



# НЕВРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ В ХИРУРГИИ СКОЛИОЗА

**И.Г. Удалова, М.В. Михайловский**

Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна

Проведен обзор научной литературы за последние 35 лет по проблеме неврологических осложнений в хирургии сколиоза. Проанализирована частота встречаемости неврологических осложнений в разные временные периоды. Описаны основные типы неврологических осложнений, факторы риска, обозначены основные проблемы в этом разделе медицины.

**Ключевые слова:** неврологические осложнения, идиопатический сколиоз, врожденный сколиоз, факторы риска неврологических осложнений.

## NEUROLOGICAL COMPLICATIONS IN SCOLIOSIS SURGERY

*I.G. Udalova, M.V. Mikhailovsky*

The paper presents a review of scientific literature on the problem of neurological complications in scoliosis surgery over the last 35 years. The incidence of neurological complications in different time periods is analyzed. Main types of neurological complications and risk factors are described, and key issues in this medical specialty are emphasized.

**Key Words:** neurological complications, idiopathic scoliosis, congenital scoliosis, risk factors of neurological complications.

*Hir. Pozvonoc. 2013;(3):38–43.*

Неврологические осложнения случаются достаточно редко, но практически у каждого оперирующего на позвоночнике хирурга. Невысокая частота их возникновения существенно перекрывается тяжестью последствий. Все случаи успешных операций, даже при наличии угрожающих факторов риска, принимаются за норму, каждое осложнение – трагедия для хирурга и пациента, требующая значительных психологических и материальных затрат.

С 1960 г., когда был впервые применен инструментарий Harrington, неврологические осложнения стали редким явлением, связанным с хирургией сколиоза. Несмотря на редкость, неврологические осложнения более всего вызывают опасения у хирургов и пациентов в связи с трудным восстановлением либо с наступлением инвалидности. В 70-х гг. прошлого столетия Общество по изучению сколиоза (SRS) основало Комитет по заболеваемости и смертности в попытке установить все случаи осложнений и выработать основные рекомендации для их

предотвращения. Первые итоги были подведены MacEwen et al. в 1975 г. [21] по докладам SRS с 1965 по 1971 г. Они обнаружили неврологические осложнения у 87 (0,72 %) из 7885 пациентов, у 41 пациента развилась параплегия. Большую часть этих осложнений выявили у больных с врожденными деформациями, особенно с врожденным кифозом.

С 1983 г. начинается эра CDI – трехмерной коррекции сколиотических деформаций. Michel et al. [24] описали неврологические осложнения за 10-летний период (1980–1990): из 667 пациентов, оперированных по поводу деформации позвоночника, 27 (4,0 %) получили неврологические осложнения, из них 17 (2,5 %) – поражения спинного мозга, включая 11 параплегий.

Perez-Grueso et al. [29] в 1985–1987 гг. прооперировали 72 пациента со сколиозом с использованием CDI и получили 1 (0,7 %) осложнение – синдром Броун-Секара.

De Giorgi et al. [9] констатировали одно неврологическое осложнение

(синдром пирамидной недостаточности) на 60 операций с использованием CDI по поводу идиопатического сколиоза.

Польские авторы в 1994 г. столкнулись с 2 (1,5 %) случаями послеоперационного неврологического дефицита на 300 прооперированных пациентов со сколиозом. В первом случае после операции появилось нарушение функции тазовых органов. После консервативного лечения в течение 4 недель контроль восстановился. Во втором случае развилась постоперационная нижняя параплегия, была проведена срочная реоперация с уменьшением коррекции. Через 18 мес. неврологический дефицит сохранялся в виде синдрома пирамидной недостаточности [20].

Cervellati et al. [5] сообщают о двух преходящих неврологических осложнениях среди 600 пациентов, оперированных инструментарием Harrington, о двух стойких неврологических осложнениях из 50 случаев с использованием системы Hartshill.

Позднее, в 1997 г., Winter [38] суммировал сообщения разных авто-

ров, сделав вывод о снижении уровня неврологических осложнений. Он обнаружил, что постоянный уровень повреждений ЦНС в 1970-х гг., который составлял 0,6 %, снизился до 0,3 % к 1993 г.

