

# ФАКТОР ВРЕМЕНИ В ХИРУРГИИ ПОЗВОНОЧНО-СПИНАЛЬНОЙ ТРАВМЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

А.А. Гринь, А.Ю. Кордонский, И.С. Львов, А.К. Кайков, А.В. Сытник, О.Ю. Богданова

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы»; Россия, 129090 Москва, Большая Сухаревская пл., 3

Контакты: Антон Юрьевич Кордонский akord.neuro@mail.ru

**Цель исследования** – рассмотреть современные представления о влиянии сроков декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств на исход лечения пациентов с повреждением спинного мозга.

**Результаты.** Экспериментальные исследования, посвященные декомпрессии спинного мозга, убедительно свидетельствуют об эффективности раннего вмешательства. Согласно результатам метаанализов у пострадавших с травмой шейного отдела спинного мозга, перенесших раннюю декомпрессию позвоночного канала, исходы лечения могут быть лучше по сравнению с пациентами, у которых выполняли отсроченное вмешательство. Преимущество ранней декомпрессии грудного и поясничного отделов спинного мозга статистически не доказано. Также статистически незначима разница между группами ранней и поздней декомпрессии по частоте интра- и послеоперационных осложнений и летальности.

**Заключение.** Ранняя декомпрессия спинномозгового канала и стабилизация позвоночника ( $\leq 24$  ч) должна быть выполнена в условиях специализированного стационара в максимально полном объеме и настолько рано, насколько позволяет тяжесть состояния пострадавшего.

**Ключевые слова:** позвоночно-спинальная травма, декомпрессия, фактор времени, ранняя декомпрессия

**Для цитирования:** Гринь А.А., Кордонский А.Ю., Львов И.С. и др. Фактор времени в хирургии позвоночно-спинальной травмы (обзор литературы). *Нейрохирургия* 2018;20(3):81–90.

DOI: 10.17650/1683-3295-2018-20-3-81-90

## The timing in surgery of spinal trauma (a review)

A.A. Grin', A. Yu. Kordonskiy, I.S. Lvov, A.K. Kaikov, A.V. Sytnik, O. Yu. Bogdanova

N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow Healthcare Department; 3 Bol'shaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090, Russia

**The study objective** is analyze the modern ideas about the influence of time factor on the treatment outcome of patients with spinal cord injury.

**Results.** Experimental studies clearly demonstrate the effectiveness of early decompression. According to the results of meta-analyses, in patients who underwent early decompression of the cervical segment of spinal canal, the outcomes of treatment may be better compared with the treatment outcomes of patients who underwent delayed intervention. The benefit of early decompression of the thoracic and lumbar spinal cord is not statistically significant. The difference in the rate of intra- and postoperative complications and lethality between early and late decompression groups is also statistically insignificant.

**Conclusion.** Early decompression of the spinal canal and spinal stabilization ( $\leq 24$  h) should be performed in a specialized hospital as fully as possible and as early as the severity of the patient condition allows.

**Key words:** spinal cord injury, decompression, timing, early decompression

**For citation:** Grin' A.A., Kordonskiy A. Yu., Lvov I.S. et al. The timing in surgery of spinal trauma (a review). *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2018;20(3):81–90.

## ВВЕДЕНИЕ

Фактор времени хирургической декомпрессии позвоночного канала при острой позвоночно-спинальной травме (ПСТ) остается наиболее спорным вопросом в нейрохирургии. На фоне достижений в области разработки технологий стабилизации позвоночника и широ-

кого использования минимально инвазивных методов в спинальной хирургии возможности эффективного лечебного воздействия на поврежденный спинной мозг остаются более чем скромными. Единственным бесспорно благотворным вмешательством при ПСТ можно считать декомпрессию невралных структур.

Несмотря на то что процессы вторичного повреждения спинного мозга детально изучены благодаря большому числу экспериментальных исследований и накоплению массива клинических данных, функциональный исход лечения пациентов с осложненной ПСТ часто остается неудовлетворительным.

Острая ПСТ составляет 3,3–3,6 % всех случаев нейрохирургической патологии и у 60–70 % пациентов носит осложненный характер [1, 2]. По сравнению с числом операций по поводу черепно-мозговой травмы число хирургических вмешательств по поводу ПСТ в нашей стране относительно невелико: в 2014 г. – 8884, а в 2015 г. – 8278 [1].

### ПАТОГЕНЕЗ ПЕРВИЧНОГО И ВТОРИЧНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ

При острой ПСТ различают первичный и вторичный механизм повреждения вещества спинного мозга [3–6].

Первичное повреждение происходит вследствие прямого воздействия силы и заключается в локальной деформации и разрушении спинного мозга в момент травмы. В большинстве случаев первичная ПСТ возникает в ходе быстрой компрессии спинного мозга при сдавлении костного отломка при компрессионно-оскольчатом характере повреждения или перерастяжении спинного мозга при травме ускорения – торможения со сдвигом [7].

В ходе экспериментальных работ было выявлено, что взаимосвязь величины смещения спинного мозга и распространенности первичной травмы нейронов спинного мозга носит нелинейный характер, поскольку морфометрические характеристики очага повреждения зависят от большого числа факторов, таких как сила и длительность удара, длительность компрессии, величина смещения отломков и т. д. [5].

