

## ХИРУРГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ ГРУБОЙ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ГРУДНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

© *А.Е. Шульга, В.В. Зарецков, Г.А. Коршунова, А.А. Смолькин, Д.Ю. Сумин*

Научно-исследовательский институт травматологии, ортопедии и нейрохирургии  
ФГБОУ ВО «СГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, Саратов

Статья поступила в редакцию: 20.06.2017

Статья принята к печати: 04.08.2017

Грубые посттравматические деформации грудного отдела позвоночного столба — это результат высокоэнергетической травмы, которая в последнее время в силу ряда причин все чаще встречается у детей. Данный вид повреждений нередко сопровождается анатомическим повреждением спинного мозга, поэтому лечение таких больных требует особенного внимания в этическом аспекте. Зачастую единственным показанием для хирургического вмешательства является функциональная несостоятельность позвоночника. Учитывая данный факт, а также нередко тяжелое соматическое состояние пациентов, травматичность операции должна быть сокращена до минимума. Наряду с этим необходимо достигнуть адекватной коррекции деформации, надежной стабилизации позвоночного столба и восстановления ликвородинамики. В литературных источниках последних лет все чаще встречаются публикации, посвященные успешному использованию различных вариантов дорзальных вмешательств (P/VCR) при нестабильных повреждениях у детей.

В статье представлен клинический случай хирургического лечения грубой посттравматической деформации грудного отдела позвоночника с застарелым переломовывихом позвонка Th<sub>7</sub> у ребенка 15 лет.

**Ключевые слова:** повреждение позвоночника у детей, травма спинного мозга, хирургическое лечение, спондилосинтез.

## SURGICAL TREATMENT OF GROSS POSTTRAUMATIC DEFORMATIONS IN THORACIC SPINE

© *A.E. Shul'ga, V.V. Zaretskov, G.A. Korshunova, A.A. Smol'kin, D.Yu. Sumin*

Saratov Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery,  
V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov, Russia

For citation: *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2017;5(3):80-86

Received: 20.06.2017

Accepted: 04.08.2017

Rigid severe post-traumatic thoracic spine deformities result from frequent, recent high-energy trauma in children with an increasing frequency due to a variety of reasons. These types of injuries are commonly followed by spinal cord anatomic injury; therefore, the treatment of these patients warrants special attention from the ethical viewpoint. Generally, the only indication for surgical intervention is spinal dysfunction. Considering this and the patients' ordinary severe somatic state, surgical trauma should be minimized as much as possible. However, for adequate deformity correction, effective spine stabilization and restoration of liquorodynamics is necessary. Recent studies have reported the successful use of different methods of dorsal interventions (P/VCR) in cases with unstable damages in children. Here, we present the case of a 15-year-old boy who underwent surgical treatment for coarse post-traumatic thoracic spine deformity with chronic fracture-dislocation of Th7 vertebra.

**Keywords:** spinal cord injury in children, spinal cord injury, surgical treatment, spondylosynthesis.

## Введение

Травма позвоночника в настоящее время является одной из наиболее актуальных проблем современной травматологии-ортопедии и нейрохирургии [1, 2]. На грудной отдел позвоночника, по данным различных авторов, приходится порядка 22–30 % случаев [3, 4]. Грубые посттравматические деформации на этом уровне зачастую сопровождаются повреждением спинного мозга, при котором восстановление двигательных функций в условиях тотального неврологического дефицита крайне затруднено [5, 6]. В этическом аспекте особую группу представляют пациенты детского возраста [7].

В настоящее время оперативные методики, изначально предложенные для взрослых пациентов, применяются при хирургическом лечении травмы позвоночника у детей [8, 9]. В литературных источниках последних лет все чаще встречаются публикации, посвященные оперативным вмешательствам по поводу нестабильных повреждений, в том числе с использованием комбинированных доступов (A/P) и различного вида остеотомий (SPO, PSO, VCR) [10, 11]. Говоря о грубых посттравматических деформациях позвоночного столба, большинство авторов резонно настаивают на необходимости решения всех ортопедических задач в остром периоде травмы [12]. Однако нередко тяжелое состояние пациентов, обусловленное сопутствующими повреждениями, не позволяет осуществить хирургическое пособие в необходимом объеме. В большей мере это касается реконструктивных вмешательств на ventralных отделах позвоночного столба [13]. Важно также отметить, что использование переднего доступа при застарелых посттравматических деформациях грудного отдела позвоночника может быть затруднительно в связи с явлениями фибротракса [14].

