. Хирургическое лечение детей с осложненной травмой позвоночника должно проводиться в первые часы и сутки от момента травмы и включать устранение вертебро-медуллярного конфликта, нормализацию анатомии позвоночного канала и стабилизацию поврежденного позвоночно-двигательного сегмента.

Ключевые слова: позвоночно-спинномозговая травма, миелопатия, неврологические нарушения, шкала ASIA**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF NEUROLOGICAL DISORDERS IN CHILDREN WITH SPINAL CORD INJURY LUMBAR, DEPENDING ON THE TIMING OF SURGERY****Ikoeva G.A., Vissarionov S.V., Baindurashvili A.G., Kokushin D.N.,
Ovechkina A.V., Solokhina I.Yu., Khusainov N.O.***The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, St. Petersburg, e-mail: turner01@mail.ru*

The analysis of the dynamics of neurological status in 30 children with isolated damage to the lumbar spine, accompanied by neurological disorders of varying severity, depending on the duration of surgery. All patients underwent surgery at different times after the injury, taking into account the variant of spine damage, fixation of the damaged vertebral-motor segment and decompression of spinal cord structures and its elements. The assessment of neurologic disorders was carried out according to the ASIA scale. In patients with damage type E on the ASIA scale (12 people), neurological deficit was absent, 7 of them did not complain, 5 had radicular syndrome at the level of L1, L4-L5, which regressed after surgery. The most severe of all affected children were patients with type A injury (3 patients), they had complete spinal cord injury in 2 cases at L1-L2 level, in one case – L4 – L5. Surgical intervention was performed on 7-8 days, but there were no changes in the clinical picture during the observation period up to 1 month. Patients who initially had motor level B, C and D, operated at an early date (1-2 days after injury), significantly improved their neurological status and type of damage on the scale of ASIA. Surgical treatment of children with complicated spinal injury should be carried out in the first hours and days from the moment of injury and include the elimination of vertebro-medullary conflict, normalization of the anatomy of the spinal canal and stabilization of the damaged vertebral-motor segment.

Keywords: spinal cord injury, myelopathy, neurological disorders, ASIA scale

Актуальность проблемы позвоночно-спинномозговой травмы на сегодняшний день является неоспоримой. Это одно из наиболее тяжелых повреждений опорно-двигательной системы. Тяжесть переломов позвоночника обусловлена одновременным поражением спинного мозга и его элементов в результате сдвигания отломками тела позвонка или ушибом самого спинного мозга в момент травмы. В ходе подобных повреждений у пациента развиваются стойкие не-

врологические нарушения, которые сохраняются на протяжении всей жизни. У детей позвоночно-спинномозговая травма встречается реже, чем у взрослого населения, однако с каждым годом количество подобных повреждений неуклонно растет [1–3]. Чрезвычайная значимость проблемы заключается в том, что травматические переломы позвоночника, сочетающиеся с повреждением спинного мозга, как правило, сопровождаются неврологическими нарушениями

и в дальнейшем приводят к инвалидизации пациентов. Учитывая вышеизложенное, актуальность лечения детей с позвоночно-спинномозговой травмой на сегодняшний день остается важной и значимой не только с медицинской, но и социальной точки зрения [1, 2].

В отечественных и зарубежных литературных источниках данные о частоте и структуре повреждений позвоночника и спинного мозга достаточно противоречивы. Зарубежные исследователи отмечают, что общая частота травм позвоночника у детей в США составляет 7,41 на 100 000 детского населения [1]. По другим источникам частота повреждения позвоночника и спинного мозга у детей в США – 18,1 травм на 1 млн детского населения, что составляет около 1300 свежих случаев ежегодно [2]. В исследованиях, проведенных и опубликованных в Российской Федерации, отмечается значительный разброс статистических данных о травмах позвоночника у детей. Это обусловлено определенными трудностями диагностики и учета пациентов с данным типом травматических повреждений. В среднем отмечается $10,34 \pm 11,55$ случаев поверхностных травм позвоночника, $4,3 \pm 3,9$ компрессионных переломов, $0,2 \pm 0,2$ осложненных повреждений позвоночника и спинного мозга на 10 тыс. детского населения [1, 3].