Из 3115 пациентов, прооперированных в 17 центрах Германии в 1992–2002 гг. по поводу сколиотической деформации, 0,55 % получили грубые неврологические осложнения – параличи [10].

В исследовании Qiu et al. [31] сообщалось, что уровень неврологических осложнений составил 1,89 % (идиопатический сколиоз – 1,06 %, врожденный сколиоз – 2,89 %;  $P < 0,05$ ) на 1373 пациента, прооперированного в 1998–2005 гг.

Из 1194 пациентов с различной патологией позвоночника, прооперированных с использованием спондилотомии в 1992–2002 гг. в клиниках Германии, 7 получили неврологические осложнения (плегии и парезы) [10]. Из 3115 пациентов, прооперированных по поводу сколиоза, частота неврологических осложнений составила 0,55 % [10].

В 2005 г. Milbrandt [25] показал частоту неврологических осложнений при хирургических коррекциях сколиоза от 0,3 до 1,4 % по разным клиникам и странам. Так, по отчету SRS, в 2003 г. из 4816 прооперированных пациентов неврологические осложнения выявлены у 69 (1,4 %), среди которых 6 (0,1 %) имели полное поражение спинного мозга. При этом у пациентов с идиопатическим сколиозом осложнения получил 31 (1,1 %), из них плегия зарегистрирована у 2 (0,07 %).

Французская группа авторов в 2005 г. сообщила о 3311 случаях хирургического лечения деформаций позвоночника. Уровень неврологических осложнений – 1,8 % [14].

Сое et al. [6] в 2006 г. констатировал 0,68 % неврологических осложнений по данным SRS (из 6334 операций по поводу идиопатического сколиоза получено 43 осложнения ЦНС).

М.В. Фоменко с соавт. [3] провели сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов

с прогрессирующим идиопатическим сколиозом. В 1983–2002 гг. прооперированы 138 пациентов 7–16 лет с прогрессирующим сколиозом III и IV ст. с применением эндокорректоров Роднянского и Harrington без упоминания о неврологических осложнениях. С 2003 г. прооперировано 52 пациента 1–17 лет с применением многоуровневого двухпластинчатого эндокорректора. Получено одно неврологическое осложнение – миелопатия с нарушением функции тазовых органов. Wake-up test был положительный (больной не мог пошевелить пальцами), после 3 ч неэффективной интенсивной терапии эндокорректор был удален, функция восстановлена.

В 2006 г. С.Т. Ветрилэ с соавт. [1], анализируя результаты лечения 87 больных с тяжелыми ригидными формами сколиоза, описывают одно неврологическое осложнение – переходящее (2 недели) нарушение чувствительности в нижних конечностях.

В 2007 г. Benli et al. [4] описали 4 (3,7 %) случая неврологических осложнений у 109 прооперированных пациентов с применением системы TSRH (Texas Scottish Rite Hospital System).

Частота неврологических нарушений составила 0,77 % среди 1292 пациентов с идиопатическим сколиозом, прооперированных в детском госпитале Майами в 1997–2007 гг. (0,8 % грубых осложнений, 0,7 % легких) [28].

Diab et al. [12] в 2007 г. проанализировали результаты хирургического лечения (спондилотомии) 1301 ребенка с идиопатическим сколиозом с использованием различного инструментария, получено 9 неврологических осложнений (3 случая разрыва мозговых оболочек, 2 – повреждения корешков, 4 – миелопатии). В одном случае корешок был поврежден (сдавлен) элементами конструкции, в другом – развилась клиника компрессии L<sub>4</sub> корешка, хотя нижний элемент конструкции располагался в зоне L<sub>1</sub> корешка. Два случая повреждений спинного мозга потребовали реопераций – удаления конструкции в одном и уменьшения коррекции в другом случае.

Shi et al. [35] прооперировали 71 пациента с грубым сколиозом (более 80° по Cobb), получили пять неврологических осложнений (1 – полное восстановление, 1 – неполное). Авторы отмечали, что до операции 8 человек имели неврологическую дисфункцию.