По всей видимости, оптимальным хирургическим лечением грубых деформаций грудного отдела позвоночника у детей можно считать оперативное вмешательство, позволяющее последовательно осуществить адекватную мобилизацию, коррекцию и стабилизацию, не нанося при этом существенной операционной травмы. По данным литературы, под эти требования наиболее подходят операции P/VCR, а также различные виды сегментарных вертебротомий, особенно у пациентов с анатомическим повреждением спинного мозга [15, 16].

Учитывая актуальность проблемы, считаем возможным представить следующее клиническое наблюдение.

## Клиническое наблюдение

4.09.2014 в отделении нейрохирургии ОКБ Саратова был осмотрен мальчик Х., 15 лет, который 22.08.2014 в результате дорожно-транспортного происшествия получил тяжелую сочетанную травму. С места происшествия ребенок был доставлен в районную больницу города Аткарска Саратовской области, где в течение четырех суток в условиях реанимационного отделения получал интенсивное лечение, направленное на нормализацию жизненно важных функций. 26.08.2014 пациент на реанимобиле областной службы санитарной авиации был переведен в реанимационное отделение ОКБ, в котором продолжился курс интенсивной терапии. После комплексного обследования, включавшего компьютерную томографию, больному был выставлен следующий диагноз: «ЗЧМТ с ушибом головного мозга средней степени. Пластинчатая субдуральная гематома правого полушария. Закрытая осложненная травма грудного отдела позвоночника с переломовывихом позвонка Th<sub>7</sub>. Нижняя параплегия. Нарушение функции тазовых органов. Закрытая травма грудной клетки с переломом 3–7-го ребер справа и слева. Двусторонний гемоторакс. Закрытая травма стволов правого плечевого сплетения. Верхний грубый монопарез справа». Двусторонний гемоторакс был устранен посредством активного дренирования обеих плевральных полостей. После стабилизации витальных функций пациент был осмотрен консультантом из института.

На момент осмотра состояние больного средней степени тяжести, стабильное. Ребенок предъявляет жалобы на постоянную боль в грудном отделе позвоночника, слабость в мышцах правой руки, а также отсутствие произвольных движений в нижних конечностях. Болевой синдром резко усиливается при любом изменении положения туловища. Обращает на себя внимание выраженная кифотическая деформация в грудном отделе позвоночника. Пациент находится в вынужденном положении лежа на боку. Длинные мышцы спины резко напряжены. Пальпация в проекции 3–7-го ребер справа и слева болезненна. Дыхание везикулярное, ослаблено симметрично с обеих сторон, преимущественно в нижних отделах грудной клетки. Живот не вздут, при пальпации мягкий во всех отделах. Моча выводится постоянным уретральным катетером, обычного цвета. Дефекация произвольная. Трофических повреждений кожных покровов не выявлено.

Неврологический статус. Ребенок в сознании, контактен. Черепно-мозговые нервы без патологии. Зрачки OD = OS, фотореакция живая, сим-

метричная. Мышечный тонус и объем активных движений в левой руке в пределах нормы. Справа отмечается грубый верхний тотальный монопарез. Мышечная сила снижена до 1 балла, чувствительность утрачена до уровня глубокой гипестезии. Ткани правой руки атоничны, пастозны. Движения в ногах отсутствуют, мышцы гипотрофичны. Сухожильные рефлексy с нижних конечностей — abs. Все виды чувствительности — анестезия. Функции тазовых органов нарушены по центральному типу.

Лучевое обследование (рентгенография, КТ-исследование) выявило наличие у пациента переломовывиха позвонка Th<sub>7</sub> с формированием на этом уровне грубой многоплоскостной деформации грудного отдела позвоночного столба (рис. 1). Угол кифоза составляет 42° [17]. Тела позвонков Th<sub>7</sub> и Th<sub>8</sub> смещены кзади с захождением по оси за позвонок Th<sub>6</sub> на полную высоту тела и 1/4 части соответственно. Седьмой грудной позвонок вплотную прилежит к заднему краю тела позвонка Th<sub>6</sub>, перекрывая тем самым позвоночный канал на 100 %. Отмечается компрессионно-оскольчатый перелом позвонка Th<sub>7</sub>, высота тела снижена на 1/3, вентральный отдел деформирован. Перелом заднего полукольца с отрывом нижних суставных отростков дуги позвонка Th<sub>6</sub> и верхних суставных отростков дуги позвонка Th<sub>7</sub>. Фрагменты суставных отростков располагаются в мягких тканях в проекции позвоночного канала позвонка Th<sub>7</sub>. Множественные переломы ребер с обеих сторон (3–7-е ребро), причем часть из них окончательные. В плевральной полости последствия дренированного гемоторакса с явлениями реактивного спаечного плеврита.