Неврологические нарушения, возникающие при осложненной позвоночно-спинномозговой травме, и их динамика очень разнообразны и зависят от многих факторов: уровня и характера повреждения позвоночника, величины стеноза позвоночного канала, степени тяжести повреждения спинного мозга и его корешков (сотрясение, ушиб, сдавление, гематомия), а также сроков хирургического вмешательства. Сочетание и взаимосвязь перечисленных факторов оказывает непосредственное влияние как на первичные неврологические проявления, так и на процесс их регресса и восстановления неврологических функций после проведенного хирургического вмешательства [4].

Патогенез неврологических нарушений обусловлен развивающейся миелопатией, которая может быть вызвана различными факторами. В острейший период травмы – это нарушение функции проводящих путей и корешков спинного мозга в зоне повреждения в результате прямого травматического воздействия, сдавления костными фрагментами поврежденных позвонков и межпозвонковых дисков, смещенными в позвоночный канал. В патогенезе травматического повреждения спинного мозга присутствуют два основных механизма

повреждения нервных клеток – это некроз и апоптоз [4, 5]. Некроз – это первичное повреждение нервной ткани в момент травмы. Апоптоз – это отсроченная запрограммированная смерть нейронов (вторичное повреждение клеток). Изучение морфологии травмированного спинного мозга указывает на то, что повреждение нервной ткани происходит не только в зоне воздействия разрушающей силы, а распространяется на первично интактные участки, и вследствие этого зона повреждения расширяется. Этот механизм приводит к восходящей и нисходящей дегенерации и демиелинизации нервных проводников, гибели аксонов участков нейроглии. Однако исследования показывают, что сохранение даже 10% аксонов позволяет осуществить функциональное восстановление, это обусловлено процессом спраутинга (рост и формирование новых отростков) [4–6]. В последующем присоединение отека и сосудистых нарушений спинного мозга усугубляет картину миелопатии и так же оказывает влияние на формирование и развитие неврологического дефицита [5–7]. Сдавление сосудов спинного мозга даже без повреждения клеток приводит к ишемии и последующему некрозу, а также развитию воспалительной реакции, что в свою очередь запускает механизм апоптоза. Исследования показывают, что уже через 3 часа компрессии сосудов спинного мозга наступают необратимые изменения нейронов [7]. По данным А.А. Луцика [8] при травматическом сдавлении спинного мозга, как правило, страдают его магистральные сосуды, особенно передняя спинальная артерия и отходящие от нее центральные артерии спинного мозга. Проведенный анализ острого повреждения нейронов при экспериментальной контузии спинного мозга показал временные этапы его повреждения: в течение 15 минут повреждается серое вещество, в течение 4 часов – белое. Более медленный процесс повреждения белого вещества создает терапевтическое «окно», позволяющее воздействовать на патологический процесс [8].

Степень деформации позвоночного канала на уровне поврежденного сегмента спинного мозга прямо пропорционально влияет на выраженность неврологических нарушений. Так, при выраженной кифотической деформации позвоночника (более 20°) и смещении костных отломков тел позвонков не менее 6 мм в горизонтальной плоскости отмечаются тяжелые неврологические расстройства в виде полного нарушения проводимости спинного мозга [8, 9].