Концепция вторичного повреждения была разработана А. Allen в 1911 г. и в настоящее время описывается следующим образом: первичное повреждение спинного мозга ведет к возникновению микрогеморрагий в сером и белом веществе, развитию интерстициального отека и высвобождению факторов коагуляции и вазоактивных аминов, что вызывает тромбоз и вазоспазм в микроциркуляторном русле, следствием которых становится гипоксия тканей спинного мозга на отдалении от очага первичной травмы. Нарушения на клеточном уровне включают ионный дисбаланс, перекисное окисление мембранных липидов, появление свободных радикалов и высвобождение эксайто-токсичного трансммиттера глутамата [7, 8].

Ишемия тканей спинного мозга обусловлена разрушением или компрессией сосудов и расстройством ауторегуляции спинального кровотока. Гистологическое исследование спинного мозга сразу после травмы позволяет выявить минимальные изменения: через 3–5 мин обнаруживают петехиальные кровоизлияния

в сером веществе спинного мозга при незначительных изменениях в белом веществе; через 30 мин петехиальные кровоизлияния сливаются и возникает очаг некроза, аксоны отекают, но все еще остаются морфологически целостными. Через 4 ч происходят значительные изменения в белом веществе спинного мозга: некроз олигодендроглии и набухание аксонов, которые структурно все еще остаются интактными. Через 8 ч после травмы спинного мозга при гистологическом анализе наблюдаются максимальный отек и некроз аксонов [8].

Таким образом, первичное повреждение нейронов, имеющее необратимый характер, запускает каскад вторичных реакций (включающих нарушение ауторегуляции спинального кровотока, ишемию, отек, выброс аминокислот и продуктов перекисного окисления липидов), которые в итоге приводят к увеличению первичного очага повреждения.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Доклинические исследования поддерживают теорию, согласно которой продолжающаяся компрессия спинного мозга является причиной и катализатором развития вторичных механизмов повреждения; таким образом, возможно, компрессия спинного мозга – это причина потенциально обратимого повреждения нейронов [9, 10].

Уже на стадии доклинических исследований были сделаны попытки ответить на вопрос, насколько ранней должна быть декомпрессия спинного мозга для того, чтобы эффект от нее был клинически значимым. Экспериментальные исследования подтверждают, что при ранней декомпрессии спинного мозга наступает восстановление неврологических функций [9–11].

В табл. 1 приведены данные наиболее крупных экспериментальных исследований декомпрессии спинного мозга.

В 1999 г. J.R. Dimag и соавт. провели наиболее показательный эксперимент по оценке пользы ранней декомпрессии спинного мозга на лабораторных крысах. Авторы визуально оценивали восстановление локомоторных функций, а также анализировали электрофизиологические и гистологические данные при выполнении декомпрессии спинного мозга сразу после сдавления, через 2, 6, 24 и 72 ч. Восстановление неврологических функций статистически значимо зависело от продолжительности сдавления спинного мозга: чем раньше была выполнена декомпрессия, тем более полным было восстановление [11]. Аналогичные данные получили G.D. Carlson и соавт. в 1997 г. при проведении исследования на собаках [12, 13].

Существенно ограничивает экспериментальные исследования требование воспроизводимости, поэтому биомеханика смоделированной ПСТ не может соответствовать биомеханике естественной ПСТ, представляя собой либо кинетическую модель (наносится кратковременный удар по спинному мозгу), либо

Таблица 1. Экспериментальные исследования декомпрессии спинного мозга

Table 1. Experimental studies assessing the role of spinal cord decompression

Авторы и год публикации Author, year	Экспериментальные животные Experimental animal	Моделирование позвоночно-спинномозговой травмы Experimental model of spinal cord injury	Срок проведения декомпрессии Timing of decompression	Методы исследования Examination methods	Выводы Conclusion
G.D. Carlson и соавт. (1997) [12] G.D. Carlson et al. (1997) [12]	Собаки Dogs	Удар по спинному мозгу грузом, движущимся со скоростью 0,17 мм/мин The spinal cord was compressed using a loading device pre-calibrated to displace the spinal cord at a constant 0.17 mm/min	Через 30, 60, 180 мин After 30, 60, and 180 min	Регистрация СВП, исследование спинального кровотока Registration of SEP and assessment of spinal blood flow	Регресс неврологической симптоматики наблюдали в группах животных, у которых декомпрессия проведена через 30 и 60 мин Regression of neurological symptoms was observed in animals that underwent decompression after 30 and 60 min
G.D. Carlson и соавт. (1997) [13] G.D. Carlson et al. (1997) [13]	Собаки Dogs	Сдавление позвоночного канала специальным устройством с гидравлическим поршнем Loading device with a hydraulic piston	Через 5 мин, 3 ч After 5 min and 3 h	Регистрация СВП, исследование спинального кровотока Registration of SEP and assessment of spinal blood flow	Ранняя декомпрессия приводит к регрессу неврологической симптоматики Early decompression leads to the regression of neurological symptoms
J.R. Dimar и соавт. (1999) [11] J.R. Dimar et al. (1999) [11]	Крысы Rats	Компрессия позвоночного канала спейсером на 20, 35 и 50 % после ламинэктомии или стандартизованного частичного повреждения спинного мозга Spacers of 20, 35 and 50 % were placed into the spinal canal after laminectomy, and an injury group in which the spacers were placed after a standardized incomplete spinal cord injury	Сразу после сдавления, через 2, 6, 24, 72 ч Immediately after compression, after 2, 6, 24, and 72 h	Регистрация СВП, оценка амплитуды движений, гистологическое исследование Registration of SEP, assessment of motion amplitude, histological examination	Ранняя декомпрессия при минимальной компрессии позвоночного канала обеспечивает лучший неврологический исход. Чем раньше проведена декомпрессия, тем неврологический исход лучше Early decompression with minimal spinal cord compression ensures better neurologic outcomes. The earlier decompression is carried out, the better the neurologic outcome
G.D. Carlson и соавт. (2003) [9] G.D. Carlson et al. (2003) [9]	Собаки Dogs	Сдавливающее устройство с гидравлическим поршнем Loading device with a hydraulic piston	Через 30 мин, 3 ч After 30 min and 3 h	Регистрация СВП, оценка амплитуды движений, МРТ/гистологическое исследование Registration of SEP, assessment of motion amplitude, MRI/histological examination	Ранняя декомпрессия приводит к регрессу неврологической симптоматики. При декомпрессии, выполненной через 3 ч, восстановления функций не было Early decompression leads to the regression of neurological symptoms. No recovery was observed in animals that underwent decompression after 3 h
C.B. Shields и соавт. (2005) [14] C.B. Shields et al. (2005) [14]	Крысы	Компрессия позвоночного канала спейсером на 38 и 43 % The spinal cord was compressed by placing spacers of 38 and 43 %	Через 2, 12, 24 ч After 2, 12, and 24 h	Оценка амплитуды движений, гистологическое исследование Assessment of motion amplitude and histological examination	Ранняя декомпрессия обеспечивает лучший неврологический исход. Поздняя декомпрессия может не сопровождаться регрессом неврологической симптоматики ввиду необратимого повреждения спинного мозга Early decompression ensures better neurologic outcomes. Late decompression may not lead to the regression of neurological symptoms due to irreversible damage