Грубая деформация грудного отдела позвоночника, сопровождающаяся интенсивным болевым

синдромом, значительно затрудняла дальнейшую реабилитацию ребенка. В связи с этим, учитывая относительно удовлетворительное состояние больного, было решено осуществить плановое оперативное вмешательство. Родители ребенка дали согласие на выполнение хирургического вмешательства и обработку персональных данных.

6.09.14 мальчик переведен в нейрохирургическое отделение института. В качестве предоперационной подготовки был проведен ряд дополнительных исследований, в том числе применялись лабораторные, лучевые и электрофизиологические методы.

При электронейромиографическом (ЭНМГ) исследовании бедренного, малоберцового и большеберцового нервов регистрировались низкоамплитудные М-ответы (не более 0,1 мВ), получить поздние антидромные ответы с мотонейронов спинного мозга не удалось. При магнитной стимуляции на уровне поясничного утолщения спинного мозга и транскраниальной стимуляции (ТМС) вызванные мышечные ответы (ВМО) не регистрировались. Данные нейрофизиологического исследования свидетельствовали о грубом поражении спинного мозга с полным нарушением проводимости на уровне травмы. Снижение М-ответов срединного (до 2,1 мВ) и особенно подкрыльцового нервов (0,4 мВ), с наличием спонтанной активности в виде потенциалов фибрилляции в дельтовидной мышце и в мышце, отводящей первый палец кисти, свидетельствовали об аксональном поражении стволов плечевого сплетения.

Для уточнения ряда параметров деформации выполнено повторное КТ-исследование с 3D-реконструкцией (рис. 2).

8.09.14 произведена операция. В положении пациента на животе осуществлен разрез кожи и подкожной клетчатки длиной 23 см по линии остистых отростков от Th<sub>3</sub> до Th<sub>11</sub>. Скелетированы задние костные структуры вышеперечисленных позвонков. Обращает на себя внимание грубая штыкообразная кифотическая деформация грудного отдела позвоночника. В ране визуализируются задние структуры позвонка Th<sub>7</sub> с оторванными верхними суставными и поперечными отростками, а также зияющий позвоночный канал и частично межпозвонковый диск. Твердая мозговая оболочка (ТМО) разможена, в нескольких местах перфорирована костными отломками, «перехлестывается» через край Th<sub>7</sub> и компримируется между фиброзным кольцом диска и дугой вышележащего позвонка. Через разрывы ТМО истекает мозговая детрит. Выполнена резекция остистого отростка и дуги позвонка Th<sub>7</sub>, произведена его экстирпация вместе со смежными дисками, после



Рис. 1. КТ-исследование позвоночника больного X. до операции

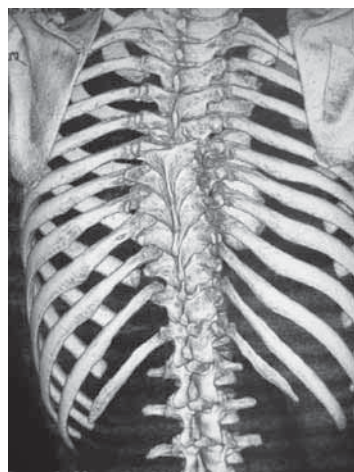


Рис. 2. КТ-исследование позвоночника больного X. до операции (3D-реконструкция)