Совершенно очевидно, что на выраженность неврологических проявлений и ди-

намику регресса нарушенных функций существенное влияние оказывают сроки хирургического вмешательства, прошедшие от момента травмы. Но в этом вопросе до сих пор нет единого мнения. Ряд авторов считают, что хирургическое вмешательство в ранние сроки от момента повреждения существенно не влияет на регресс неврологического дефицита, а наоборот, может приводить к ухудшению состояния. Кроме того, нет единого мнения и по определению временных границ сроков операции. Т. Asawma с соавторами [9] считают ранними сроками хирургического вмешательства первые 4 недели после травмы, J. Farmer с соавторами [10] – первые 5 дней, А. Vaccaro [11] – первые трое суток (72 часа), М. Fehlings с соавторами [12] утверждают, что нет общепринятых стандартов в выборе сроков хирургической декомпрессии, но одновременно с этим указывают, что раннее хирургическое вмешательство (до 24 часов) обязательно должно быть выполнено тем пациентам, у которых имеется выраженный неврологический дефицит, обусловленный компрессией спинного мозга. Большинство отечественных авторов считают, что эффективность хирургического лечения осложненной травмы поясничного отдела позвоночника в остром и раннем периодах зависит, прежде всего, от срока проведения хирургического вмешательства, скорейшей декомпрессии спинного мозга, коррекции и стабилизации поврежденного позвоночно-двигательного сегмента в зоне повреждения [5, 7, 13, 14].

Для оценки неврологического статуса и эффективности лечения пострадавших с позвоночно-спинномозговой травмой важна четкая клиническая характеристика исходного и динамического состояния пострадавшего. Наиболее оптимальной на сегодняшний день является шкала ASIA, принятая международным обществом параплегии в 1992 г. С 1992 г. шкала ASIA претерпела целый ряд пересмотров и дополнений, последний из которых состоялся в 2015 г. [15].

Цель исследования: оценить динамику неврологического статуса у детей с позвоночно-спинномозговой травмой на поясничном уровне и проанализировать их

зависимость от сроков проведенного хирургического вмешательства.

Материалы и методы исследования

Под нашим наблюдением находились 30 детей с изолированным повреждением поясничного отдела позвоночника, сопровождавшимся неврологическими нарушениями различной степени выраженности. Возраст пациентов варьировал от 5 до 18 лет, из них 14 мальчиков и 16 девочек (табл. 1). Дети старше 10 лет составили 77% от общего количества пострадавших. Причинами тяжелой позвоночно-спинномозговой травмы у пациентов в 18 наблюдениях (60%) являлось дорожно-транспортное происшествие, в 12 (40%) – кататравма.

Всем пациентам в различные сроки после травмы было выполнено хирургическое вмешательство с учетом варианта повреждения позвоночника, произведена фиксация поврежденного позвоночно-двигательного сегмента и декомпрессия структур спинного мозга и его элементов [13]. В ходе проведенного хирургического лечения у всех пострадавших достигнута полноценная ликвидация стеноза позвоночного канала, а также восстановление анатомии позвоночного канала и травмированного отдела позвоночника.

Пациенты с неврологическим дефицитом с момента поступления в стационар и после проведенного хирургического вмешательства в остром периоде травмы получали гормональную терапию по схеме, рекомендуемой протоколом NASCIS-I. Также в послеоперационном периоде проводилась дегидратационная и гемостатическая терапия, со 2–3 суток после операции присоединяли сосудистые препараты, витамины группы «В». Сосудистые препараты назначали при отсутствии угрозы продолжающегося кровотечения и стабильной гемодинамики.

Кроме того, все пациенты в максимально ранние сроки еще в отделении реанимации и интенсивной терапии получали восстановительное лечение, включающее пассивную лечебную физкультуру (3 раза в день), локальный массаж конечностей, специальные ортопедические укладки.

Для оценки результатов использовали следующие методы исследования:

- клинический метод, который включал подробный неврологический осмотр пациента до хирургического вмешательства и после него с дальнейшим мониторингом неврологического статуса 1 раз в 2–3 дня весь период пребывания пациента в стационаре (в среднем 1 мес.);
- рентгенографию поврежденного отдела позвоночника;
- компьютерную томографию;
- магнитно-резонансную томографию;
- электронейромиографическое исследование нижних конечностей.

