



НЕВРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ В ХИРУРГИИ СКОЛИОЗА: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ

М.В. Михайловский, А.В. Бузунов, А.Е. Симонович

*Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии
им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия*

Цель обзора — многоаспектное исследование проблемы неврологических осложнений в хирургии сколиоза, основанное на больших массивах литературных данных (eLibrary, Pubmed). Изучены следующие аспекты проблемы: частота развития неврологических осложнений в хирургии сколиоза, частота развития неврологических осложнений при сколиозах различной этиологии, в различных возрастных группах, частота развития неврологических осложнений при использовании различных хирургических доступов, частота восстановления функций после развития неврологического дефицита, причины развития неврологических осложнений, факторы риска развития неврологической симптоматики, поражения периферических отделов нервной системы, позднее развитие неврологических осложнений (отложенный дефицит), редкие осложнения (казуистика). Неврологические осложнения оперативных вмешательств по поводу деформаций позвоночника различной этиологии развиваются относительно нечасто, но это обстоятельство несколько не упрощает проблему, поскольку эти осложнения подчас катастрофически тяжелы и требуют длительного и сложного лечения, успех которого не гарантирован. Оперативное лечение пациентов с патологией позвоночника (речь в данном случае идет не только о деформациях) должно проводиться в узкоспециализированных центрах, располагающих самым современным оборудованием и укомплектованных специалистами высочайшего уровня подготовки.

Ключевые слова: патология позвоночника; сколиоз; хирургия; неврологические осложнения.

Для цитирования: Михайловский М.В., Бузунов А.В., Симонович А.Е. Неврологические осложнения в хирургии сколиоза: систематический обзор проблемы // Хирургия позвоночника. 2026. Т. 23, № 1. С. 6–15. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2026.1.6-15>

NEUROLOGICAL COMPLICATIONS IN SCOLIOSIS SURGERY: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE PROBLEM

M.V. Mikhailovskiy, A.V. Buzunov, A.E. Simonovich

Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia

The objective of the review is a multi-aspect study of the problem of neurological complications in scoliosis surgery, based on large arrays of literary data (eLibrary, Pubmed). The following aspects of the problem were studied: the incidence of neurological complications in scoliosis surgery, the incidence of neurological complications in scoliosis of various etiologies, the incidence of neurological complications in different age groups, the incidence of neurological complications following various surgical approaches, the frequency of functional recovery after the development of neurological deficit, the causes of neurological complications, risk factors for the development of neurological symptoms, damage to the peripheral nervous system, late development of neurological complications (delayed deficit), and rare complications (casuistry). Neurological complications of surgical interventions for spinal deformities of various etiologies develop relatively infrequently, but this circumstance in no way simplifies the problem, since these complications are sometimes catastrophically severe and require long-term and complex treatment, the success of which is not guaranteed. Surgical treatment of patients with spinal pathology (not just deformities) should be performed in highly specialized centers equipped with the most modern equipment and staffed by highly trained specialists.

Key Words: spinal pathology; scoliosis; surgery; neurological complications.

Please cite this paper as: *Mikhailovskiy MV, Buzunov AV, Simonovich AE. Neurological complications in scoliosis surgery: A systematic review of the problem. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2026;23(1):6–15. In Russian. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2026.1.6-15>*

Создание первого эффективно-го инструментария для коррекции деформаций позвоночника в начале 60-х гг. XX в. (Paul Randall Harrington) привело к взрывному повышению хирургической активности во всем мире [1]. Это, в свою очередь, выявило риски специфических осложне-

ний, в том числе (а возможно, в первую очередь) со стороны содержимого позвоночного канала. Есть основания полагать, что первая публикация, посвященная этой проблеме, принадлежит MacEwen et al. [2]. Эта статья интересна, помимо прочего, тем, что в ней не содержится ни одной

ссылки на другие публикации, а пристрастный список литературы отсутствует. Вряд ли можно представить более убедительное доказательство научного приоритета.

В последующие годы количество статей на эту тему постоянно возрастало, но, как подчеркивали Bridwell

et al. [3], истинная частота неврологических осложнений оставалась неопределенной. Этот показатель варьирует от 0,3 [4] до 2,0 % [5], при том, что во многих публикациях анализируются огромные массивы клинических данных – от тысячи до десятков тысяч пациентов [6, 7]. Это обстоятельство побудило нас к написанию данного литературного обзора, построенного на изучении публикаций, основанных на анализе клинических групп от 500 пациентов и более.

Цель обзора – многоаспектное исследование проблемы неврологических осложнений в хирургии сколиоза, основанное на больших массивах литературных данных (eLibrary, Pubmed). Изученные аспекты проблемы суть следующие:

- частота развития неврологических осложнений в хирургии сколиоза;
- частота развития неврологических осложнений при сколиозах различной этиологии;
- частота развития неврологических осложнений в различных возрастных группах;
- частота развития неврологических осложнений при использовании различных хирургических доступов;
- частота восстановления функций после развития неврологического дефицита;
- причины развития неврологических осложнений;
- факторы риска развития неврологической симптоматики;
- поражения периферических отделов нервной системы;
- позднее развитие неврологических осложнений (отложенный дефицит);
- редкие осложнения (казуистика).

Поскольку часть анализируемых когорт неоднородна по этиологическому признаку (хотя большинство деформаций были заведомо идиопатическими), статистическая обработка полученных данных была невозможна. Кроме того, смеем полагать, что особой необходимостью в такой обработке не было. Хирургия деформаций позвоночника – удел самых опытных хирургов-вертебрологов. Для таких

специалистов важны не столько цифры, сколько огромный коллективный опыт, позволяющий не только лучше ориентироваться в проблеме, но и находить в каждом конкретном случае оптимальный метод лечения либо отказаться от вмешательства.

Мы сочли необходимым не включать в обзор данные, касающиеся неврологических осложнений, развившихся после многоплоскостных вертебротомий, выполняемых по поводу особо сложных деформаций позвоночника. Это совершенно специфический раздел хирургической вертебрологии, о чем, в частности, свидетельствует частота неврологических осложнений, сопутствующих таким операциям. Эти цифры колеблются в пределах от 4–7 до 23–27 %, что несопоставимо с результатами операций по поводу обычных сколиотических деформаций [8–12].