чего полностью визуализирован позвонок Th<sub>6</sub>. В тела позвонков Th<sub>4</sub>, Th<sub>6</sub>, Th<sub>8</sub> и Th<sub>9</sub> с обеих сторон под контролем электронно-оптического преобразователя установлены транспедикулярные винты. Опорные элементы с двух сторон соединены стержнем, проведена попытка коррекции деформации, результат ее оказался неудовлетворительным. Контрольная рентгеноскопия показала неэффективность редуцирующего маневра, после которого верхняя часть позвоночного столба приняла вертикальное положение таким образом, что тело позвонка Th<sub>6</sub> оказалось дислоцированным по отношению к позвонку Th<sub>8</sub> почти на весь продольный диаметр. В связи с этим принято решение увеличить объем костной резекции. Выполнены костотрансверзэктомия и резекция тела позвонка Th<sub>8</sub>. В тело позвонка Th<sub>10</sub> установлена дополнительная пара винтов. Повторно смонтированы два стержня и после редукиции восстановлена правильная ось позвоночника. В образовавшийся между телами позвонков Th<sub>6</sub> и Th<sub>9</sub> дефект установлен сетчатый эндофиксатор, заполненный аутокостью, который жестко зафиксирован посредством контракции на стержнях конструкции. Узлы системы окончательно закреплены. После контрольной рентгенографии, гемостаза и дренирования рана послойно ушита. Осуществлен поворот пациента на спину и выполнены ревизия и невролиз стволов правого плечевого сплетения.

После операции ребенок в течение двух суток находился в реанимации, где получил курс интенсивной медикаментозной терапии. На третьи сутки переведен в общую палату, в условиях которой продолжилось реабилитационное лечение. Дренаж удален на 4-е сутки. На 10-е сутки выполнено контрольное КТ-исследование грудного отдела позвоночника (рис. 3) и начата постепен-

ная активизация пациента в вертикальном положении. Рана зажила первичным натяжением, швы сняты на 14-е сутки, а через три недели после операции ребенок выписан в удовлетворительном состоянии с рекомендациями продолжить реабилитационное лечение в одном из специализированных центров.

При контрольном осмотре и КТ-исследовании через 2,5 года после операции потери достигнутой коррекции не выявлено (рис. 4). Между телами Th<sub>6</sub>-Th<sub>9</sub> отмечено формирование костно-металлического блока. Неврологический статус без динамики. Ребенок передвигается в кресле-каталке. Болевой синдром в месте оперативного вмешательства не беспокоит.

Контрольное электрофизиологическое обследование пациента показало более выраженное снижение ЭНМГ-данных периферических нервов нижних конечностей. При стимуляции нервов с мышц стопы и голени мышечные ответы не регистрировались. Также отсутствовали ВМО при ТМС. Динамика ЭНМГ-показателей срединного и подкрыльцового нервов была положительной, что подтверждалось увеличением амплитуды М-ответов.

## Обсуждение

Грубые посттравматические деформации грудного отдела позвоночного столба — это результат высокоэнергетической травмы (ДТП, падение с высоты), которая в последнее время в силу ряда причин все чаще встречается у детей. Данный вид повреждений нередко сопровождается анатомическим повреждением спинного мозга, поэтому лечение таких больных требует особенно-го внимания в этическом аспекте, учитывая тот