(Окончание табл. 1)  
 (The end of the table 1)

Авторы и год публикации Author, year	Экспериментальные животные Experimental animal	Моделирование позвоночно-спинномозговой травмы Experimental model of spinal cord injury	Срок проведения декомпрессии Timing of decompression	Методы исследования Examination methods	Выводы Conclusion
A. Hejcl и соавт. (2008) [15] A. Hejcl et al. (2008) [15]	Крысы	Расщепление спинного мозга	—	Оценка амплитуды движений, МРТ, гистологическое исследование Assessment of motion amplitude, MRI, and histological examination	Нет регресса неврологической симптоматики No regression of neurological symptoms
R.S. Rabinowitz и соавт. (2008) [16] R.S. Rabinowitz et al. (2008) [16]	Собаки Dogs	Сужение позвоночного канала с помощью нити на 60 % Constriction of the spinal canal of 60 % with a nylon band	Через 6 ч в сочетании с введением метилпреднизолона After 6h + methylprednisolone	Регистрация СВП, оценка амплитуды движений Registration of SEP and assessment of motion amplitude	Регресс неврологической симптоматики при декомпрессии позвоночного канала происходил вне зависимости от введения метилпреднизолона Regression of neurological symptoms after decompression regardless of methylprednisolone

**Примечание.** МРТ – магнитно-резонансная томография, СВП – спинальные вызванные потенциалы.  
*Note.* MRI – magnetic resonance imaging, SEP – spinal evoked potentials.

статическую модель (осуществляется компрессия спинного мозга без удара) [5]. Обе эти модели лишь условно соответствуют ситуации при естественной ПСТ.

### КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Первой попыткой проанализировать частоту различных исходов лечения пострадавших с осложненной ПСТ в зависимости от тактики можно считать клиническое исследование L. Guttman (1963). Автор описал лечение 396 пострадавших с ПСТ, у которых добился консолидации переломов позвоночника без хирургического вмешательства, поскольку декомпрессия позвоночного канала, как считалось в то время, могла только усугубить неврологический дефицит [17]. Аналогичное исследование выполнили H.L. Frankel и соавт. в 1969 г., которые обобщили результаты консервативного лечения 612 пациентов. Наибольший интерес представляет тот факт, что в группе с полным клиническим перерывом спинного мозга у 29 % пострадавших наблюдалось улучшение неврологической симптоматики, хотя декомпрессию спинного мозга не выполняли [18].

Наиболее крупным клиническим исследованием, посвященным определению срока декомпрессии спинного мозга, стало проспективное многоцентровое нерандомизированное когортное исследование STASCIS (Surgical Timing in Acute Spinal Cord Injury Study, «Сроки хирургического вмешательства при острой травме спинного мозга»), которое было проведено в 2002–

2009 гг. в США. В ходе исследования сравнивались результаты лечения 313 пациентов, перенесших раннюю (<24 ч после травмы) и позднюю (>24 ч после травмы) хирургическую декомпрессию спинного мозга при ПСТ на шейном уровне. Ранняя декомпрессия была ассоциирована с лучшим неврологическим исходом через 6 мес, определявшимся как улучшение неврологического статуса на 2 и более степени по классификации ASIA/ISNCSCI (International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury), предложенной Американской ассоциацией спинальной травмы (American Spinal Injury Association), в то время как в группе поздней декомпрессии неврологические исходы по ASIA/ISNCSCI были статистически значимо хуже [19].