Good et al. [13] в 2008 г. проанализировали данные по 6071 пациенту (3127 взрослых и 2791 ребенок), оперированных на грудном и поясничном отделах позвоночника за 14 лет (с 1993 по 2007 г.). Неврологические осложнения составили 0,28 %. Авторы отмечают более высокий процент осложнений в группе больных с деформациями позвоночника (0,36 %), по сравнению с 0,06 % осложнений у больных без деформаций. Больше неврологических осложнений получено при ревизионных операциях, чем при первичных, – 0,55 и 0,17 % соответственно, а также при наличии кифоза (0,63 против 0,20 % чистых сколиозов). По наблюдению авторов, более высокий уровень неврологических осложнений получили при двойном (переднем и заднем) доступе, чем при заднем, – 0,43 и 0,20 % соответственно. Из 17 полученных осложнений 10 – повреждения спинного мозга, остальные – поражения корешков конского хвоста; 11 осложнений выявлено интраоперационно по данным нейромониторинга и wake-up test (8 миелопатий и 3 поражения корешков), 6 – в ближайшее после операции время. Причины возникновения неврологических осложнений удалось установить благодаря КТ и МРТ в 8 из 10 случаев миелопатий и в 5 из 7 синдромов поражения корешков конского хвоста. При наступлении неврологического дефицита 6 пациентов утратили способность передвигаться, 4 – с потерей контроля функции тазовых органов, 7 – имели неглубокие парезы с нарушением функции тазовых органов. Спустя время у 50 % больных с поражением спинного мозга и у 86 % больных с корешковыми синдромами появились улучшения.

Qiu et al. [30] выявили 17 грубых неврологических послеоперационных осложнений из числа 2348 пациентов после хирургической коррекции сколиоза в одном центре в 2000–2008 гг. Среди осложнений зарегистрировано 3 нижних плегии, 7 парапарезов и 7 монопарезов нижних конечностей. Необходимо отметить, что из 17 пациентов с осложнениями только 1 имел идиопатический сколиоз, 9 – врожденный, 3 – нейромышечный. Авторы отмечают хорошее восстановление большинства пациентов в ближайшие 3 мес.

В последних отчетах SRS [15, 32], основанных на 19 260 операциях по поводу сколиоза у детей и подростков, сообщается о 0,8 % неврологических осложнений.

Хирурги, оперирующие сколиозы нейромышечной этиологии, отмечают более высокий уровень неврологических осложнений – 3,1–7,4 % [22, 23, 33, 36]. Несмотря на то что эти цифры превышают показатели неврологических осложнений при идиопатическом и врожденном сколиозах, осложнения при паралитических формах сколиоза не являются самыми грозными и отходят на второй план. Если быть точными, занимают пятое место после кардиореспираторных и инфекционных осложнений, высокий уровень которых отмечают многие авторы [19, 22, 23, 26, 36, 37].

Изучение приведенных выше статистических данных за 1960–2011 гг., полученных на основе работы клиник разных стран, позволяет с уверенностью сделать вывод о наличии стабильного и практически постоянного в своем количественном выражении процента неврологических осложнений в интересующей нас области хирургии. Среднее значение величины осложнений остается постоянным при наличии некоторой разницы в зависимости от стран, клиник, количества анализируемых случаев.

В качестве одной из вероятных причин описанной выше стабильности показателей осмелимся высказать гипотезу о том, что совершенствование хирургической техники и расширение возможностей хирургического

вмешательства являются субъективными причинами стабильности появления ятрогенных неврологических осложнений.

В качестве иллюстрации позволим себе сделать отступление. По мнению С. Ландсбурга, профессора Рочестерского университета, большая часть экономической науки может быть изложена в четырех словах: «Люди реагируют на стимулы». Остальное – комментарии [2]. После выхода в США серии законов в области безопасности автомобилей (обязательное использование ремней безопасности, мягких панелей и пр.) количество аварий резко увеличилось. Угроза погибнуть в результате аварии является мощным стимулом для аккуратного вождения, но водитель с ремнем безопасности и мягкой приборной панелью предположительно подвержен меньшей угрозе. Так как люди реагируют на стимулы, водители становятся менее осторожными. Результатом является большее число аварий.