Результаты анализа литературных данных

Изученный нами массив литературных данных сведен в табл., содержание которой, как нам представляется, достаточно информативно, хотя все статьи созданы по различным схемам, потому их авторы делают акцент на тех или иных сторонах обсуждаемой проблемы.

Мы сочли целесообразным остановить внимание на следующих аспектах проблемы неврологических осложнений у пациентов, подвергнутых хирургической коррекции сколиотических деформаций у детей и взрослых, то есть до 18 лет и старше: общая частота развития неврологической симптоматики, различия между пациентами с идиопатическим и врожденным сколиозом, зависимость от типа хирургического доступа, частота восстановления функций в послеоперационном периоде.

Частота развития неврологических осложнений. Всего в 14 статьях содержатся сведения о 18 группах пациентов объемом от 524 до 23 918 человек. Общий массив составляет, таким образом, 121 099 пациентов. Однако применительно к трем из 18 когорт (Reames

et al. [5], Patil et al. [16], Winter et al. [4] – когорта 1985 г.) мы не располагаем данными, позволяющими делать необходимые расчеты, поэтому общая группа должна быть уменьшена на 26 392 человека и составляет в конечном итоге 94 707 пациентов. Частота развития неврологических осложнений (с учетом разрывов твердой мозговой оболочки) – 1022 (1,08 %) случая.

Частота развития неврологических осложнений при сколиозах различной этиологии. Информация содержится всего в двух статьях [5, 6], в этих когортах – 20 733 пациента. По данным Qui et al. [6], при идиопатическом сколиозе осложнения отмечены в 1,06 %, по данным Reames et al. [5], в 0,8 %, при врожденных деформациях – 2,89 % и 2,00 % соответственно.

Частота развития неврологических осложнений в различных возрастных группах оценена по пяти публикациям [3, 13–16]. Общее количество больных в этих когортах составило 17 947. У пациентов в возрасте до 18 лет частота осложнений колеблется от 0,35 до 0,69 %, у взрослых – от 0,90 до 1,78 %.

Частота развития неврологических осложнений при использовании различных хирургических доступов отмечена в двух публикациях [6, 14], содержащих информацию о 7707 больных. По данным Сое et al. [14], осложнение констатировано при использовании вентрального доступа в 0,26 % наблюдений, дорсального – в 0,32 %, комбинированного (вентродорсального) – в 1,75 %. Qui et al. [6] отметили развитие неврологической симптоматики при дорсальном и комбинированном доступах в 1,24 и 3,43 % соответственно.

Здесь считаем уместным привести данные, касающиеся роли перевязки сегментарных сосудов, которой сопровождается операция, осуществляемая из вентрального доступа. Первое упоминание процедуры и возможных последствий перевязки и пересечения сегментарных сосудов в ходе вентрального доступа к телам позвонков грудного и груднопояс-

Таблица

Неврологические осложнения в хирургии сколиозов

Публикация	Оперированные пациенты, <i>n</i>	Этиология деформаций, тип инструментария	Частота неврологических осложнений (по этиологии и по тяжести деформации)	Исходы
MacEwen et al. [2]; данные SRS за 1965–1971 гг.	7885	Идиопатические, врожденные, паралитические	87 (0,72 %), 13 — повреждения краниальных и периферических нервов. Спинальные осложнения: идиопатические сколиозы — 36, врожденные — 21, паралитические — 7, различные — 10	Полное восстановление — 22; частичное восстановление — 28; без динамики — 24
Winter et al. [4] (Scoliosis Research Society)	1975 г. — 3773 1976 г. — 4334 1981 г. — 28 000 (за 6 лет) 1985 г. (British Scoliosis Society) — 1121 1993 г. — 2031	459 — Harrington, 339 — Luque	22 (0,6 %) — Harrington 23 (0,5 %) — Luque 140 (0,5 %) — Luque Luque — 1,7 %, Luque + Harrington — 4,6 % 7 (0,3 %) — все неполные	Врожденные — чаще, 8 — от distraction, 7 — от прямой травмы
Bridwell et al. [3]	1090 (863 — дети)	—	4 (0,36 %): 3 — сосудистый фактор, 1 — сосудистый + механический	2 — полное восстановление, 1 — частичное, 1 — в процессе
GuiGui et al. [13]	3311 (средний возраст — 27 лет)	—	59 (1,78 %): 30 — повреждение спинного мозга, 24 — корешков, 5 — твердой мозговой оболочки	—
Coe et al. [14]	6334	Идиопатический сколиоз подростков	Вентральный доступ (1164) — 3 (0,26 %); дорсальный доступ (4369) — 14 (0,32 %); комбинированный доступ — (801) — 14 (1,75 %)	Дорсальный доступ: полное восстановление — 7, неполное — 2; комбинированный доступ: полное восстановление — 4, неполное — 4, без динамики — 1
Diab et al. [15]	1301	Идиопатический сколиоз подростков	9 (0,69 %): 4 повреждения спинного мозга, 2 — корешков, 3 — твердой мозговой оболочки	Полное восстановление у всех в течение 4 мес.
Patil et al. [16]	5911	Идиопатический сколиоз подростков и взрослых	Дети — 0,35 %, взрослые — 0,9 %	—
Qui et al. [6]	1373: дети — 1074, взрослые — 299	Идиопатический сколиоз подростков — 756, врожденный — 381	26 (1,89 %); тяжелые — 0,51 %, легкие — 1,38 %, идиопатические — 1,06 %, врожденные — 2,89 %; комбинированный доступ — 3,43 %, дорсальный доступ — 1,24 %	—
Reames et al. [5], данные Scoliosis Research Society M&M database	19 360	Различной этиологии	Идиопатический сколиоз — 0,8 %, врожденный сколиоз — 2,0 %, нейромышечный — 1,1 %	—
Fu et al. [7], данные Scoliosis Research Society M&M database 2004–2007	23 918; средний возраст — 13 лет	Различной этиологии	324 (1,4 %)	Полное восстановление — 185 (57 %), частичное — 117 (36 %), без динамики — 16 (5 %)