### МЕТААНАЛИЗЫ

Большое число клинических исследований и наблюдений, имеющих противоречивые выводы, потребовало систематического анализа опубликованных данных. Метаанализы призваны обобщить имеющуюся информацию с целью получения конкретных выводов с той или иной степенью достоверности. Сравнительный анализ данных, включаемых в метаанализы, затруднен из-за неоднородности первичных исследований. Эта неоднородность обусловлена, во-первых, тем, что авторы исходных статей отбирали пациентов с повреждениями спинного мозга различной тяжести и уровня; во-вторых, авторы могли использовать различные шкалы оценки тяжести травмы и исходов, а также

**Таблица 2.** Наиболее крупные метаанализы, посвященные определению эффективности ранней декомпрессии спинного мозга  
**Table 2.** Largest meta-analyses assessing the efficacy of early decompression for spinal cord injury

Авторы и год публикации Author, year	Число первоначально отобранных для анализа исследований Number of studies initially selected for analysis	Критерии отбора источников, сравниваемые группы Inclusion criteria and compared groups	Число включенных в мета-анализ исследований пациентов, число Number of studies included in meta-analysis and number of patients	Период, за который отобраны публикации Follow-up time	Срок выполнения ранней декомпрессии Timing of early decompression	Выводы Conclusion
G. La Rosa и соавт. (2004) [20] G. La Rosa et al. (2004) [20]	>3600	<b>Критерии включения:</b> 1. Острая непроникающая ПСТ. 2. Длительность кагамнеза 6 мес и более. 3. Восстановление функций дистальной части спинного мозга. Отобраны все доступные статьи по теме на английском языке. <b>Группы:</b> ранней, поздней декомпрессии, консервативной терапии <b>Inclusion criteria:</b> 1. Acute non-penetrating SCI. 2. Follow up for 6 months or longer. 3. Restoration of distal spinal cord functions. All available articles on this subject published in the English language were selected. <b>Groups:</b> early decompression, late decompression, and conservative therapy	108 исследований, 1687 пациентов 108 studies, 1687 patients	1966–2000	<24 ч	Ранняя декомпрессия сопровождается улучшением исходов у всех пациентов, но статистически значимое улучшение выявлено только у пострадавших с клинически неполным повреждением спинного мозга Early decompression improves neurologic outcomes in all patients; however, a statistically significant improvement was observed only in patients with clinically incomplete SCIs
J.J. van Middendorp и соавт. (2013) [21] J.J. van Middendorp et al. (2013) [21]	2589	<b>Критерии включения:</b> 1. Острая непроникающая изолированная ПСТ. 2. Анализ исходов в зависимости от срока лечения. Отобраны все доступные статьи по теме на английском языке. <b>Группы:</b> ранней и поздней декомпрессии <b>Inclusion criteria:</b> 1. Acute non-penetrating isolated SCI. 2. Analysis of outcomes depending on the treatment duration. All available articles on this subject published in the English language were selected. <b>Groups:</b> early decompression and late decompression	18 исследований, 2363 пациента 18 studies, 2363 patients	1966–2012	<72 ч	Несмотря на то что ранняя декомпрессия ассоциируется с лучшими неврологическими исходами и уменьшением сроков госпитализации, этот вывод недостаточно верен ввиду большой гетерогенности первичных исследований Despite the fact that early decompression is associated with better neurological outcomes and shorter hospitalization, this conclusion may be inaccurate due to significant heterogeneity of primary studies

(Окончание табл. 2)  
(The end of the table 2)

Авторы и год публикации Author, year	Число первоначально отобранных для анализа исследований Number of studies initially selected for analysis	Критерии отбора источников, сравниваемые группы Inclusion criteria and compared groups	Число включенных в мета-анализ исследований, число пациентов Number of studies included in meta-analysis and number of patients	Период, за который отобраны публикации Follow-up time	Срок выполнения ранней декомпрессии Timing of early decompression	Выводы Conclusion
M. Yousefifard и соавт. (2017) [22] M. Yousefifard et al. (2017) [22]	9151	Критерии включения: 1. Острая непроникающая ПСТ. 2. Указание исхода по классификации ASIA/ISNCSCI. Критерии исключения: молодой возраст, нет катамнеза, операция выполнена позднее 72 ч. Группы: ранней (<24 ч) и поздней (24–72 ч) декомпрессии Inclusion criteria: 1. Acute non-penetrating SCI. 2. Outcome assessed using the ASIA/ISNCSCI classification. Exclusion criteria: young age, no follow-up, surgery later than 72 h. Groups: early (<24 h) decompression and late (24–72 h) decompression	22 исследования, 6803 пациента 22 studies, 6803 patients	2000–2015	<12 ч	Ранняя декомпрессия может улучшить восстановление функций спинного мозга и ассоциируется с меньшей частотой послеоперационных осложнений. Выполнение декомпрессии позднее 24 ч ассоциируется со статистически значимым снижением возможности восстановления функций спинного мозга и с увеличением частоты послеоперационных осложнений Early decompression is associated with better recovery of spinal cord functions and lower frequency of postoperative complications. Late decompression (>24 h) is associated with a significantly reduced probability of restoration of spinal cord functions and higher frequency of postoperative complications
M. G. Fehlings и соавт. (2006) [10] M.G. Fehlings et al. (2006) [10]	1045	Критерии включения: острая непроникающая ПСТ. Отобраны все доступные статьи по теме на английском, немецком и французском языках. Группы: экспериментальная (животные), ранней и поздней декомпрессии, ранней и поздней закрытой редукции вывихов шеи Inclusion criteria: acute non-penetrating SCI. All available articles on this subject published in the English, German, and French languages were selected. Groups: experimental (animals), early and late decompression, early and late closed reduction of neck dislocation	67 исследований, 7074 пациента 67 studies, 7074 patients	1966–2005	<24 ч	Экстренная декомпрессия при двустороннем вывихе позвонков на шейном уровне с неполной тетраплегией сопровождается лучшими неврологическими исходами, чем поздняя. Ранняя декомпрессия на других уровнях может сократить продолжительность госпитализации и уменьшить частоту осложнений Emergency decompression in bilateral dislocation of the cervical spine with incomplete tetraplegia results in better neurological outcomes compared to late decompression. Early decompression at other levels can reduce the length of hospital stay and the frequency of complications