Применительно к теме статьи можно провести соответствующие аналогии с предыдущим примером. Так, в 60-е и 70-е гг. XX в. отсутствие нейромониторинга во время операции, новизна хирургической техники и инструментария заставляли хирургов тщательнее отбирать пациентов для хирургии, не рисковать на операциях. Совершенствование инструментов, технической поддержки во время операции, опыта хирургов позволяет работать с более грубо деформированным позвоночником и прилегающими структурами, с менее толерантными к операции больными, добиваться лучшей коррекции. Число осложнений не снижается. Позволим себе высказать предположение, что выбор большего диапазона коррекции и расширение области вмешательства и порождают весь спектр ятрогенных причин неврологических осложнений, по крайней мере, в вероятностном смысле.

Это явление роста рисков, вместе с ростом преимуществ, отмечали еще MacEwen et al. в 1975 г. [21].

Остается невыясненным вопрос: насколько велик положительный эффект от появления «ремней и подушек безопасности»?

В качестве подтверждения нашей гипотезы можно привести несколько нестандартных причин возникновения неврологических осложнений, описанных в литературе.

Например, Corcia et al. [7] описывают случай постоперационного плечевого плексита, клиника которого соответствует нейрогенному синдрому верхнего отверстия грудной клетки. Риск возникновения подобных осложнений зависит от положения больного во время операции (на животе с отведенными руками), взаиморасположения сосудов и других тканей и длительности операционного времени.

В 2004 г. немецкие врачи Kluba, Giehl [17] описали случай послеоперационной параплегии из-за гипокалиемии (снижение до 2,8 ммоль/л). Через несколько часов после внутривенной инфузии растворов калия состояние пациентки полностью нормализовалось.

Darunt et al. [8] описали тетрапарез, возникший на второй день после заднего спондилодеза Th<sub>3</sub>–L<sub>4</sub> по поводу идиопатического сколиоза из-за артериовенозного шунтирования в эпидуральном венозном сплетении.

Schulte et al. [34] обнаружили артериовенозную фистулу между наружной сонной артерией и внутренней яремной веной, которая явилась причиной возникновения транзиторной гемиплегии при попытке ротации стержня конструкции.

Представляется ущербным с точки зрения научного подхода оставить без внимания вопрос о дополнительных факторах риска. Большинство авторов, описывающих постоперационные неврологические осложнения, сталкивается с проблемой анализа факторов риска. На наш взгляд, эта проблема неоднозначна. Во-первых, число неврологических осложнений относительно мало, что важно для статистически достоверного анализа. Во-вторых, различен характер

повреждения ЦНС. В-третьих, различны уровни повреждения ЦНС, а значит, тяжесть и распространенность неврологического дефицита. В-четвертых, степень технической оснащенности клиник и операционных тоже является фактором риска. Так, использование интраоперационного мониторинга, включая соматосенсорные и вызванные двигательные потенциалы, wake-up test, позволяет получить быстрый ответ на реакцию нервных структур. В-пятых, приходится сравнивать разнородные данные (по нозологиям, возрасту и т.д.). В-шестых, вероятно, по причине тяжести неврологических осложнений сообщения об исходах операции могут не содержать информацию об осложнениях либо быть неполными. Возможно, хирурги недостаточно рассуждают на тему неврологических осложнений из-за того, что сосредотачиваются на тех преимуществах, которых можно достичь оперативным путем, а не на тех неврологических опасностях и катастрофах, которых оно позволяет избежать. Тем не менее среди факторов риска большинство исследователей видит величину деформации [10, 13, 14, 24], возраст пациента [28], возраст возникновения деформации [14], врожденный сколиоз [27, 31], грудную и груднопоясничную локализацию деформации [14], наличие кифоза [13, 24, 31], кифоз

более 90° [31], стеноз позвоночного канала [27], ревизии [13, 31], гиперкоррекцию [18, 20], вертебротомию [14, 30], двухэтапную операцию [6, 27, 31].

Недостаточная изученность темы находит свое отражение в отсутствии системного подхода к классификации как самих неврологических осложнений, так и их причин и сопутствующих факторов.

В первом отчете комитета по смертности и заболеваемости MacEwen et al. [21] разделили все неврологические осложнения на две группы: повреждения спинного мозга и поражения черепных и периферических нервов. Повреждения спинного мозга были классифицированы как параплегия (полный паралич), если паралич поражал обе нижние конечности; как парапарез (неполный паралич), если выявлялся неполный неврологический дефицит, либо двигательные, либо чувствительные нарушения в одной или обеих ногах. Вторая группа осложнений: поражения черепных нервов, слабость в руке, нарушения чувствительности на туловище, парез перонеальных нервов, синдром Горнера и нейрогенный мочевого пузыря.