Окончание таблицы
Неврологические осложнения в хирургии сколиозов

Публикация	Оперированные пациенты, n	Этиология деформаций, тип инструментария	Частота неврологических осложнений (по этиологии и по тяжести деформации)	Исходы
Sansur et al. [17], данные Scoliosis Research Society M&M database	4980	Различной этиологии	Разрывы твердой мозговой оболочки – 142 (2,9 %); неврологический дефицит – 90 (1,8 %): ранний – 49, поздний – 41; эпидуральная гематома – 12 (0,2 %)	Повреждение корешков: 23 – полное восстановление, 33 – частичное, 2 – нет восстановления; повреждение спинного мозга: 6 – полное восстановление, 5 – частичное восстановление; повреждения конского хвоста: 1 – полное восстановление, 3 – частичное восстановление, 1 – без динамики
Lykissas et al. [18], обзор 27 публикаций	1136	Идиопатический сколиоз подростков: Harrington – 577, CDI – 305, ТПФ – 254	2 (0,17 %)	–
Gauthier et al. [19]	524	Ранние сколиозы	9 (1,7 %): 8 – врожденные, 1 – нейромышечный	Через 2 года в семи случаях полное восстановление
Skovrlj et al. [20]	5117	Сколиозы взрослых различной этиологии	35 (0,68 %)	–
Всего	121 099		1022 (1,08 %)*	

* Суммарная частота развития неврологических осложнений рассчитывалась без учета данных, представленных в работах Winter et al., Patil et al., Reames et al., поскольку они не содержали всех необходимых количественных показателей. CDI – инструментарий Cotrel – Doubosset; ТПФ – транспедикулярная фиксация позвоночника.

ничного отделов содержится в статье Winter et al. [21]. Авторы сообщили о 1197 операциях с применением этой техники и констатировали полное отсутствие ее негативных последствий. Они сформулировали жесткое правило: перевязывать сегментарные сосуды на стороне выпуклости сколиотической деформации, на середине тела позвонка и не применять гипотензивную анестезию. Перевязка вблизи межпозвонкового отверстия чревата повреждением мелких коллатералей, идущих в просвет позвоночного канала и участвующих в кровоснабжении его содержимого. В 2005 г. Orchowsky et al. [22] сообщили об опыте перевязки сегментарных сосудов у 265 взрослых пациентов (средний возраст – 40,2 года), оперированных

с применением трансторакального доступа. В среднем было лигировано 5,1 артерии. Констатировано два случая тяжелого неврологического дефицита.

Частота восстановления функций после развития неврологического дефицита. Эта информация содержится в семи работах, посвященных лечению в общей сложности 46 032 пациентов, у которых отмечено 554 осложнения. Отдаленные результаты известны не во всех случаях. Полное восстановление в разные сроки после вмешательства отмечено у 261 (47,1 %) пациента, частичное – у 194 (35,0 %), отсутствие положительной динамики – у 44 (7,9 %). Относительно еще 36 пациентов данных не представлено.

Bridwell et al. [3] в 1998 г. подчеркивали, что истинная частота неврологических осложнений неопределенна, но причины их развития многообразны:

- механическая компрессия спинного мозга крюками, проволокой, эпидуральной гематомой;
- выпячивание в канал желтой связки, задней продольной связки или тканей диска после коррекции деформации позвоночника;
- растяжение спинного мозга дистрагирующим инструментом;
- чисто сосудистые нарушения без механического компонента с результирующим нарушением кровоснабжения спинного мозга;
- комбинация различных механизмов.

В XXI в. в связи с повсеместным применением педикулярной фиксации первый пункт этого списка дополнен сдавлением дурального мешка неоптимально имплантированным шурупом.

Факторы риска развития неврологической симптоматики

MacEwen et al. [2], представившие опыт оперативного лечения 7885 пациентов со сколиозом, отнесли к факторам повышенного риска развития неврологической симптоматики следующие:

- наличие кифотического компонента деформации;
- врожденные сколиозы;
- грубые деформации;
- наличие исходного неврологического дефицита;
- неврологическая симптоматика после скелетной тракции;
- манипуляции повышенного риска;
- скелетная тракция;
- вертебротомия;
- дистракция без предварительной тракции при врожденном сколиозе;
- тракция для достижения дополнительной коррекции.

Разумеется, необходимо рассматривать эти рекомендации с позиций сегодняшнего дня, так как в 70-е гг. прошлого века единственным методом коррекции деформаций позвоночника была дистракция по Harrington.

Bridwell et al. [3] констатировали развитие неврологической симптоматики у четырех больных из 1090 оперированных и в качестве факторов риска расценивали в первую очередь двухэтапное вмешательство на передних и задних отделах позвоночника, выполненное в одну сессию, ревизионные операции и кифотический компонент деформации.

Yong Qui et al. [6], располагавшие опытом оперативного лечения 1373 пациентов, наиболее рискованными с точки зрения неврологических осложнений считали вмешательство при врожденных деформациях, при наличии кифоза более 40°, переднезадние вмешательства и операции по поводу сколиозов более 90°.

Skovrlj et al. [20] исследовали влияние опыта оперирующих хирургов на частоту развития осложнений. Всего было оперировано 5117 взрослых со сколиозом (все хирурги – члены SRS, средний возраст – 52 года), из которых 3836 (75 %) оперированы active fellows и 1281 (25 %) – candidate fellows. Всего отмечено 35 (0,68 %) неврологических осложнений, из которых 21 (0,55 %) – после операций, выполненных более опытными active fellows, и 14 (1,1 %) – после операций candidate fellows. По данным авторов статьи, разница достоверна.

Периферические отделы нервной системы. Неврологические осложнения в хирургии деформаций позвоночника не ограничиваются только нарушением функций спинного мозга и его дериватов. Опыт показывает, что возможны разнообразные и порой весьма тяжелые поражения иных отделов центральной нервной системы.

Myers et al. [23] в 1997 г. описали 37 случаев потери зрения как осложнения вертебральной хирургии. Средний возраст оперированных больных – 46,5 года. Средняя продолжительность операции – 410 мин, средняя кровопотеря – 3500 мл, отмечалась интраоперационная гипотензия. По мнению авторов, возможная причина – ишемия зрительного нерва, окклюзия ретикулярной артерии или церебральная ишемия. Они констатировали 11 случаев двусторонних поражений, 15 случаев – полной слепоты в течение минимум одного года. В целом прогноз плохой.