**Примечание.** ПСТ – позвоночно-спинальная травма; ASIA/ISNCSCI – классификация поврежденного спинного мозга (International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury), предложенная Американской ассоциацией спинальной травмы (American Spinal Injury Association).

Note. SCI – spinal cord injury; ASIA/ISNCSCI – International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury developed by the American Spinal Injury Association.

произвольно выбирать период времени, в течение которого операция считалась «ранней»; в-третьих, ни в одном первичном исследовании авторы не приводили данные обо всей совокупности характеристик пациентов: возрасте, уровне повреждения, тяжести ПСТ, наличии сопутствующих травм, преморбидном статусе и т. д. Таким образом, данные различных исследований сравнимы лишь условно. В табл. 2 представлены наиболее актуальные метаанализы, посвященные изучению эффективности декомпрессии спинного мозга в зависимости от сроков ее выполнения.

Вследствие неоднородности первичных исследований выводы метаанализов далеки от однозначных. Так, в одном из метаанализов было продемонстрировано увеличение частоты легочных осложнений (пневмония, ателектаз) у пациентов из группы поздней декомпрессии [21]. Тем не менее различия между группами оказались статистически незначимыми и могли быть обусловлены случайным распределением больных по группам. По данным другого метаанализа, раннее выполнение декомпрессивно-стабилизирующей операции могло стать причиной расстройств дыхания, гемодинамики и неврологических функций [20].

Согласно выводам некоторых проспективных клинических исследований меньшая частота осложнений наблюдалась у пострадавших, оперированных в более ранние сроки, однако согласно данным ретроспективных исследований статистически значимых различий между группами не было [4, 20, 23]. Возможно, в проспективных исследованиях ранней декомпрессии спинного мозга была допущена систематическая ошибка: пациенты, которые могли перенести хирургическое вмешательство в ранние сроки после ПСТ, имели более благоприятный прогноз (имели более легкую травму, менее тяжелую сопутствующую патологию и т. д.). При этом в ряде ретроспективных исследований получен неоднозначный результат относительно степени регресса неврологического дефицита при ранней и поздней декомпрессии спинного мозга [4, 5].

Таким образом, хотя в опытах на животных наблюдался явный положительный эффект ранней декомпрессии спинного мозга, при клинических исследованиях убедительных данных о таком же очевидном эффекте получено не было.

Несмотря на большое число публикаций, посвященных определению лечебной тактики при ПСТ, ряд важнейших вопросов остается без ответа. Во-первых, ограничением большинства исследований явилось отсутствие данных о полноценности декомпрессии. Так, контрольная магнитно-резонансная или компьютерная томография для подтверждения декомпрессии позвоночного канала была проведена менее чем в 1/3 исследований [24, 25]. Во-вторых, остается неясным, почему декомпрессия спинного мозга, выполненная отсроченно, иногда приводит к улучшению неврологической симптоматики, хотя это противоречит

современным представлениям о патогенезе ПСТ и результатам экспериментальных исследований: в одном основанном на статистических данных исследовании, вопреки ожиданиям, сделан вывод о том, что лучший неврологический исход был зарегистрирован у пациентов, оперированных в течение 72 ч, а не 24 ч после травмы [25]. Возможно, это объясняется недостаточной тщательностью первичного неврологического исследования. В-третьих, открытым остается вопрос о количестве времени, необходимом для появления клинического улучшения после декомпрессии спинного мозга — иными словами, о том, какой срок можно считать сроком формирования исхода лечения. В настоящее время большинство авторов склоняются к тому, что этот срок ограничен 6 мес [25], однако существуют и мнения о том, что он длится от 3 до 12 мес [24, 26–28].

### СРОКИ РАННЕЙ ДЕКОМПРЕССИИ

Отдельного внимания заслуживает вопрос о том, какой срок операции следует считать ранним. Ряд авторов определяет временную границу между ранним и поздним вмешательством в 96 ч [29], 72 ч [26, 28], 48 ч [30], относительно немногие называют срок в 8 ч [27, 31], большинство же исследователей склоняются к тому, что срок, ограничивающий возможность проведения ранней декомпрессии спинного мозга, — 24 ч после травмы [4, 23, 30, 32].

Наиболее убедительными представляются доводы G. La Rosa и соавт., которые выбрали срок в 24 ч в качестве критерия ранней декомпрессии спинного мозга:

- 1) в литературе встречается очень мало сведений о результатах хирургического вмешательства в более ранние сроки;
- 2) лишь 24–51 % пострадавших с ПСТ могут быть оперированы в условиях специализированного спинального отделения в течение 24 ч после травмы; при этом по организационным причинам число прооперированных в течение первых 8 ч после травмы не может превышать 10 % [20].