Diab, Kuklo [11] разделяют неврологические осложнения с прямым повреждением нервной системы и без него (повреждение твердой мозговой оболочки). Авторы подчеркивают возможность наступления неврологиче-

ских осложнений в более позднем периоде за счет растяжения спинного мозга и корешков в результате полной коррекции больших деформаций.

Good et al. [13] говорят о больших и малых неврологических осложнениях, понимая под большими неврологическими осложнениями нарушение функции тазовых органов и двигательный дефицит, препятствующий способности передвигаться.

Master et al. [22] под малыми неврологическими осложнениями подразумевают временный, преходящий неврологический дефицит, под большими – постоянные изменения в соответствии с критериями Hod-Feins et al. [16].

Рассмотрение проблемы неврологических осложнений носит чисто описательный характер. Современные воззрения на постоперационные неврологические осложнения представляют собой эклектическое смешение разнообразных точек зрения, что говорит о неразработанности данной темы. Полагаем необходимым и возможным попытаться сформулировать все многообразие причин, последствий, факторов риска и профилактических мероприятий неврологических осложнений в хирургии сколиоза в рамках комплексного исследования, которое позволит выработать универсальный механизм их минимизации.

## Литература

1. **Ветрилэ С.Т., Кулешов А.А., Швец В.В. и др.** Оптимальные методы лечения тяжелых ригидных форм сколиоза // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. 2006. № 1. С. 63–70.
2. **Ландсбург С.** Экономист на диване: Экономическая наука и повседневная жизнь. М., 2012.
3. **Фоменко М.В., Голубев Г.Ш., Лака А.А. и др.** Результаты хирургического лечения детей с прогрессирующим идиопатическим сколиозом // Хирургия позвоночника. 2010. № 2. С. 35–40.
4. **Benli IT, Ates B, Akalin S, et al.** Minimum 10 years follow-up surgical results of adolescent idiopathic scoliosis patients treated with TSRH instrumentation. Eur Spine J. 2007;16:381–391.
5. **Cervellati S, Bettini N, Bianco T, et al.** Neurological complications in segmental spinal instrumentation: analysis of 750 patients. Eur Spine J. 1996;5:161–166.
6. **Coe JD, Arlet V, Donaldson W, et al.** Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium. A report of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. Spine. 2006;31:345–349.
7. **Corcia P, Guennoc AM, Barthez MA, et al.** [Thoracic outlet syndrome: an unusual postoperative complication]. Rev Neurol (Paris). 2006;162:240–242. In French.
8. **Dapunt UA, Mok JM, Sharkey MS, et al.** Delayed presentation of tetraparesis following posterior thoracolumbar spinal fusion and instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. Spine. 2009;34:E936–E941.
9. **De Giorgi G, Martucci G, Ferraro G, et al.** Cotrel – Dubousset instrumentation in the treatment of scoliosis: complications and failures. Proceedings of the 9th GICD Congress, Lyon, France, June 15–16, 1992: 135.
10. **Delank KS, Delank HW, Konig DP, et al.** Iatrogenic paraplegia in spinal surgery. Arch Orthop Trauma Surg. 2005;125:33–41.
11. **Diab M, Kuklo TR.** Neural complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. SRS 40th Annual Meeting, Miami, USA, October 27–30, 2005:33.

12. **Diab M, Smith AR, Kuklo TR, et al.** Neural complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2007;32:2759–2763.

13. **Good CR, Bridwell KH, O'Leary PT, et al.** Major perioperative neurologic deficits in pediatric and adult spine surgery patients: incidence, etiology and outcomes over a fourteen year period at one institution. *SRS 43rd Annual Meeting and Course*. Salt Lake City, USA, September 10–13, 2008:102.

14. **Guigui P, Blamoutier A.** [Complications of surgical treatment of spinal deformities: a prospective multicentric study of 3311 patients]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2005;91:314–327. In French.

15. **Hamilton DK, Smith JS, Sansur CA, et al.** Rates of new neurological deficit associated with spine surgery based on 108,419 procedures: a report of Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine*. 2011;36:1218–1228.