Mooney et al. [24] в 2002 г. с полным основанием характеризовали это осложнение как редкое, но катастрофическое. Диагноз нередко ставится на 2–3-й день после операции, при полной потере зрения прогноз пессимистический. Авторы рассматривают два этиологических фактора: окклюзия центральной артерии сетчатки (вероятно, результат экстраокулярного давления и гипотензии) и ишемическая нейропатия зрительного нерва. Обычно осложнение развивается в положении лежа на животе,

отсюда – упоминание об экстраокулярном давлении на надбровные дуги. Окулист может выявить макулярное вишнево-красное пятно, патогномичное для первого механизма. Факторами риска у больных с ишемией зрительного нерва могут быть гигантоклеточный артериит, гипотензия и более старший возраст.

Собственный опыт авторов настоящего обзора косвенно подтверждает негативное влияние экстраокулярного давления на надбровные дуги пациента. Мы отметили два случая развития данного осложнения примерно на 2000 операций (у обоих больных зрение восстановилось), но после начала использования специальной лицевой маски, исключающей это нежелательное воздействие, мы более не сталкивались с описываемым осложнением в ходе более 3000 вмешательств, выполненных в положении пациента на животе.

Cooper et al. [25], вероятно, первыми обратили внимание на патологию *plexus brachialis*, развивающуюся в ходе вертебрального вмешательства. Осложнение редкое, частота плексопатии составила 0,02 % на 15 000 операций. Патогенез – ишемия внутриствольных капилляров вследствие натяжения и сдавления сплетения. При общей анестезии с релаксацией мышечный тонус падает, отсюда – риск мальпозиции конечности и натяжения сплетения. Предсуществующие артериосклероз, диабет и коагулопатия могут спровоцировать формирование гематомы. Врожденные аномалии (шейные ребра, аномалии сплетения) и контрактуры плечевого сустава могут также способствовать плекситу. Положение лежа на животе с отведенным плечом и сгибанием в локтевом суставе также повышает риск развития осложнения.

Prielipp et al. [26] для профилактики этого осложнения рекомендовали супинацию предплечья, которая минимизирует давление на локтевой нерв, и отведение на 30–90°.

Schwartz et al. [27] сообщили о возможностях метода соматосенсорных вызванных потенциалов в аспекте

мониторинга периферической нервной системы для идентификации и предотвращения последствий длительного положения лежа на животе на спинальной раме типа Relton-Hall. Авторы оперировали 500 больных сколиозом с интермиттирующим мониторингом локтевого нерва для ранней диагностики подмышечного плексита. Снижение амплитуды потенциалов с нерва отмечено у 18 (3,6 %) больных. Смена положения руки немедленно нормализовала амплитуду потенциалов, все пациенты проснулись без признаков плексита.

Mirovsky и Neuwirth [28] в 2000 г. отметили, что при укладке пациента на раму Relton-Hall во время операции возможно сдавление *n. cutaneous femoris lateralis*, причем это сдавление может быть двусторонним. По данным авторов, в 89 % случаев полное восстановление функции нерва возможно в течение трех недель.

Mooney et al. [24] подчеркнули, что давление на верхнюю треть бедра с повреждением *n. cutaneous femoris lateralis* (парестетическая мералгия) – результат использования рамы Relton-Hall без дополнительной прокладки.

Эти же авторы отметили, что при положении на боку в зоне риска может оказаться *n. peroneus*. Они рекомендуют сгибание в тазобедренном и коленном суставах и подушки под нижнюю треть бедра и голень. Верхние 5 см малоберцовой кости должны быть вне сдавления.

Позднее развитие неврологических осложнений (отложенный дефицит)

Letts и Hollenberg [29] описали, вероятно, первый случай отложенного развития парапареза. Оперирован ребенок 13 лет со сколиозом 100°, ранее (в возрасте 6 лет) подвергнутый операции без желаемого эффекта, проводилось удаление клиновидного позвонка. Второе вмешательство – двухэтапное вентродорсальное, причем второй этап – через 3 недели. Через год отмечено смещение верхнего крюка, дистрактор удален, повторная коррекция, после пробуждения – все в порядке.

На третий день отмечен односторонний парез. Дистрактор удален, достигнуто почти полное восстановление.

Johnston et al. [30] в 1986 г. опубликовали два случая параплегии, развившейся через 30 ч и 6 дней после второго этапа операции с применением инструментария Luque. Вероятная причина осложнения – отек после обструкции субарахноидального пространства.

Diaz и Lockhart [31] в 1987 г. сообщили о послеоперационном развитии тетраплегии вследствие сирингомиелии шейного отдела позвоночника, не диагностированной до операции. Проведенный в ходе вмешательства тест с пробуждением также не позволил заподозрить развитие катастрофы. Диагноз был поставлен на основании послеоперационной миелографии и шейной ламинэктомии.

Первый случай формирования эпидуральной гематомы с прогрессирующим парапарезом, развившимся через 30 ч после операции, описан Mineiro и Weinstein в 1997 г. [32]: 12-летний мальчик со сколиозом 72° оперирован с применением инструментария Cotrel – Doubosset (CDI). Операция прошла нормально, через 30 ч – осложнение и повторное вмешательство. Инструментарий удален, через 2 мес. практически полное восстановление. Chang et al. [33], описавшие подобное наблюдение, подчеркнули, что повторное вмешательство должно быть неотложным.

Darunt et al. [34] опубликовали случай тетрапареза, который развился на второй день после операции дорсального спондилодеза Th₃–L₄, выполненной по поводу идиопатического сколиоза. На МРТ – признаки ишемии спинного мозга на уровне C₄–C₇ позвонков. По данным ангиографии – гиперваскуляризация тела Th₄ позвонка, приведшая к формированию артериовенозного шунта в эпидуральное венозное сплетение. Эндокорректор удален, констатирован полный регресс неврологической симптоматики. Авторы подчеркнули, что, по их мнению, предоперационное МРТ-исследование помогло бы

в постановке своевременного диагноза аномалии.

В 1999 г. Rittmeister et al. [35] описали как большую редкость развитие синдрома конского хвоста через 10 лет после операции по поводу сколиоза вследствие давления ламинарного крюка на уровне Th₁₂ позвонка. В 2017 г. Ferrando et al. [36] представили три случая позднего (более 12 мес.) развития неврологической симптоматики после операций по поводу сколиоза: один – синдром конского хвоста, два – заднего сдавления спинного мозга вследствие прямого давления супраламинарного крюка на вогнутой стороне деформации. После удаления имплантатов во всех случаях произошло улучшение.