### РАБОТА НАД КЛИНИЧЕСКИМИ РЕКОМЕНДАЦИЯМИ

Вопрос о сроках выполнения декомпрессии спинного мозга и его корешков тем более актуален, что до настоящего времени ни в зарубежных, ни в отечественных стандартах по лечению пациентов с ПСТ нет достаточно ясных рекомендаций [3, 6, 33].

В 2017 г. под эгидой международного сообщества спинальных хирургов AOSpine был опубликован систематический обзор и анализ исследований эффективности и безопасности ранних декомпрессивно-стабилизирующих операций при ПСТ. В качестве критерия разграничения раннего и позднего вмешательства был выбран срок в 24 ч. В обзор были включены 6 наиболее строго организованных исследований, посвященных

изучению влияния срока декомпрессии спинного мозга при ПСТ на результаты. Выводы систематического анализа были представлены в виде ответов на 5 вопросов [25].

### 1. Какова клиническая эффективность ранней декомпрессии ( $\leq 24$ ч) по сравнению с поздней декомпрессией ( $> 24$ ч)?

При ранней декомпрессии неврологический статус статистически значимо улучшается только у пациентов с повреждением шейного отдела спинного мозга (на 2 пункта по ASIA/ISNCSCI в течение 6 мес). У пациентов с повреждениями грудного и поясничного отделов не было обнаружено статистически значимых различий в исходах при различных сроках операции вне зависимости от тяжести травмы по ASIA/ISNCSCI; тем не менее большее число пациентов с восстановлением на 2 или более пункта по ASIA/ISNCSCI в течение 6 мес было оперировано в срок  $< 24$  ч (27,2 % в сравнении с 3 % при выполнении операции в срок  $> 24$  ч); это различие, однако, оказалось статистически незначимым.

### 2. Влияет ли срок декомпрессии спинного мозга на продолжительность госпитализации?

В результате проведенного анализа было установлено, что длительность госпитализации статистически значимо не различается в зависимости от срока декомпрессии спинного мозга.

### 3. Насколько безопасна ранняя декомпрессия по сравнению с поздней?

У пострадавших с повреждением шейного отдела спинного мозга были получены противоречивые данные: частота ухудшения неврологического статуса была больше при ранней декомпрессии (2,2 %), чем при поздней (0,8 %); послеоперационная летальность и частота гнойных осложнений также были выше при ранней декомпрессии; но при поздней декомпрессии чаще наблюдалась несостоятельность конструкций и тромбоз легочной артерии. Авторы сделали вывод о том, что безопасность вмешательства не зависит от сроков декомпрессии. У пострадавших с повреждением грудного и поясничного отделов позвоночника не было обнаружено статистически значимых различий частоты гнойных осложнений, венозных тромбозов, несостоятельности металлоконструкций и летальности в зависимости от сроков вмешательства.

### 4. Эффективна и безопасна ли декомпрессия у различных субпопуляций пациентов?

Авторы подчеркивают, что в результате анализа не удалось обнаружить существенных отклонений полученных результатов в различных подгруппах пациентов, однако указывают, что, возможно, эффективность ранней декомпрессии различается у пациентов с различной тяжестью повреждения спинного мозга.

### 5. Насколько ранняя декомпрессия экономически эффективнее по сравнению с поздней декомпрессией?

Авторы не обнаружили убедительных исследований, посвященных сравнению экономической эффективности ранней и поздней декомпрессии спинного мозга.

Обзор завершается заключением, в котором подчеркивается низкий уровень достоверности доказательств (уровень 4) и слабый уровень убедительности рекомендаций (уровень C): ранняя декомпрессия и стабилизация ( $\leq 24$  ч) рекомендована взрослым пациентам с травмой шейного отдела спинного мозга. Статистически значимого преимущества ранней декомпрессии грудного и поясничного отделов спинного мозга по сравнению с поздней не выявлено. Также статистически незначима разница между группами ранней и поздней декомпрессии по частоте интра- и послеоперационных осложнений и летальности [25, 33].

## ВЫВОДЫ

Несмотря на то что ранняя декомпрессия при ПСТ в сознании большинства врачей ассоциируется с лучшими неврологическими исходами и уменьшением продолжительности госпитализации, эти эффекты статистически не доказаны. Вследствие большой гетерогенности пострадавших нет оснований утверждать, что ранняя декомпрессия спинного мозга может быть однозначно рекомендована при любой травме позвоночника и спинного мозга у всех пациентов в любой ситуации.

Наиболее оправданной представляется стратегия, в соответствии с которой декомпрессивно-стабилизирующая операция при ПСТ должна быть выполнена в условиях специализированного стационара в максимально полном объеме и настолько рано, насколько позволяет состояние пострадавшего. Как показывает анализ литературы, тонкая грань между возможностью выполнения полноценного вмешательства и необходимостью стабилизации состояния пострадавшего часто не поддается точному цифровому описанию и лежит в плоскости врачебного искусства.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Крылов В.В., Коновалов А.Н., Дашьян В.Г. и др. Состояние нейрохирургической службы Российской Федерации. Нейрохирургия 2016;(3):3–44. [Krylov V.V., Kononov A.N., Dashyan V.G. et al. The current state of neurosurgery in Russian Federation. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery. 2016;(3):3–44. (In Russ.)].