16. **Hod-Feins R, Abu-Kishk I, Eshel G, et al.** Risk factors affecting the immediate postoperative course in pediatric scoliosis surgery. *Spine*. 2007;36:2355–2360.

17. **Kluba T, Giehl JP.** A surprising cause of paresis following scoliosis correction. *Eur Spine J*. 2001;10:495–497.

18. **Krodel A, Rehmet JC, Hamburger C.** Spinal cord compression caused by the rod of a Harrington instrumentation device: a late complication in scoliosis surgery. *Eur Spine J*. 1997;6:208–210.

19. **Lonstein JE, Koop SE, Novacheck T, et al.** Early post-operative complications of spinal fusion for neuromuscular scoliosis-related factors and effect on the duration of hospital stay. *Proceedings of the SRS 42nd Annual Meeting and Course*, Edinburgh, Scotland, September 5–8, 2007:76.

20. **Lukaniec T, Przybylski J.** Neurological complications after C-D. *Proceedings of the 11th GICD Congress*, Arcachon, France, 1994:42.

21. **MacEwen GD, Bunnell WP, Sriram K.** Acute neurological complications in the treatment of scoliosis. A report of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg Am*. 1975;57:404–408.

22. **Master DL, Son-Hing JP, Poe-Kochert C, et al.** Risk factors for major complications after surgery for neuromuscular scoliosis. *Spine*. 2011;36:564–571.

23. **McCarthy JJ, D'Andrea LP, Betz RR, et al.** Scoliosis in the child with cerebral palsy. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006;14:367–375.

24. **Michel F, Rubini J, Grand C, et al.** [Neurologic complications of surgery for spinal deformities]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1992;78:90–100.

25. **Milbrandt T.** Identifying, preventing, and managing neurological complications in scoliosis surgery. *Curr Opin Orthop*. 2005;16:144–147.

26. **Modi HN, Suh SW, Hong JY, et al.** Treatment and complications in flaccid neuromuscular scoliosis

(Duchenne muscular dystrophy and spinal muscular atrophy) with posterior-only pedicle screw instrumentation. *Eur Spine J*. 2010;19:384–393.

27. **Morož P, Emans J, Hedequist D, et al.** Outcomes of major perioperative neurological complications in paediatric spinal deformity surgery. *Proceedings of the SRS 38th Annual Meeting*. Quebec, Canada, September 10–13, 2003:109.

28. **O'Brien MF, Newton PO, Betz RR, et al.** Complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis (AIS): A ten year review of a prospective database with 1292 patients. *SRS 43rd Annual Meeting and Course*, Salt Lake City, USA, September 10–13, 2008:2.

29. **Perez-Grueso FS, Arienza I, Giron LS, et al.** One hundred consecutive cases of CDI. *Proceedings of the 4th GICD Congress*, Miami, FL, May 1987:72–75.

30. **Qiu Y, Shao X, Liu Z, et al.** The natural history of major neurological deficits in surgical correction of spinal deformity: Poster N 315. *Spine: Affiliated Society Meeting Abstracts*. 2011:152.

31. **Qiu Y, Wang S, Wang B, et al.** Incidence and risk factors of neurological deficits in surgical correction for scoliosis: analysis of 1373 cases at one Chinese institution. *Spine*. 2008;33:519–526.

32. **Reames DL, Smith JS, Fu KM, et al.** Complications in the surgical treatment of 19,360 cases of pediatric scoliosis: a review of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality database. *Spine*. 2011;36:1484–1491.

33. **Rocha LE, Pudles E, Lambert HB.** Spinal muscular atrophy type II with scoliosis – Evaluation of surgical results. Report N 035. *SpineWeek/EUROSPINE 2012*. Amsterdam, Netherlands, May 28 – June 1, 2012:16.

34. **Schulte TL, Lerner T, Berendes E, et al.** Transient hemiplegia in posterior instrumentation of scoliosis. *Spine*. 2004;29:E394–E398.

35. **Shi YM, Hou SX, Wang HD, et al.** [Prevention and management of the neurological complications during the treatment of severe scoliosis]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2007;45:517–519. In Chinese.