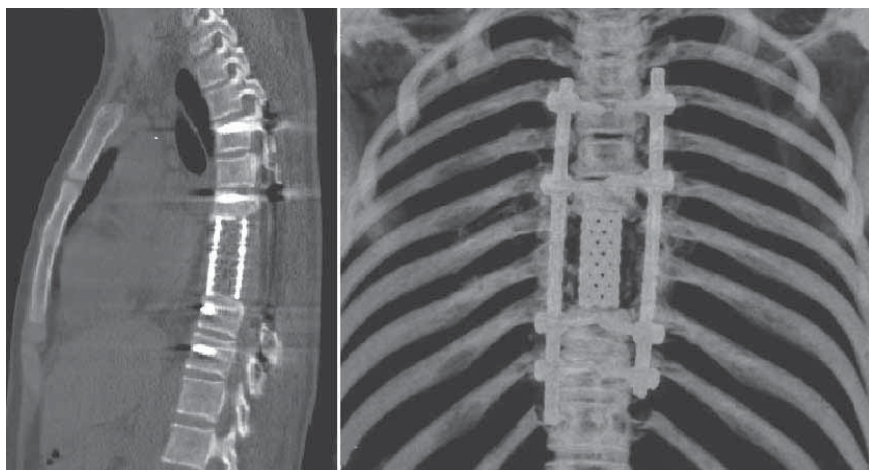


Рис. 3. КТ-исследование грудного отдела позвоночника больного X. после операции

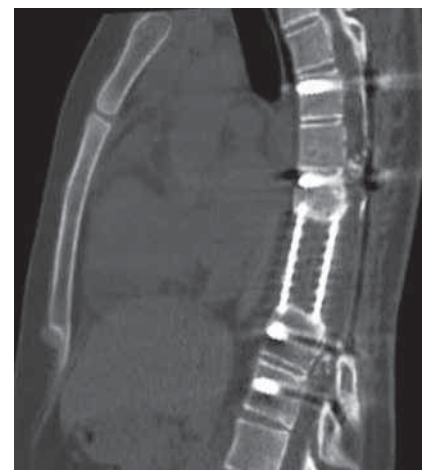


Рис. 4. КТ-исследование грудного отдела позвоночника больного X. спустя 2,5 года после операции

факт, что зачастую единственным показанием для хирургического вмешательства является функциональная несостоятельность позвоночника [18, 19]. Следует также отметить, что тяжелый характер травмы может быть причиной различных патологических состояний, которые не позволяют произвести коррекцию деформации в остром периоде. Таким образом, хирурги нередко сталкиваются с грубыми застарелыми деформациями грудного отдела позвоночника, когда в фиброзный процесс вовлечены все окружающие позвоночный столб структуры, в том числе грудная клетка и кровеносные сосуды. Объем хирургического вмешательства в данной ситуации определяется способом мобилизации и коррекции деформации позвоночника. На наш взгляд, в случаях, подобных приведенному клиническому примеру, когда имеет место грубая застарелая деформация позвоночного столба с выраженным дислокационным компонентом, анатомическим повреждением спинного мозга и сомнительным прогнозом на восстановление его функции, травматичность вмешательства необходимо сократить до минимума. Наряду с этим должны быть решены основные задачи: адекватная коррекция деформации и надежная стабилизация позвоночного столба, а также восстановление ликвородинамики.

По всей видимости, наиболее предпочтительным, учитывая вышеперечисленные условия, является дорзальный доступ. Во-первых, существующие на сегодняшний день методики мобилизирующих вертебротомий позволяют резецировать участок позвоночного столба необходимой протяженности. Во-вторых, дорзальный инструментарий обладает большими репозиционными возможностями по сравнению с вентральным. В-третьих, выполнение переднего доступа, учитывая сопутствующие повреждения грудной клетки, может быть затруднительно. Кроме того, само использование вентральной хирургии у ребенка с тяжелой сочетанной травмой представляется неоправданно травматичным. Следует также отметить, что интраоперационный репозиционный маневр при коррекции грубых застарелых деформаций грудного отдела позвоночника может быть неэффективен, что обусловлено фиброзом паравертебральных структур, в первую очередь грудной клетки. Более того, использование в данном случае чрезмерной тракции влечет за собой риск повреждения кровеносных и лимфатических сосудов. В такой ситуации восстановление нормальной оси позвоночного столба должно осуществляться за счет увеличения объема костной резекции по типу укорачивающих вертебротомий.

## Заключение

Произведенное хирургическое вмешательство позволило восстановить нормальную ось позвоночного столба, осуществить реконструкцию позвоночного канала и надежно стабилизировать грудной отдел позвоночника. Операция, выполненная из одного дорзального доступа, дала возможность уменьшить степень интраоперационной травмы и кровопотери, что в свою очередь позволило сократить продолжительность восстановительного периода и приступить к максимально ранней реабилитации ребенка.

## Информация о финансировании и конфликте интересов

Работа выполнена при поддержке НИИТОН ФГБОУ ВО «СГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России. Конфликт интересов не заявляется.