2. Greenberg M.S. Handbook of neurosurgery. 7<sup>th</sup> ed. New York: Thieme, 2010. 2463 p.
3. Крылов В.В., Гринь А.А., Луцык А.А. и др. Клинические рекомендации по лечению острой осложненной и неосложненной травмы позвоночника у взрослых. Н. Новгород, 2013. 67 с. Доступно по: [http://ruans.org/Files/Pdf/Guidelines/spine\\_injury.pdf](http://ruans.org/Files/Pdf/Guidelines/spine_injury.pdf). [Krylov V.V., Grin A.A., Lutsik A.A. et al. Clinical practice guidelines for the treatment of acute complicated and uncomplicated spine injuries in adults. Nizhny Novgorod, 2013. 67 p. (In Russ.)].
4. Bötzel U., Gläser E., Niedeggen A. The surgical treatment of acute spinal paralysed patients. *Spinal Cord* 1997;35(7):420–8. PMID: 9232746.
5. Fehlings M.G., Tator C.H. An evidence-based review of decompressive surgery in acute spinal cord injury: rationale, indications, and timing based on experimental and clinical studies. *J Neurosurg* 1999;91(1 Suppl):1–11. PMID: 10419353.
6. AANS Guidelines for the management of acute cervical spine and spinal cord injuries. Introduction. *Neurosurgery* 2002;50(Suppl):S1–199.
7. Fehlings M.G., Perrin R.G. The role and timing of early decompression for cervical spinal cord injury: update with a review of recent clinical evidence. *Injury* 2005;36 Suppl 2:B13–26. DOI: 10.1016/j.injury.2005.06.011. PMID: 15993113.
8. An H.S. Principles and techniques of spine surgery. Baltimore: Williams & Wilkins, 1998. 799 p.
9. Carlson G.D., Gorden C.D., Oliff H.S. et al. Sustained spinal cord compression: part I: time-dependent effect on long-term pathophysiology. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85-A(1):86–94. PMID: 12533577.
10. Fehlings M.G., Perrin R.G. The timing of surgical intervention in the treatment of spinal cord injury: a systematic review of recent clinical evidence. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006;31(11 Suppl):S28–35. DOI: 10.1097/01.brs.0000217973.11402.7f. PMID: 16685233.
11. Dimar J.R. 2<sup>nd</sup>, Glassman S.D., Raque G.H. et al. The influence of spinal canal narrowing and timing of decompression on neurologic recovery after spinal cord contusion in a rat model. *Spine (Phila Pa 1976)* 1999;24(16):1623–33. PMID: 10472095.
12. Carlson G.D., Minato Y., Okada A. Early time dependent decompression for spinal cord injury: vascular mechanisms of recovery. *J Neurotrauma* 1997; 14(12):951–62. PMID: 9475376. DOI: 10.1089/neu.1997.14.951.
13. Carlson G.D., Warden K.E., Barbeau J.M. et al. Viscoelastic relaxation and regional blood flow response to spinal cord compression and decompression. *Spine (Phila Pa 1976)* 1997;22(12): 1285–91. PMID: 9201829.
14. Shields C.B., Zhang Y.P., Shields L.B. et al. The therapeutic window for spinal cord decompression in a rat spinal cord injury model. *J Neurosurg Spine* 2005;3(4):302–7. DOI: 10.3171/spi.2005.3.4.0302. PMID: 16266072.
15. Hejcl A., Urdzikova L., Sedy J. et al. Acute and delayed implantation of positively charged 2-hydroxyethyl methacrylate scaffolds in spinal cord injury in the rat. *J Neurosurg Spine* 2008;8(1):67–73. DOI: 10.3171/SPI-08/01/067. PMID: 18173349.
16. Rabinowitz R.S., Eck J.C., Harper C.M. Jr et al. Urgent surgical decompression compared to methylprednisolone for the treatment of acute spinal cord injury: a randomized prospective study in beagle dogs. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008;33(21):2260–8. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31818786db. PMID: 18827690.
17. Guttman L. Initial treatment of traumatic paraplegia and tetraplegia. Spinal injuries. In: Proceedings of a symposium held in The Royal College of Surgeons of Edinburgh 7 and 8 June 1963. Ed. by P. Harris P. London: Morrison and Gibb, 1963. Pp. 80–92.
18. Frankel H.L., Hancock D.O., Hyslop G. et al. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. I. Paraplegia 1969;7(3):179–92. DOI: 10.1038/sc.1969.30. PMID: 5360915.
19. Fehlings M.G., Vaccaro A., Wilson J.R. et al. Early versus delayed decompression for traumatic cervical spinal cord injury: results of the Surgical Timing in Acute Spinal Cord Injury Study (STASCIS). *PLoS One* 2012;7(2):e32037. DOI: 10.1371/journal.pone.0032037. PMID: 22384132.
20. La Rosa G., Conti A., Cardali S. et al. Does early decompression improve neurological outcome of spinal cord injured patients? Appraisal of the literature using a meta-analytical approach. *Spinal Cord* 2004;42(9):503–12. DOI: 10.1038/sj.sc.3101627. PMID: 15237284.
21. Van Middendorp J.J., Hosman A.J., Doi S.A. The effects of the timing of spinal surgery after traumatic spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *J Neurotrauma* 2013;30(21):1781–94. DOI: 10.1089/neu.2013.2932. PMID: 23815524.
22. Youseffard M., Rahimi-Movaghar V., Baikpour M. et al. Early versus late spinal decompression surgery in treatment of traumatic spinal cord injuries; a systematic review and meta-analysis. *Emerg (Tehran)* 2017;5(1):e37. PMID: 28286844.
23. Tator C.H., Fehlings M.G., Thorpe K., Taylor W. Current use and timing of spinal surgery for management of acute spinal surgery for management of acute spinal cord injury in North America: results of a retrospective multicenter study. *J Neurosurg* 1999;91(1 Suppl):12–8. PMID: 10419357.
24. McKinley W., Meade M.A., Kirshblum S., Barnard B. Outcomes of early surgical management versus late or no surgical intervention after acute spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(11):1818–25. PMID: 15520977.
25. Wilson J.R., Tetreault L.A., Kwon B.K. et al. Timing of decompression in patients with acute spinal cord injury: a systematic review. *Global Spine J* 2017;7(3 Suppl):95S–115S. DOI: 10.1177/2192568217701716. PMID: 29164038.
26. Mirza S.K., Krengel W.F. 3<sup>rd</sup>, Chapman J.R. et al. Early versus delayed surgery for acute cervical spinal cord injury. *Clin Orthop Relat Res* 1999;(359):104–14. PMID: 10078133.
27. Ng W.P., Fehlings M.G., Cuddy B. et al. Surgical treatment of acute spinal cord injury study pilot study #2: evaluation of protocol for decompressive surgery within 8 hours injury. *Neurosurg Focus* 1999;6(1):e3. DOI: 10.3171/foc.1999.6.1.4. PMID: 17031916.
28. Vaccaro A.R., Daugherty R.J., Sheehan T.P. et al. Neurologic outcome of early versus late surgery for cervical spinal cord injury. *Spine (Phila Pa 1976)* 1997;22(22):2609–13. PMID: 9399445.
29. Chen L., Yang H., Yang T. et al. Effectiveness of surgical treatment for traumatic central cord syndrome. *J Neurosurg Spine* 2009;10(1):3–8. DOI: 10.3171/2008.9.SPI0822.
30. Levi L., Wolf A., Rigamonti D. et al. Anterior decompression in cervical spine trauma: does the timing of surgery affect the outcome? *Neurosurgery* 1991;29(2):216–22. PMID: 1886659.
31. Cengiz S.L., Kalkan E., Bayir A. et al. Timing of thoracolumbar spine stabilization in trauma patients; impact on neurological outcome and clinical course. A real prospective (rct) randomized controlled study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008;128(9):959–66. DOI: 10.1007/s00402-007-0518-1. PMID: 18040702.
32. Duh M.S., Shepard M.J., Wilberger J.E., Bracken M.B. The effectiveness of surgery on the treatment of acute spinal cord injury and its relation to pharmacological treatment. *Neurosurgery* 1994;35(2):240–8. PMID: 7969831.
33. Walters B.C., Hadley M.N., Hurlbert R.J. et al. Guidelines for the management of acute cervical spine and spinal cord injuries: 2013 Update. *Neurosurgery* 2013;60(Suppl 1):82–91. DOI: 10.1227/01.neu.0000430319.32247.7f. PMID: 23839357.

**Вклад авторов**

А.А. Гринь: разработка дизайна исследования, анализ полученных данных (включая статистический), написание текста рукописи;  
А.Ю. Кордонский: разработка дизайна исследования, анализ полученных данных (включая статистический), написание текста рукописи;  
И.С. Львов: анализ полученных данных (включая статистический), обзор публикаций по теме статьи;  
А.К. Кайков: обзор публикаций по теме статьи;  
А.В. Сытник: получение данных для анализа;  
О.Ю. Богданова: получение данных для анализа, обзор публикаций по теме статьи.

**Authors' contributions**

A.A. Grin': developing the research design, analysis of the obtained data (including statistical), article writing;  
A.Yu. Kordonskiy: developing the research design, analysis of the obtained data (including statistical), article writing;  
I.S. Lvov: analysis of the obtained data (including statistical), reviewing of publications of the article's theme;  
A.K. Kaikov: reviewing of publications of the article's theme;  
A.V. Sytnik: obtaining data for analysis;  
O.Yu. Bogdanova: obtaining data for analysis, reviewing of publications of the article's theme.

**ORCID авторов / ORCID of authors**

А.А. Гринь / A.A. Grin': <https://orcid.org/0000-0003-3515-8329>  
А.Ю. Кордонский / A.Yu. Kordonskiy: <https://orcid.org/0000-0001-5344-3970>  
И.С. Львов / I.S. Lvov: <https://orcid.org/0000-0003-1718-0792>  
А.К. Кайков / A.K. Kaikov: <https://orcid.org/0000-0001-8547-3322>  
А.В. Сытник / A.V. Sytnik: <https://orcid.org/0000-0001-5565-4018>  
О.Ю. Богданова / O.Yu. Bogdanova: <https://orcid.org/0000-0002-1804-9836>

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.  
**Financing.** The study was performed without external funding.

**Статья поступила:** 23.02.2018. **Принята к публикации:** 04.07.2018.  
**Article received:** 23.02.2018. **Accepted for publication:** 04.07.2018.