36. **Sponseller PD, Abel MF, Newton PO, et al.** The feasibility of neuromonitoring for cerebral palsy scoliosis and the outcome of neurological complications. *Proceedings of the SRS 42nd Annual Meeting and Course*, Edinburgh, Scotland, September 5–8, 2007:36.

37. **Tsirikos AI, Lipton G, Chang WN, et al.** Surgical correction of scoliosis in pediatric patients with cerebral palsy using the unit rod instrumentation. *Spine*. 2008;33:1133–1140.

38. **Winter RB.** Neurologic safety in spinal deformity surgery. *Spine*. 1997;22:1527–1533.

## References

- Vetvile ST, Kuleshov AA, Shvets VV, et al. [Optimal methods of treatment for severe rigid scoliosis]. *Vestnik Travmatologii i Ortopedii im. N.N. Priorova*. 2006; (1):63–70. In Russian.
- Landsburg S. [The Armchair Economist: Economics and Everyday Life]. Moscow, 2012. In Russian.
- Fomenko MV, Golubev GSh, Laka AA, et al. [Results of surgical treatment of children with progressing idiopathic scoliosis]. *Hir Pozvonoc*. 2010; (2):35–40. In Russian.
- Benli IT, Ates B, Akalin S, et al. Minimum 10 years follow-up surgical results of adolescent idiopathic scoliosis patients treated with TSRH instrumentation. *Eur Spine J*. 2007;16:381–391.
- Cervellati S, Bettini N, Bianco T, et al. Neurological complications in segmental spinal instrumentation: analysis of 750 patients. *Eur Spine J*. 1996;5:161–166.
- Coe JD, Arlet V, Donaldson W, et al. Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium. A report of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine*. 2006;31:345–349.
- Corcia P, Guennoc AM, Barthez MA, et al. [Thoracic outlet syndrome: an unusual postoperative complication]. *Rev Neurol (Paris)*. 2006;162:240–242. In French.
- Dapunt UA, Mok JM, Sharkey MS, et al. Delayed presentation of tetraparesis following posterior thoracolumbar spinal fusion and instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2009;34:E936–E941.
- De Giorgi G, Martucci G, Ferraro G, et al. Cotrel – Dubousset instrumentation in the treatment of scoliosis: complications and failures. *Proceedings of the 9th GICD Congress*, Lyon, France, June 15–16, 1992: 135.
- Delank KS, Delank HW, Konig DP, et al. Iatrogenic paraplegia in spinal surgery. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2005;125:33–41.
- Diab M, Kuklo TR. Neural complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *SRS 40th Annual Meeting*, Miami, USA, October 27–30, 2005:33.
- Diab M, Smith AR, Kuklo TR, et al. Neural complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2007;32:2759–2763.
- Good CR, Bridwell KH, O'Leary PT, et al. Major perioperative neurologic deficits in pediatric and adult spine surgery patients: incidence, etiology and outcomes over a fourteen year period at one institution. *SRS 43rd Annual Meeting and Course*. Salt Lake City, USA, September 10–13, 2008:102.
- Guigui P, Blamoutier A. [Complications of surgical treatment of spinal deformities: a prospective multi-