Suggala et al. [37] в 2025 г. описали случай развития неврологического дефицита через 6 лет после оперативной коррекции идиопатического сколиоза с использованием педикулярных шурупов. Один из шурупов сместился медиально, что и вызвало появление патологических симптомов.

Одна из немногих работ, в которой данные о поздних осложнениях хирургии деформаций позвоночника анализируются не по отдельным наблюдениям, принадлежит перу Auerbach et al. [38]. Авторы опросили 352 спинальных хирурга (членов SRS). Частота позднего послеоперационного неврологического дефицита – 1 (0,01 %) на 9910 вмешательств. Из 352 хирургов 81 (23 %) имели минимум один случай такого осложнения за последние 10 лет (всего 92 случая). Распределение по диагнозам: сколиоз – 69 %, кифозы – 23 %, листезы – 14 %. В 20 % случаев речь шла о ревизионных операциях. В первые 12 ч неврологическая симптоматика зафиксирована в 36 % случаев, через 13–24 ч – в 27 %, через 25–48 ч – в 27 %, больше 48 ч – в 10 %. Основные причины: ишемия спинного мозга – 38 %, сдавление спинного мозга – 15 %. Полное восстановление констатировано в 41 % случаев, частичное – в 26 %, без динамики – в 33 %. Восстановление в течение недели – 21 %, 1 мес. – 38 %, остальные – в течение 6 мес.

После сдавления спинного мозга восстановление функций отмечено в 86 % случаев, после ишемии – в 51 %.

Qiao et al. [39] сообщили об анализе 5377 операций под тем же углом зрения. Они констатировали 7 (0,13 %) случаев развития поздней неврологической симптоматики, в том числе у взрослых – 0,17 %, у детей – 0,10 %. После вертебротомии поздняя симптоматика констатирована в 0,35 % случаев, без вертебротомии – в 0,05 %. Соматосенсорные нарушения выявлены у одного больного, моторные – у всех семи. Ревизия выполнена в трех случаях, восстановление отмечено у шести пациентов.

Редкие наблюдения (казуистика)

Основные причины развития неврологических осложнений в хирургии сколиоза описаны выше. Однако детальный анализ литературных источников позволяет выявить целый ряд казуистически редких механизмов, знание которых может помочь хирургу при решении трудных клинических проблем, когда причина развития тяжелого осложнения представляется по меньшей мере неочевидной. Эти механизмы весьма разнообразны и подчас неожиданны.

В 1981 г. Eismont и Simeone [40] сообщили о пациенте 17 лет, оперированном по Harrington. Анатомия выглядела нормальной, спондилодез осуществлен с использованием ауто-трансплантата из гребня подвздошной кости. Через 2 года констатировано развитие прогрессирующего спастического нижнего парапареза. Повторная операция – еще через 2 года. На предоперационных спондилограммах – костный блок на протяжении всей зоны спондилодеза, эндокорректор не смещен. На уровне Th₉–Th₁₁ позвонков – костная масса в дорсальной части позвоночного канала. Находка подтверждена миелографически. На операции – увеличение полудужек и корней дужек Th₉ и Th₁₀ позвонков. Костные массы удалены, восстановление началось быстро и было почти полным.

Court-Brown и McMaster [41] описали женщину 59 лет с поясничным сколиозом (84°) и выраженным болевым синдромом, но без неврологической симптоматики, оперированную по Harrington. Операция прошла типично и без осложнений. Через 3 года острая поясничная боль, появилась слабость в ногах, пациентка не могла ходить. На рентгенограмме стержень дистрактора сломан, признаки ложного сустава костного блока на уровне Th₁₂–L₁ диска. На операции – ложный сустав блока поперечно на этом уровне. Твердая мозговая оболочка сдавлена костной и фиброзной тканями. Восстановление в течение 3 мес.

Похожее наблюдение опубликовали Roy et al. в 1984 г. [42]. Через 15 (!) лет после корригирующей операции по Harrington развилась параплегия с уровня Th₆, эффекта от повторной операции достигнуто не было.

В 1997 г. Krodell et al. [43] сообщили о пациенте, у которого через 6 лет после коррекции по Harrington развилась клиника стеноза позвоночного канала и миелопатии за счет давления стержня на дуральный мешок. Полное восстановление.

Takahashi et al. [44] описали два наблюдения больных 54 и 58 лет, оперированных по поводу дегенеративного сколиоза: через 11 мес. и 4 года соответственно появились симптомы радикулярной боли. На операции найдена подвижность между элементами инструментария, а также серые грануляции, сдавливающие дуральный мешок, что было расценено как интраспинальный металлоз. После удаления патологических тканей констатирован регресс болевого синдрома.

Beguiristain et al. [45] представили результаты наблюдения и лечения 28-летней женщины, у которой через 14 лет после операции по поводу сколиоза в течение 2 мес. развился прогрессирующий парапарез. Обследование, включающее биопсию, позволило выявить патологические ткани с изменениями, характерными для металлоза, которые пенетрировали в позвоночный канал с компрессией спинного

мозга на уровне Th₅–Th₆ позвонков. Эндокорректор и измененные ткани удалены, через 6 мес. отмечен полный регресс неврологической симптоматики. Авторы статьи убеждены, что коррозия имплантатов встречается чаще, чем многие полагают.

Редчайший случай описан Vialle et al. [46]. Девочка 16 лет оперирована по поводу сколиоза. Через 10 лет – острая боль и параплегия. На операции – массы, инфильтрирующие позвоночный канал, гистологически – лейомиосаркома. Пациентка погибла. Экстраспинальная опухоль быстро проросла в дуральный мешок, что исказило клиническую картину и отодвинуло постановку диагноза и лечение во времени.

Gardner [47] описал случай формирования внутриканальной кисты через 22 года после коррекции сколиотической деформации по Harrington. Процесс сопровождался прогрессирующим онемением и слабостью в нижних конечностях. После удаления кисты отмечено полное восстановление. Ложный сустав костного блока клинических проявлений не вызывал. Gardner считает, что это первый случай, когда МРТ показала сдавление кистой спинного мозга после операции по поводу сколиоза.

Полагаем, что читателя не должен вводить в заблуждение тот факт, что в большинстве описанных случаев в качестве эндокорректора фигурировал дистрактор Harrington. Любое из упомянутых осложнений может развиваться и при использовании современных корригирующих систем.

Обсуждение

Развитие вертебральной хирургии с неизбежностью привело к появлению особого раздела, который теперь некоторые коллеги называют «сколиологией». Коррекция деформаций позвоночника различной этиологии сопровождается развитием осложнений, связанных с нарушением функции элементов нервной системы – как центральной, так и периферической. Эти особые состояния,

нередко будучи несвоевременно распознанными и лечеными, приводят подчас к тяжелейшим последствиям.

Проблеме неврологических осложнений в хирургии деформаций позвоночника посвящено много исследований, но обзоров, охватывающих все или большинство ее аспектов, мы не обнаружили. В то же время больных, оперированных по поводу тяжелых сколиотических деформаций, поистине огромное количество. Например, за первые 25 лет применения CDI (1983–2008 гг.) в мире было прооперировано с помощью этого эндокорректора 400 000 человек. Можно полагать, что на сегодняшний день в мире выполнено до 1,5–2 млн подобных вмешательств. Нет ничего удивительного в том, что существуют публикации, посвященные результатам хирургического лечения тысяч и даже десятков тысяч пациентов любых возрастных групп. И хотя эти когорты часто весьма неоднородны по составу, их анализ позволяет получить полноценную и убедительную информацию по вопросам, связанным с неврологическими осложнениями после операций по поводу деформаций позвоночника.

Частота этих осложнений, как выяснилось, составляет чуть более 1 %. Много это или мало? В принципе, осложнение, которое имеет шанс развиваться только у одного из 100 оперированных, вряд ли можно считать частым. Однако неврологические осложнения – особый случай, так как каждое из них чревато тяжелой инвалидизацией пациента с малыми шансами на восстановление, причем подавляющее большинство этих пациентов – дети и подростки, а операция почти всегда выполняется не по жизненным показаниям.

Всего две публикации [5, 6] позволяют сравнить наиболее много-

численные этиологические формы сколиозов (идиопатические и врожденные) по частоте развития неврологических осложнений; они более чем в два раза чаще сопровождают операции по поводу врожденных деформаций позвоночника. Это обстоятельство вполне объяснимо: врожденные деформации более ригидны, чаще имеют значительный кифотический компонент и сопровождаются внутриканальными аномалиями развития.

У взрослых осложнения встречаются чаще, чем у пациентов моложе 18 лет, причем разница более чем двукратная. Это полностью укладывается в наши представления о том, что все типы осложнений у взрослых отмечаются чаще и лечатся тяжелее.

Включение в комплекс оперативного лечения вентрального этапа, сопровождаемого перевязкой сегментарных сосудов, может повысить риск неврологических осложнений в 2–3 раза. Это, вероятно, связано с выполнением лигирования слишком близко к межпозвонковому отверстию, что чревато нарушением кровоснабжения содержимого позвоночного канала.

Восстановление утраченных функций вне зависимости от других факторов отмечается далеко не всегда, что подчеркивает значимость проблемы.

Неврологические осложнения включают в себя поражения периферической нервной системы, которые, нередко будучи тяжелыми, должны учитываться, а профилактику их развития необходимо обеспечивать в полной мере.

Механизмы развития неврологической симптоматики различны, но в конечном итоге все сводится к нарушению кровоснабжения нервной ткани, которая наиболее чувствительна к таким изменениям. Факторы риска развития неврологических

осложнений в хирургии деформаций позвоночника многочисленны и разнообразны. Недочет любого из них может привести к самым тяжелым последствиям, поэтому формулировка показаний к операции должна быть индивидуальной, учитывать максимально большое количество обстоятельств, а в определенных случаях хирург должен найти в себе силы отказаться от вмешательства.

Еще один серьезный аспект проблемы – поздние осложнения. Они развиваются в самые разные сроки после операции (от часов до лет) и ставят перед хирургом весьма непростые задачи – как диагностические, так и тактические. Очень близко сюда примыкает проблема казуистически редких по своему происхождению осложнений. Коллективный опыт показывает, что их разнообразие велико, обследование пациента должно быть максимально полным, а «коварство» природы безгранично.

Заключение

Неврологические осложнения оперативных вмешательств по поводу деформаций позвоночника различной этиологии развиваются относительно нечасто, но это обстоятельство нисколько не упрощает проблему, поскольку эти осложнения подчас катастрофически тяжелы и требуют длительного и сложного лечения, успех которого отнюдь не гарантирован. Оперативное лечение пациентов с патологией позвоночника (речь в данном случае идет не только о деформациях) должно проводиться в узкоспециализированных центрах, располагающих самым современным оборудованием и укомплектованных специалистами высочайшего уровня подготовки.

Литература/References

- Harrington PR. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by the spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am.* 1962;44-A:591–610.
- 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.
- Bridwell KH, Lenke LG, Baldus K, Blanke K. Major intraoperative neurologic deficits in pediatric and adult spinal deformity patients. Incidence and etiology at one institution. *Spine (Phila Pa 1976).* 1998;23:324–331. DOI: 10.1097/00007632-199802010-00008
- Winter RB. Neurologic safety in spinal deformity surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 1997;22:1527–1533. DOI: 10.1097/00007632-199707010-00022
- Reames DL, Smith JS, Fu KM, Polly DW Jr, Ames CP, Berven SH, Perra JH, Glassman SD, McCarthy RE, Knapp RD Jr, Heary R, Shaffrey CI. Complications in the surgical treatment of 19,360 cases of pediatric scoliosis: a review of the SRS Morbidity and Mortality Database. *Spine (Phila Pa 1976).* 2011;36:1484–1491. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181f3a326
- Qui Y, Wang S, Wang B, Yu Y, Zhu F, Zhu Z. Incidence and risk factors of neurological deficit of surgical correction for scoliosis: analysis of 1373 cases at one Chinese institution. *Spine (Phila Pa 1976).* 2008;33:519–526. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181657d93
- Fu KM, Smith JS, Polly DW, Ames CP, Berven SH, Perra JH, Glassman SD, McCarthy RE, Knapp DR, Shaffrey CI. Morbidity and mortality associated with spinal surgery in children: a review of the Scoliosis Research Society morbidity and mortality database. *J Neurosurg Pediatr.* 2011;7:37–41. DOI: 10.3171/2010.10.PEDS10212
- Smith JS, Sansur CA, Donaldson WF 3rd, Perra JH, Mudiyan R, Choma TJ, Zeller RD, Knapp DR Jr, Noordeen HH, Berven SH, Goytan MJ, Boachie-Adjei O, Shaffrey CI. Short-term morbidity and mortality associated with correction of thoracolumbar fixed sagittal plane deformity. A report from the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine (Phila Pa 1976).* 2011;36:958–964. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181eabb26
- Charosky S, Guigui P, Blamoutier A, Roussouly P, Chopin D. Complications and risk factors of primary adult scoliosis surgery: a multicenter study of 306 patients. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012;37:693–700. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31822ff5c1
- Lenke LG, Newton PO, Sucato DJ, Shuffelbarger HL, Emans JB, Sponseller PD, Shah SA, Sides BA, Blanke K. Complications after 147 consecutive vertebral column resections for severe pediatric spinal deformity: a multicenter analysis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013;38:119–132. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318269fab1
- Kim HJ, Iyer S, Zebala LP, Kelly MP, Sciubba D, Protopsaltis TS, Gupta M, Neuman BJ, Mundis GM, Ames CP, Smith JS, Hart R, Burton D, Klineberg EO. Perioperative neurologic complications in adult spinal deformity surgery: incidence and risk factors in 564 patients. *Spine (Phila Pa 1976).* 2017;42:420–427. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001774
- Fehling MG, Kato S, Lenke LG, Nakashima H, Nagoshi N, Shaffrey CI, Cheung KMC, Carreon L, Dekutoski MB, Schwab FJ, Boachie-Adjei O, Kebaish KM, Ames CP, Qiu Y, Matsuyama Y, Dahl BT, Mehdian H, Pellis-Urquiza F, Lewis SJ, Berven SH. Incidence and risk factors of postoperative neurologic decline after complex adult spinal deformity surgery: results of the Scoliosis Research Society study. *Spine J.* 2018;18:1733–1740. DOI: 10.1016/j.spinee.2018.02.001
- Guigui P, Blamoutier A. Les complications du traitement chirurgical des déviations rachidiennes: Etude prospective multicentrique d'une cohorte de 3311 patients. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2005;91:314–327. DOI: 10.1016/s0035-1040(05)84329-6
- Coe JD, Arlet V, Donaldson W, Berven S, Hanson DS, Mudiyan R, Perra JH, Shaffrey CI. Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium. A report of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006;31:345–349. DOI: 10.1097/01.brs.0000197188.76369.13
- Diab M, Smith A, Kuklo TR. Neural complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007;32:2759–2763. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31815a5970
- Patil CG, Santarelli J, Lad SP, Ho C, Tian W, Boakye M. Inpatients complications, mortality and discharge disposition after surgical correction of idiopathic scoliosis: a national perspective. *Spine J.* 2008;8:904–910. DOI: 10.1016/j.spinee.2008.02.002
- Sansur CA, Smith JS, Coe JD, Glassman SD, Berven SH, Polly DW Jr, Perra JH, Boachie-Adjei O, Shaffrey CI. Scoliosis Research Society morbidity and mortality of adult scoliosis surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2011;36:E593–E597. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182059bfd
- Lykissas MG, Jain VV, Nathan ST, Pawar V, Eismann EA, Sturm PF, Crawford AH. Mid-to long-term outcomes in adolescent idiopathic scoliosis after instrumented posterior spinal fusion: a meta-analysis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013;38:E113–E119. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31827ae3d0
- Gauthier LE, Mandourah Y, Sorocanu A, McIntosh AL, Flynn JM, El-Hawary R. Perioperative neurologic injury associated with rib-based distraction surgery. *Spine Deform.* 2014;2:481–488. DOI: 10.1016/j.jspd.2014.08.003
- Skovrlj B, Cho SK, Caridi JM, Bridwell KH, Lenke LG, Kim YJ. Association between surgeon experience and complication rates in adult scoliosis surgery: a review of 5117 cases from the Scoliosis Research Society database 2004–2007. *Spine (Phila Pa 1976).* 2015;40:1200–1205. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000993
- Winter RB, Lonstein JE, Denis F, Leonard AS, Garamella JJ. Paraplegia resulting from vessel ligation. *Spine (Phila Pa 1976).* 1996;21:1232–1234. DOI: 10.1097/00007632-199605150-00017
- Orchowsky J, Bridwell K, Lenke L. Neurological deficit from a purely vascular etiology after unilateral vessel ligation during anterior thoracolumbar fusion of the spine. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30:406–410. DOI: 10.1097/01.brs.0000153391.55608.72
- Myers MA, Hamilton SR, Bogosian AJ, Smith CH, Wagner TA. Visual loss as a complication of spine surgery. A review of 37 cases. *Spine (Phila Pa 1976).* 1997;22:1325–1329. DOI: 10.1097/00007632-199706150-00009
- Mooney JF 3rd, Bernstein R, Hennrikus WL Jr, MacEwen GD. Neurologic risk management in scoliosis surgery. *J Pediatr Orthop.* 2002;22:683–689.
- Cooper DE, Jenkins RS, Bready L, Rockwood CA Jr. The prevention of injuries of the brachial plexus secondary to malposition of the patient during surgery. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;(228):33–41.
- Prielipp RC, Morell RC, Walker FO, Santos CC, Bennett J, Butterworth J. Ulnar nerve pressure: influence of arm position and relationship to somatosensory evoked potentials. *Anesthesiology.* 1999;91:345–354. DOI: 10.1097/0000542-199908000-00006
- Schwartz DM, Drummond DS, Hahn M, Ecker ML, Dormans JP. Prevention of positional brachial plexopathy during surgical correction of scoliosis. *J Spinal Disord.* 2000;13:178–182. DOI: 10.1097/00002517-200004000-00015
- Mirovsky Y, Neuwirth M. Injuries to the lateral femoral cutaneous nerve during spine surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000;25:1266–1269. DOI: 10.1097/00007632-200005150-00011
- Letts RM, Hollenberg C. Delayed paresis following spinal fusion with Harrington instrumentation. *Clin Orthop Relat Res.* 1977;(125):45–48.
- Johnston CE 2nd, Happel LT Jr, Norris R, Burke SW, King AG, Roberts JM. Delayed paraplegia complicating sublaminar segmental spinal instrumentation. *J Bone Joint Surg Am.* 1986;68:556–563.

31. Diaz JH, Lockhart CH. Postoperative quadriplegia after spinal fusion for scoliosis with intraoperative awakening. *Anesth Analg*. 1987;66:1039–1042.
32. Mineiro J, Weinstein SL. Delayed postoperative paraparesis in scoliosis surgery. A case report. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22:1668–1672. DOI: 10.1097/00007632-199707150-00027
33. Chang JH, Hoernschemeyer D, Sponseller P. Delayed postoperative paralysis in adolescent idiopathic scoliosis. Management with partial removal of hardware and staged correction. *J Spinal Disord Tech*. 2006;19:222–225. DOI: 10.1097/01.bsd.0000168323.58576.2f
34. Dapunt UA, Mok JM, Sharkey MS, Davis AA, Foster-Barber A, Diab M. Delayed presentation of tetraparesis following posterior thoracolumbar spinal fusion and instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34:E936–E941. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181b2e04f
35. Rittmeister M, Leyendecker K, Kurth A, Schmitt E. Cauda equina compression due to a laminar hook: A late complication of posterior instrumentation in scoliosis surgery. *Eur Spine J*. 1999;8:417–420. DOI: 10.1007/s005860050197
36. Ferrando A, Bas P, Bas T. Late neurological complications due to laminar hook compression in idiopathic scoliosis surgery. *Spinal Cord Ser Cases*. 2017;3:17081. DOI: 10.1038/s41394-017-0009-8
37. Suggala S, Dyess GA, Darbin O, Menger RP. Delayed neurological deficit due to a medially misplaced thoracic pedicle screw during adolescent idiopathic scoliosis correction: a complication 6 years in the making. *Spine Deform*. 2025;13:311–324. DOI: 10.1007/s43390-024-00951-7
38. Auerbach JD, Kean K, Milby AH, Paonessa KJ, Dormans JP, Newton PO, Song KM, Lonner BS. Delayed postoperative neurologic deficits in spinal deformity surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41:E131–E138. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001194
39. Qiao J, Xiao L, Zhu Z, Xu L, Qian B, Liu Z, Sun X, Qiu Y. Delayed postoperative neurological deficit after spine deformity surgery: analysis of 5377 cases at 1 institution. *World Neurosurg*. 2018;111:e160–e164. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.12.010
40. Eismont FJ, Simeone FA. Bone overgrowth (hypertrophy) as a cause of late paraparesis after scoliosis fusion. A case report. *J Bone Joint Surg Am*. 1981;63:1016–1019.
41. Court-Brown CM, McMaster M. Pseudarthrosis: a late cause of paraparesis after scoliosis surgery. A case report. *J Bone Joint Surg*. 1982;64:1246–1248.
42. Roy DR, Huntington CF, MacEven GD. Pseudarthrosis resulting in complete paraplegia fifteen years after spinal fusion. *Arch Orthop Trauma Surg (1978)*. 1984;102:213–215. DOI: 10.1007/BF00436131
43. 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. DOI: 10.1007/BF01301439
44. Takahashi S, Delecrin J, Passuti N. Intraspinal metallosis causing delayed neurologic symptoms after spinal instrumentation surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26:1495–1499. DOI: 10.1097/00007632-200107010-00024
45. Beguiristain J, del Rio J, Duarte J, Barroso J, Silva A, Villas C. Corrosion and late infection causing delayed paraparesis after spinal instrumentation. *J Pediatr Orthop B*. 2006;15:320–323. DOI: 10.1097/01202412-200609000-00003
46. Vialle R, Wolff S, David P, Lepointre JF, Hautefort P, Tadie M. Late paraplegia after scoliosis treatment: an uncommon diagnosis. *J Spinal Disord Tech*. 2005;18:531–534. DOI: 10.1097/01.bsd.0000132285.19961.30
47. Gardner A. Paraparesis caused by a cyst in the spinal canal from a pseudarthrosis 22 years following Harrington rod procedure for scoliosis: a case report. *J Med Case Reports*. 2012;6:337. DOI: 10.1186/1752-1947-6-337

Статья поступила в редакцию 07.11.2025

Рецензирование пройдено 08.02.2026

Подписано в печать 18.02.2026

Received 07.11.2025

Review completed 08.02.2026

Passed for printing 18.02.2026

Дополнительная информация

Вклад авторов. М.В. Михайловский – разработка концепции и дизайна исследования, формулировка цели, сбор и анализ литературных данных, написание текста рукописи (все разделы), интерпретация полученных данных, научное обсуждение результатов и формулировка выводов; А.В. Бузунов – участие в обсуждении и анализе результатов, критический пересмотр содержания статьи на различных этапах подготовки, анализ источников литературы и оформление библиографического списка; А.Е. Симонович – участие в обсуждении и анализе результатов, критический пересмотр содержания статьи на различных этапах подготовки, анализ источников литературы. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой ее части.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация об авторах

✉Михаил Витальевич Михайловский, д-р мед. наук, профессор, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17; eLibrary SPIN: 5828-8306; ORCID: 0000-0002-4847-100X; MMikhailovsky@niito.ru

Алексей Владимирович Бузунов, канд. мед. наук; eLibrary SPIN: 3105-2089; ORCID: 0000-0003-4438-8863; alekseibuzunov@mail.ru

Александр Евгеньевич Симонович, д-р мед. наук, профессор; eLibrary SPIN: 5999-2247; ORCID: 0000-0003-2822-3479; alsimonovich@yandex.ru

Authors' Info

✉Mikhail Vitalyevich Mikhaylovskiy, MD, Dr. Dci. (Medicine), Professor; 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia; eLibrary SPIN: 5828-8306; ORCID: 0000-0002-4847-100X; MMikhailovsky@niito.ru

Aleksei Vladimirovich Buzunov, MD, Cand. Sci. (Medicine); eLibrary SPIN: 3105-2089; ORCID: 0000-0003-4438-8863; alekseibuzunov@mail.ru

Alexandr Evgenyevich Simonovich, MD, Dr. Dci. (Medicine), Professor; eLibrary SPIN: 5999-2247; ORCID: 0000-0003-2822-3479; alsimonovich@yandex.ru