Таблица 1

Характеристика пациентов по возрасту и полу

Возраст	3–7 лет	7–11 лет	11–18 лет	Всего
Мальчики	2	4	8	14(47%)
Девочки	1	3	12	16(53%)
Всего	3(10%)	7(23%)	20(67%)	30(100%)

Таблица 2

Характеристика пациентов по уровню повреждения,
срокам хирургического лечения по шкале ASIA

Пациент, возраст	Уровень повреждения	Сроки операции	Тяжесть повреждения спинного мозга до операции	Тяжесть повреждения спинного мозга после операции
1. П., 14 лет	L2	2 сут	В	С
2. Т., 14 лет	L1	1 сут	Е	Е
3. К., 17 лет	L1	1 сут	Е	Е
4. А., 11 лет	L4	7 сут	Е	Е
5. К., 13 лет	L1	2 сут	В	С
6. В., 14 лет	L1	4 сут	С	С
7. Л., 3 года	L1	1 сут	С	Е
8. Б., 15 лет	L1	5 сут	Е	Е
9. Я., 9 лет	L1	1 сут	В	В
10. Н., 14 лет	L1 – L2	1 сут	С	Д
11. С., 15 лет	L1 – L2	7 сут	А	А
12. П., 17 лет	L2	1 сут	В	С
13. Б., 15 лет	L1	2 сут	Е	Е
14. Г., 9 лет	L1	7 сут	Е	Е
15. Е., 15 лет	L5	15 сут	Д	Е
16. П., 17 лет	L3	1 сут	С	Д
17. К., 17 лет	L2	4 сут	Е	Е
18. Ш., 16 лет	L1	1 сут	С	С
19. М., 14 лет	L1	8 сут	А	А
20. В., 17 лет	L1	2 сут	С	Д
21. Т., 15 лет	L1	2 сут	Е	Е
22. Т., 16 лет	L1 – L2	3 сут	Е	Е
23. Ж., 6 лет	L4 – L5	23 сут	С	Д
24. Т., 14 лет	L1 – L2	27 сут	Е	Е
25. О., 14 лет	L1	5 сут	В	С
26. У., 17 лет	L4	2 сут	Е	Е
27. Б., 17 лет	L1	1 сут	В	В
28. К., 5 лет	L3	2 сут	В	С
29. И., 15 лет	L4 – L5	7 сут	А	А
30. Р., 13 лет	L4 – L5	14 сут	Е	Е

Оценку неврологических нарушений в процессе исследования проводили по шкале ASIA [15]. Алгоритм оценки тяжести повреждения спинного мозга заключается в последовательном определении уровней нарушения чувствительности справа и слева, уровней нарушения двигательных функций справа и слева, уровня нарушения неврологических функций, полноты повреждения (полное или неполное), степени повреждения спинного мозга. После этой оценки устанавливали тяжесть повреждения спинного мозга по шкале ASIA Impairment Scale.

В сводной табл. 2 представлены данные по всем пациентам, включающие уровень повреждения, сроки хирургического лечения и тяжесть неврологических нарушений по шкале ASIA до и после хирургического лечения, жирным шрифтом выделены те пациенты, у которых отмечалась положительная динамика и переход из одного уровня нарушений в другой после операции.

Для статистической обработки данных использовался пакет программы Statistika 6.0. Для сравнения

групп по различным признакам в динамике применялся критерий Стьюдента, для зависимых выборок – парный критерий Вилкоксона. Пороговый уровень статистической значимости определен меньше 0,01 ($P < 0,01$).

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ пациентов по зоне повреждения показал существенное преобладание уровня L1 – L2, он составил 22 наблюдения (73,3%), на втором месте повреждение L4 – L5 сегментов – 6 случаев (20%), и только 2 наблюдения – повреждения на уровне L3 позвонка (6,7%). Сроки хирургического вмешательства варьировали от нескольких часов (1-е сутки) до 27 суток. Распределение пациентов в зависимости от типа повреждения по шкале ASIA до и после хирургического вмешательства отражено графически на рис. 1.

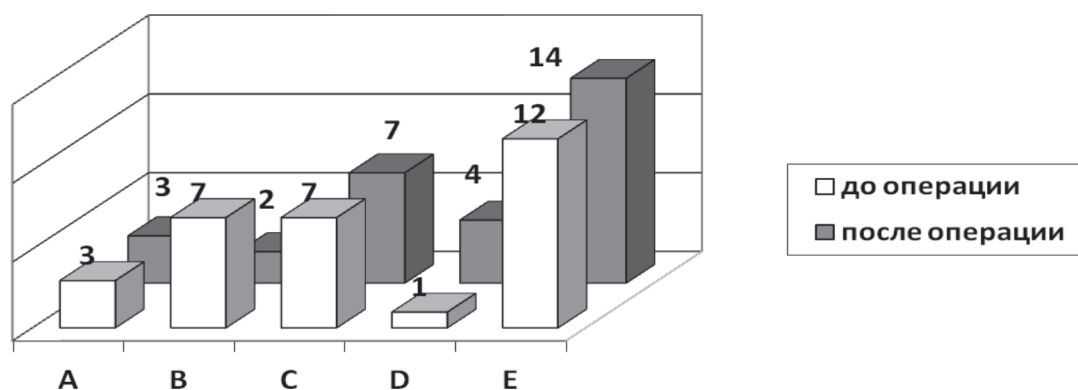


Рис. 1. Распределение пациентов в зависимости от типа повреждения по шкале ASIA до и после операции

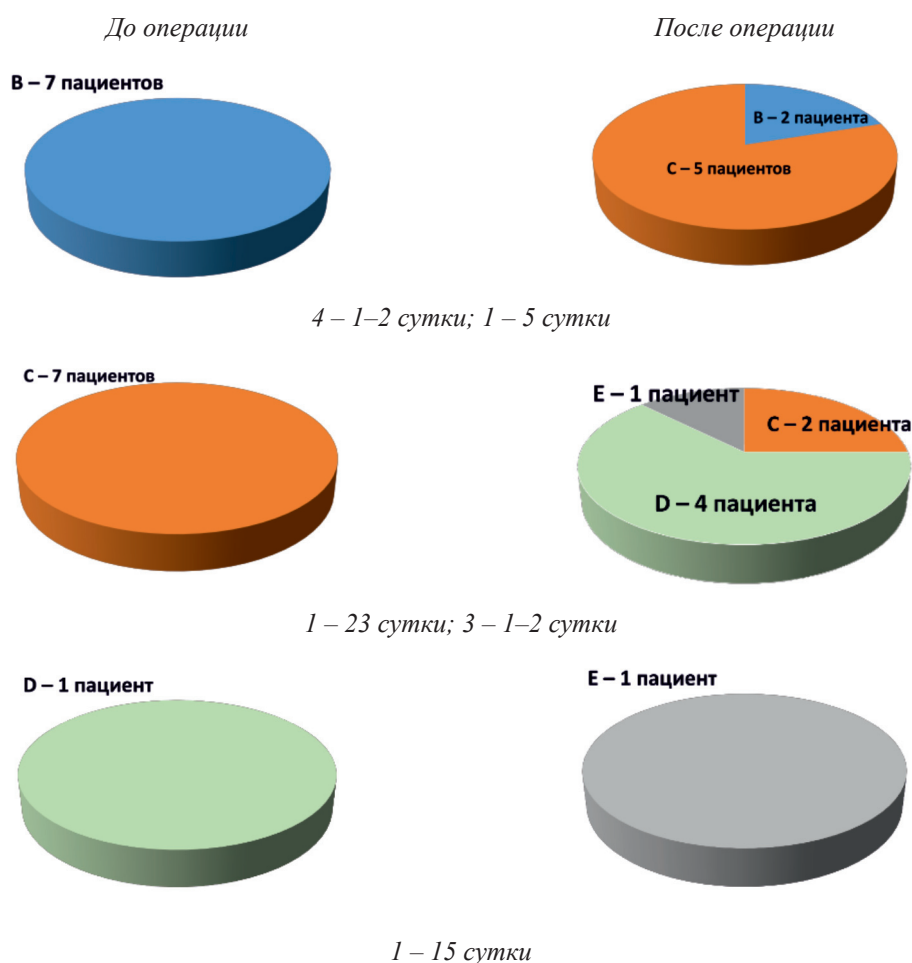


Рис. 2. Динамика тяжести неврологических нарушений по шкале ASIA после хирургического вмешательства в зависимости от сроков операции

У пациентов с типом повреждения Е по шкале ASIA (12 человек) неврологический дефицит отсутствовал, 7 из них жалоб не предъявляли, у 5-ти отмечался радикулярный синдром с уровня L1, L4– L5, который

регрессировал после хирургического вмешательства. Самые тяжелые из всех пострадавших детей были пациенты с типом повреждения А (3 пациента), у них отмечалось полное повреждение поперечника

спинного мозга в 2-х случаях на уровне L1 – L2, в одном случае – L4 – L5, клинически все они имели нижнюю вялую параплегию с нарушением всех видов чувствительности с зоны повреждения. Хирургическое вмешательство в этих случаях было произведено на 7–8-е сутки, но клиническая картина после операции и в отдаленный период наблюдения не изменилась ни у одного из 3-х пациентов ($P < 0,01$).

При анализе пострадавших с типом повреждения В, С и Д выяснилось, что у них в неврологическом статусе чаще всего происходили изменения, связанные с проведенным хирургическим вмешательством и у некоторых изменился тип повреждения по шкале ASIA (рис. 2). Так 5 из 7-ми пациентов с типом В после хирургического лечения «перешли» в тип С, 4 пациента с типом С «перешли» в тип Д, один пациент с типом С – в тип Е и один пациент с типом Д – в тип Е. Динамика тяжести неврологических нарушений у пациентов с типом В, С и Д после хирургического вмешательства отражена на рис. 2 зависимости этих изменений от сроков проведения операции. Так из 5 пациентов, перешедших из типа В в тип С четверо были прооперированы в 1–2 сутки после травмы, и только один – на 5 сутки. Из 4-х пострадавших перешедших из типа С в тип Д трое были прооперированы в 1–2 сутки, а один – на 23 сутки. Пациент, перешедший из типа Д в тип Е, был прооперирован на 15 сутки.

Таким образом, совершенно очевидно, что пациенты, изначально имеющие двигательный уровень В, С и Д, получившие хирургическое лечение в ранние сроки (1–2 сутки после травмы), достоверно показали улучшение неврологического статуса по шкале ASIA. У 7 пациентов (70%) этой группы ($P < 0,01$) зафиксирован частичный или полный регресс неврологического дефицита. Кроме того, в этой группе эффективность проведенного хирургического вмешательства подтверждена положительной динамикой по основным объективным критериям. Своевременное хирургическое лечение во всех случаях обеспечило стабилизацию травмированного позвоночно-двигательного сегмента, декомпрессию спинного мозга, восстановление анатомии позвоночного канала, предотвращение прогрессирования травматической деформации позвоночника, а также позволило создать условия для правильного сращения поврежденного сегмента позвоночника [13, 14].

Заключение

Изучив динамику неврологических нарушений у детей с позвоночно-спинно-

мозговой травмой на поясничном уровне и проанализировав ее зависимость от сроков хирургического вмешательства, можно сделать вывод, что хирургическое лечение детей с осложненной травмой позвоночника должно проводиться по экстренным показаниям в первые часы и сутки от момента травмы. Объем хирургического вмешательства должен включать устранение вертебро-медуллярного конфликта, восстановление физиологического состояния сегмента позвоночника, нормализацию анатомии позвоночного канала и стабилизацию поврежденного позвоночно-двигательного сегмента. Это является необходимым условием для восстановления функции спинного мозга и уменьшения неврологического дефицита у пострадавшего ребенка.

Использование шкалы ASIA для оценки тяжести повреждения пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой позволяет более точно определить уровень и степень повреждения спинного мозга, что является прогностически значимым, а также позволяет уменьшить субъективную оценку неврологического статуса, что приводит к более достоверным результатам.

Работа выполнена в рамках государственного контракта на выполнение научно-исследовательской работы в рамках программы Союзного государства на тему: «Разработка новых спинальных систем с использованием технологий прототипирования в хирургическом лечении детей с тяжелыми врожденными деформациями и повреждениями позвоночника».

Список литературы

1. Залетина А.В., Виссарионов С.В., Баиндурашвили А.Г., Садовой М.А., Кокушин Д.Н., Соловьева К.С., Купцова О.А. Структура повреждений позвоночника у детей в регионах Российской Федерации // Хирургия позвоночника. – 2017. – № 4. – С. 52–60.
2. Саруханян О.О., Телешов Н.В. Эпидемиология и статистика неосложненных компрессионных переломов позвоночника у детей (обзор литературы) // Неотложная медицинская помощь. – 2014. – № 3. – С. 35–38.
3. Баиндурашвили А.Г., Виссарионов С.В., Александрович Ю.С., Пшениснов К.В. Позвоночно-спинномозговая травма у детей. – СПб.: Онли-Пресс, 2016. – 88 с.
4. Виссарионов С.В., Белянчиков С.М., Солохина И.Ю., Икоева Г.А., Кокушин Д.Н. Неврологические нарушения у детей с осложненными повреждениями позвоночника в грудном и поясничном отделах до и после хирургического лечения // Хирургия позвоночника. – 2014. – № 3. – С. 8–21.
5. Зарецков В.В., Норкин И.А., Арсениевич В.Б. и др. Хирургическое лечение повреждений и заболеваний позвоночника. – Рыбинск: Рыбинский дом печати, 2009. – 110 с.
6. Баринев А.Н., Кондаков Е.Н. Клинико-статистическая характеристика острой позвоночно-спинномозговой травмы // Хирургия позвоночника. – 2010. – № 4. – С. 15–18.
7. Скорая медицинская помощь: национальное руководство / под ред. С.Ф. Багненко, М.Ш. Хубутия, А.Г. Миро-

шниченко, И.П. Миннуллина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 888 с.

8. Луцик А.А., Бондаренко Г.Ю., Булгаков В.Н., Епифанцев А.Г. Передние декомпрессино-стабилизирующие операции при осложненной травме грудного и грудопоясничного отделов позвоночника // Хирургия позвоночника. – 2012. – № 3. – С. 8–16.

9. Asawma T., Satomi K., et al. Management of patients with an incomplete cervical spinal cord injury // Spinal Cord. – 1996. – Vol. 34, № 10. – P. 620–625.

10. Farmer J., Vaccaro A., Albert T. J. et al. Neurologic deterioration after cervical spinal cord injury // J. Spinal Disord. – 1998. – Vol. 11, № 3. – P. 192–196.

11. Vaccaro A.R., Daugherty R.J., Sheehan T.P. et al. Neurologic outcome of early versus late surgery for cervical spinal cord injury // Spine. – 1997. – Vol. 22, № 22. – P. 2609–2613.

12. Fehlings M.G., Sekhton L.H., Tator C. The role and timing of decompression in acute spinal cord injury: what do we know? What should we do? // Spine. – 2001. – Vol. 26. № 24. – Suppl. – P. S101–S110.

13. Виссарионов С.В., Белянчиков С.М. Оперативное лечение детей с осложненными переломами позвонков грудной и поясничной локализации // Травматология и ортопедия России. – 2010. – № 2(56). – С. 48–50.

14. Морозов И.Н. Оценка эффективности восстановительного лечения пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 3. – С. 108–113.

15. Баиндурашвили А.Г., Виссарионов С.В., Крюкова И.А. Международные стандарты невро-логической классификации травмы спинного мозга (шкала ASIA/ ISNCSCI, пересмотр 2015 года) // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2016. – Т. 4, Выпуск 2. – С. 67–72.