## Список литературы

1. Баиндурашвили А.Г., Соловьева К.С., Залетина А.В. Травматизм и ортопедическая заболеваемость детей России в 2013 г. Организация специализированной помощи детскому населению // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2014. – Т. 2. – № 4. – С. 3–7. [Baindurashvili AG, Solovyova KS, Zaletina AV. Trauma and orthopedic morbidity of children in Russia in 2013. Organization of specialized care for children. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya khirurgiya detskogo vozrasta*. 2014;2(4):3-7. (In Russ.)]. doi: 10.17816/PTORS243-7.
2. Шульга А.Е., Зарецков В.В., Островский В.В., и др. К вопросу о причинах развития вторичных посттравматических деформаций грудного и поясничного отделов позвоночника // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2015. – Т. 11. – № 4. – С. 570–575. [Shul'ga AE, Zaretskov VV, Ostrovskii VV, et al. Towards the causes of secondary post-traumatic deformations of thoracic and lumbar spine. *Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal*. 2015;11(4):570-575. (In Russ.)]
3. Рамих Э.А. Повреждения грудного и поясничного отделов позвоночника // Хирургия позвоночника. – 2008. – № 1. – С. 86–106. [Ramikh EA. Injuries of the thoracic and lumbar spine. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2008;(1):86-106. (In Russ.)]. doi: 10.14531/ss2008.1.86-106.
4. Sayama C, Chen T, Trost G, Jea A. A review of pediatric lumbar spine trauma. *Neurosurg Focus*. 2014;37(1):E6. doi: 10.3171/2014.5.FOCUS1490.
5. Шульга А.Е., Норкин И.А., Нинель В.Г., и др. Современные аспекты патогенеза травмы спинного мозга и стволов периферических нервов // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2014. – Т. 100. – № 2. – С. 145–160. [Shul'ga AE,

- Norkin IA, Ninel' VG, et al. Modern aspects of pathogenesis of the trauma of the spinal cord and trunks of peripheral nerves. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova*. 2014;100(2):145-160. (In Russ.)
6. Stampas A, Tansey KE. Spinal cord injury medicine and rehabilitation. *Semin Neurol*. 2014;34(5):524-533. doi:10.1055/s-0034-1396006.
  7. Баиндурашвили А.Г., Солохина И.Ю., Кокушин Д.Н., Белянчиков С.М. Анализ влияния различных факторов на динамику неврологических нарушений у детей с позвоночно-спинномозговой травмой // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2015. – Т. 3. – № 4. – С. 12–21. [Baindurashvili AG, Solokhina IY, Kokushin DN, Belyanchikov SM. Analysis of the influence of various factors on the course of neurological disorders in children with spinal cord injury. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya khirurgiya detskogo vozrasta*. 2015;3(4):12-21. (In Russ.)]. doi: 10.17816/PTORS3412-21.
  8. Зарецков В.В., Арсениевич В.Б., Лихачев С.В., и др. Застарелое повреждение переходного груднопоясничного отдела позвоночника // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2016. – Т. 4. – № 2. – С. 61–66. [Zaretskov VV, Arsenievich VB, Likhachev SV, et al. A clinical case study of long-term injury of the thoracic and lumbar spine. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya khirurgiya detskogo vozrasta*. 2016;4(2):61-66. (In Russ.)]. doi: 10.17816/PTORS4261-66.
  9. Voth M, Nau C, Marzi I. Thoracic and lumbar spinal injuries in children and adolescents. *Unfallchirurg*. 2013;116(12):1062-1068. doi: 10.1007/s00113-013-2460-8. (In German)
  10. Виссарионов С.В., Дроздецкий А.П., Кокушин Д.Н., Белянчиков С.М. Оперативное лечение пациентки с переломовывихом в грудном отделе позвоночника // Хирургия позвоночника. – 2011. – № 3. – С. 21–25. [Vissarionov SV, Drozdetsky AP, Kokushin DN, Belyanchikov SM. Surgical treatment of a patient with fracture-dislocation in the thoracic spine. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2011;(3):21-25. (In Russ.)]. doi: 10.14531/ss2011.3.21-25.
  11. Yang C, Zheng Z, Liu H, et al. Posterior vertebral column resection in spinal deformity: a systematic review. *Eur Spine J*. 2016;25(8):2368-75. doi: 10.1007/s00586-015-3767-7.
  12. Виссарионов С.В., Белянчиков С.М., Солохина И.Ю., Кокушин Д.Н. Влияние сроков оперативного лечения детей с позвоночно-спинномозговой травмой на динамику неврологических нарушений // Хирургия позвоночника. – 2015. – Т. 12. – № 4. – С. 17–24. [Vissarionov SV, Belyanchikov SM, Solokhina IYu, Kokushin DN. The influence of timing of surgical treatment of children with spinal cord injury on the dynamics of neurological disorders. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2015;12(4):17-24. (In Russ.)]. doi: 10.14531/ss2015.4.17-24.
  13. Cecchinato R, Berjano P, Damilano M, Lamartina C. Spinal osteotomies to treat post-traumatic thoracolumbar deformity. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014;24 Suppl 1:S31-7. doi: 10.1007/s00590-014-1464-6.
  14. Арсениевич В.Б., Зарецков В.В., Шульга А.Е., Помощников С.Н. Результаты применения полисегментарных вентральных систем при повреждениях переходного груднопоясничного отдела позвоночника // Хирургия позвоночника. – 2007. – № 3. – С. 16–19. [Arsenievich VB, Zaretskov VV, Shul'ga AE, Pomoshchnikov SN. Outcomes of polysegmental ventral system application for thoracolumbar junction injuries. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2007;(3):16-19. (In Russ.)]
  15. Перих В.В., Борзых К.О., Рахматиллаев Ш.Н. Атипичные сегментарные корригирующие вертебротомии при лечении грубых посттравматических кифозов грудного отдела позвоночника // Хирургия позвоночника. – 2014. – № 4. – С. 20–24. [Rerikh VV, Borzykh KO, Rakhmatillaev ShN. Atypical segmental corrective vertebrectomy in the treatment of post-traumatic thoracic kyphosis. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2014;(4):20-24. (In Russ.)]
  16. Рябых С.О., Хомченков М.В., Савин Д.М. Использование техники VCR при лечении последствий тяжелой позвоночно-спинномозговой травмы // Хирургия позвоночника. – 2013. – № 4. – С. 13–16. [Ryabykh SO, Khomchenkov MV, Savin DM. Vertebral column resection technique to treat sequelae of severe spine and spinal cord injury. *Khirurgiya pozvonochnika*. 2013;(4):13-16. (In Russ.)]. doi: 10.14531/ss2013.4.13-16.
  17. Зарецков В.В., Артемьева И.А. Сравнительная характеристика рентгенологических методов измерения грудного кифоза // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 1997. – № 3. – С. 58–59. [Zaretskov VV, Artem'eva IA. Sravnitel'naya kharakteristika rentgenologicheskikh metodov izmereniya grudnogo kifoza. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 1997;(3):58-59. (In Russ.)]
  18. Shul'ga AE, Norkin IA, Ninel' VG, et al. Contemporary views on the pathogenesis of trauma to the spinal cord and peripheral nerve trunks. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2015;45(7):811-819. doi: 10.1007/s11055-015-0148-y.
  19. Doud AN, Schoell SL, Weaver AA, et al. Disability risk in pediatric motor vehicle crash occupants. *J Trauma Acute Care Surg*. 2017;82(5):933-938. doi: 10.1097/TA.0000000000001418.

---

*Сведения об авторах*

---

**Алексей Евгеньевич Шульга** — канд. мед. наук, старший научный сотрудник, НИИТОН ФГБОУ ВО «СГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, отдел инновационных проектов в вертебологии и нейрохирургии. E-mail: doc.shulga@yandex.ru.

**Владимир Владимирович Зарецков** — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, НИИТОН ФГБОУ ВО «СГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, отдел инновационных проектов в вертебологии и нейрохирургии.

**Галина Александровна Коршунова** — канд. мед. наук, старший научный сотрудник, НИИТОН ФГБОУ ВО «СГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, отдел инновационных проектов в вертебологии и нейрохирургии.

**Алексей Александрович Смолькин** — младший научный сотрудник, НИИТОН ФГБОУ ВО «СГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, отдел инновационных проектов в вертебологии и нейрохирургии.

**Дмитрий Юрьевич Сумин** — врач-рентгенолог, НИИТОН ФГБОУ ВО «СГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, отделение лучевой диагностики.

**Alexey E. Shul'ga** — MD, PhD, Senior Research Scientist, Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University of the Ministry of Health, Department of Vertebrological and Neurosurgical Innovations. E-mail: doc.shulga@yandex.ru.

**Vladimir V. Zaretskov** — MD, PhD, professor, Leading Research Scientist, Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University of the Ministry of Health, Department of Vertebrological and Neurosurgical Innovations.

**Galina A. Korshunova** — MD, PhD, Senior Research Scientist, Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University of the Ministry of Health, Department of Vertebrological and Neurosurgical Innovations.

**Alexey A. Smol'kin** — MD, Junior Research Scientist, Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University of the Ministry of Health, Department of Vertebrological and Neurosurgical Innovations.

**Dmitriy Yu. Sumin** — MD, X-ray doctor, Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University of the Ministry of Health, Department of radiation diagnostic.