- centric study of 3311 patients]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2005;91:314–327. In French.
15. Hamilton DK, Smith JS, Sansur CA, et al. Rates of new neurological deficit associated with spine surgery based on 108,419 procedures: a report of Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine.* 2011;36:1218–1228.
  16. Hod-Feins R, Abu-Kishk I, Eshel G, et al. Risk factors affecting the immediate postoperative course in pediatric scoliosis surgery. *Spine.* 2007;36:2355–2360.
  17. Kluba T, Giehrl JP. A surprising cause of paresis following scoliosis correction. *Eur Spine J.* 2001;10:495–497.
  18. Krodel A, Rehmet JC, Hamburger C. Spinal cord compression caused by the rod of a Harrington instrumentation device: a late complication in scoliosis surgery. *Eur Spine J.* 1997;6:208–210.
  19. Lonstein JE, Koop SE, Novacheck T, et al. Early postoperative complications of spinal fusion for neuromuscular scoliosis-related factors and effect on the duration of hospital stay. Proceedings of the SRS 42rd Annual Meeting and Course, Edinburgh, Scotland, September 5–8, 2007:76.
  20. Lukaniec T, Przybylski J. Neurological complications after C-D. Proceedings of the 11th GICD Congress, Arcachon, France, 1994:42.
  21. MacEwen GD, Bunnell WP, Sriram K. Acute neurological complications in the treatment of scoliosis. A report of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg Am.* 1975;57:404–408.
  22. Master DL, Son-Hing JP, Poe-Kochert C, et al. Risk factors for major complications after surgery for neuromuscular scoliosis. *Spine.* 2011;36:564–571.
  23. McCarthy JJ, D'Andrea LP, Betz RR, et al. Scoliosis in the child with cerebral palsy. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14:367–375.
  24. Michel F, Rubini J, Grand C, et al. [Neurologic complications of surgery for spinal deformities]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1992;78:90–100.
  25. Milbrandt T. Identifying, preventing, and managing neurological complications in scoliosis surgery. *Curr Opin Orthop.* 2005;16:144–147.
  26. Modi HN, Suh SW, Hong JY, et al. Treatment and complications in flaccid neuromuscular scoliosis (Duchenne muscular dystrophy and spinal muscular atrophy) with posterior-only pedicle screw instrumentation. *Eur Spine J.* 2010;19:384–393.
  27. Moroz P, Emans J, Hedequist D, et al. Outcomes of major perioperative neurological complications in paediatric spinal deformity surgery. Proceedings of the SRS 38th Annual Meeting, Quebec, Canada, September 10–13, 2003:109.
  28. O'Brien MF, Newton PO, Betz RR, et al. Complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis (AIS): A ten year review of a prospective database with 1292 patients. SRS 43rd Annual Meeting and Course, Salt Lake City, USA, September 10–13, 2008:2.
  29. Perez-Grueso FS, Arienza I, Giron LS, et al. One hundred consecutive cases of CDI. Proceedings of the 4th GICD Congress, Miami, FL, May 1987:72–75.
  30. Qiu Y, Shao X, Liu Z, et al. The natural history of major neurological deficits in surgical correction of spinal deformity: Poster N 315. *Spine: Affiliated Society Meeting Abstracts.* 2011:152.
  31. Qiu Y, Wang S, Wang B, et al. Incidence and risk factors of neurological deficits in surgical correction for scoliosis: analysis of 1373 cases at one Chinese institution. *Spine.* 2008;33:519–526.
  32. Reames DL, Smith JS, Fu KM, et al. Complications in the surgical treatment of 19,360 cases of pediatric scoliosis: a review of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality database. *Spine.* 2011;36:1484–1491.
  33. Rocha LE, Pudles E, Lambert HB. Spinal muscular atrophy type II with scoliosis – Evaluation of surgical results. Report N 035. *SpineWeek/EUROSPINE 2012: Amsterdam, Netherlands, May 28 – June 1, 2012:16.*
  34. Schulte TL, Lerner T, Berendes E, et al. Transient hemiplegia in posterior instrumentation of scoliosis. *Spine.* 2004;29:E394–E398.
  35. Shi YM, Hou SX, Wang HD, et al. [Prevention and management of the neurological complications during the treatment of severe scoliosis]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi.* 2007;45:517–519. In Chinese.
  36. Sponseller PD, Abel MF, Newton PO, et al. The feasibility of neuromonitoring for cerebral palsy scoliosis and the outcome of neurological complications. Proceedings of the SRS 42rd Annual Meeting and Course, Edinburgh, Scotland, September 5–8, 2007:36.
  37. Tsirikos AI, Lipton G, Chang WN, et al. Surgical correction of scoliosis in pediatric patients with cerebral palsy using the unit rod instrumentation. *Spine.* 2008;33:1133–1140.
  38. Winter RB. Neurologic safety in spinal deformity surgery. *Spine.* 1997;22:1527–1533.

**Адрес для переписки:**

Удалова Инга Геннадьевна  
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,  
НИИТО,  
Udalova@niito.ru

Статья поступила в редакцию 12.02.2013

И.Г. Удалова, канд. мед. наук; М.В. Михайловский, д-р мед. наук, проф., Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна.  
I.G. Udalova, MD, PhD; M.V. Mikbailovsky, MD, DMSc, Prof., Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyan.