



# ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ ОСЛОЖНЕННОЙ ТРАВМЫ НИЖНЕШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКА ВЫПОЛНЕНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ДЕКОМПРЕССИИ СПИННОГО МОЗГА

**И.А. Стаценко, М.Н. Лебедева, А.В. Пальмаш, В.Л. Лукинов, В.В. Рерих**

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

**Цель исследования.** Анализ влияния срочности выполнения хирургической декомпрессии спинного мозга (СМ) на течение острого и раннего периодов осложненной травмы нижнешейного отдела позвоночника.

**Материал и методы.** Ретроспективно проанализированы результаты лечения 75 пациентов с острой осложненной травмой нижнешейного отдела позвоночника с тяжестью повреждения СМ ASIA A и B. В зависимости от срока хирургической декомпрессии спинного мозга после травмы сформированы две группы: I — 33 пациента, у которых декомпрессия СМ выполнена в первые восемь часов после травмы; II — 42 пациента, у которых декомпрессия выполнена в срок свыше восьми часов.

**Результаты.** Средний возраст пациентов в группе I — 29 [25; 39] лет, в группе II — 35 [30; 42] лет ( $p = 0,129$ ). Пациентов мужского пола в группе I — 31 (94,0 %), в группе II — 38 (90,5 %;  $p > 0,999$ ). Время от момента травмы до декомпрессии СМ составило 6,1 [5; 7,5] ч в группе I и 16,9 [11,8; 39,6] ч — в группе II ( $p < 0,001$ ). Пневмония развилась у 55 % [38 %; 70 %] пациентов в группе I, у 86 % [72 %; 93 %] — в группе II ( $p = 0,004$ ). Длительность течения пневмонии в группе I — 18 [8; 20] сут, в группе II — 28 [20; 39] сут ( $p < 0,001$ ). Показано, что отношение рисков развития пневмонии при отсроченной декомпрессии СМ в 2,08 [1,17; 3,67] раза выше ( $p = 0,01$ ). Длительность ИВЛ в группе I составила 12 [7; 17] сут против 19 [11; 26] сут в группе II ( $p = 0,001$ ). Поддержание целевых показателей АДср  $\geq 85$  мм рт. ст. потребовалось 73 (97,3 %) пациентам с продолжительностью гемодинамической поддержки 6 [3; 10] сут в группе I против 10 [5; 15] сут в группе II ( $p = 0,019$ ). Показано, что декомпрессия СМ в первые восемь часов от момента травмы уменьшала долю пациентов с оценкой по шкале SOFA 4 балла и более в остром периоде на 20 %, к пятым суткам раннего периода травмы — на 42 %. Положительная динамика в неврологическом статусе зарегистрирована у 30,0 % [17,0 %; 47,0 %] пациентов в группе I и только у 2,0 % [0,0 %; 12,0 %] — в группе II ( $p < 0,001$ ). Продолжительность лечения в ОРИТ составила: 20 [16,00; 25,00] сут в группе I, 29 [23,50; 41,75] сут — в группе II ( $p = 0,001$ ). Общая длительность госпитализации в группе I составила 38 [27; 46] сут против 57 [45,75; 67,50] сут в группе II ( $p < 0,001$ ). Летальность зарегистрирована только в группе II — 5,3 %. **Заключение.** Декомпрессивно-стабилизирующие операции в первые восемь часов после травмы в совокупности с комплексом мероприятий интенсивной терапии при острой осложненной травме нижнешейного отдела позвоночника имеют значимое положительное влияние на течение острого и раннего периодов травматической болезни СМ.

**Ключевые слова:** осложненная травма позвоночника, травма спинного мозга, респираторные осложнения, продолжительность ИВЛ, гемодинамическая поддержка, шкала SOFA, летальность.

**Для цитирования:** Стаценко И.А., Лебедева М.Н., Пальмаш А.В., Лукинов В.Л., Рерих В.В. Особенности течения осложненной травмы нижнешейного отдела позвоночника в зависимости от срока выполнения хирургической декомпрессии спинного мозга // Хирургия позвоночника. 2024. Т. 21. № 2. С. 13–26.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2024.2.13-26>.

## FEATURES OF THE COURSE OF COMPLICATED INJURY OF THE LOWER CERVICAL SPINE DEPENDING ON THE TIMING OF SURGICAL DECOMPRESSION OF THE SPINAL CORD

*I.A. Statsenko, M.N. Lebedeva, A.V. Palmash, V.L. Lukinov, V.V. Rerikh*

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

**Objective.** To determine the influence of the urgency of performing surgical decompression of the spinal cord (SC) on the course of acute and early periods of complicated injury of the lower cervical spine.

**Material and Methods.** The results of treatment of 75 patients with acute complicated injury of the lower cervical spine with ASIA A and ASIA B severity of spinal cord injuries were retrospectively analyzed. Two groups were formed, depending on the timing of surgical decompression of the spinal cord after injury. Group I included 33 patients in whom the SC decompression was performed within the first

eight hours after the injury, and Group II included 42 patients in whom the SC decompression was performed in more than eight hours after the injury.

**Results.** The mean age of patients in Group I was 29 [25; 39] years, in Group II – 35 [30; 42] years ( $p = 0.129$ ). There were 31 (94.0 %) male patients in Group I and 38 (90.5 %;  $p > 0.999$ ) in Group II. The time from the moment of injury to decompression of the spinal cord was 6.1 [5.0; 7.5] hours in Group I and 16.9 [11.8; 39.6] hours in Group II ( $p < 0.001$ ). Pneumonia developed in 55 % [38 %; 70 %] of patients in Group I and in 86 % [72 %; 93 %] of patients in Group II ( $p = 0.004$ ). The duration of pneumonia in Group I was 18 [8; 20] days, and in Group II – 28 [20; 39] days ( $p < 0.001$ ). It was shown that the risk ratio for developing pneumonia in patients with delayed decompression of the spinal cord was 2.08 [1.17; 3.67] times higher ( $p = 0.01$ ). The duration of mechanical ventilation in Group I was 12 [7; 17] days versus 19 [11; 26] days in Group II ( $p = 0.001$ ). Maintaining the target blood pressure levels  $\geq 85$  mm Hg was required in 73 (97.3 %) patients with a duration of hemodynamic support of 6 [3; 10] days in Group I versus 10 [5; 15] days in Group II ( $p = 0.019$ ). It was shown that SC decompression within the first eight hours after injury reduced the proportion of patients with a SOFA score of 4 points or more by 20 % in the acute period and by 42 % by the fifth day of the early period of injury. Positive dynamic in neurological status was recorded in 30.0 % [17.0 %; 47.0 %] of patients in Group I and only in 2.0 % [0.0 %; 12.0 %] of patients in Group II ( $p < 0.001$ ). The duration of treatment in the ICU was 20 [16; 25] days in Group I and 29 [23.5; 41.75] days in Group II ( $p = 0.001$ ). The total length of hospital stay was 38 [27; 46] days in Group I versus 57 [45.75; 67.50] days in Group II ( $p < 0.001$ ). Mortality was recorded only in Group II and amounted to 5.3 %.

**Conclusion.** Decompression and stabilization surgery within the first eight hours after the injury, together with a complex of intensive care measures for acute complicated injury of the lower cervical spine have a significant positive effect on the course of the acute and early periods of traumatic SC disease.

**Key Words:** complicated spinal injury, spinal cord injury, respiratory complications, duration of mechanical ventilation, hemodynamic support, SOFA scale, mortality.

Please cite this paper as: Statsenko IA, Lebedeva MN, Palmash AV, Lukinov VL, Rerikh VV. Features of the course of complicated injury of the lower cervical spine depending on the timing of surgical decompression of the spinal cord. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2024;21(2):13–26. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2024.2.13-26>.

Повреждения нижнешейного отдела позвоночника, сопровождающиеся компрессией спинного мозга (СМ), являются причиной тяжелых неврологических нарушений, а иногда и смертельных исходов [1, 2]. Обязательной частью комплекса лечебных мероприятий при подобных травмах являются декомпрессионно-стабилизирующие хирургические вмешательства. В научной литературе существуют некоторые разногласия в определении оптимальных сроков выполнения таких операций. Есть мнение, что период от 24 до 36 ч является критическим временным окном, в котором сокращение времени до декомпрессии может улучшить неврологические исходы, в то время как при отсроченной декомпрессии СМ наблюдается резкое и постоянное снижение двигательного восстановления [3, 4]. В соответствии с самыми последними рекомендациями требуется ранняя декомпрессия СМ, которая определяется как хирургическое вмешательство, выполненное в течение 24 ч от момента травмы [5]. Анализи-

руя влияние срока декомпрессии СМ на клинические исходы у пациентов с травмой СМ, большинство исследователей рассматривает динамику неврологического статуса [4, 6]. Так, Burke et al. [7] сравнивали эффективность декомпрессии, выполненной в первые 12 ч, в период от 12 до 24 ч и свыше 24 ч от момента травмы. У 88,8 % пациентов, прооперированных в срок до 12 ч, на момент выписки из стационара наблюдался регресс неврологических нарушений против 38,4 % случаев, когда декомпрессия СМ была выполнена отсрочено. Результаты метаанализов, опубликованных в 2020 и 2021 гг., свидетельствуют об эффективности декомпрессии СМ в первые восемь часов от момента травмы без увеличения количества осложнений и длительности общей госпитализации [8, 9]. Однако имеются и противоположные результаты. Так, исследование Liu et al. [10] показало ухудшение неврологического статуса в группе ранней декомпрессии СМ в сравнении с группой поздней декомпрессии СМ: 6,6 % и 0,7 %

соответственно ( $p < 0,001$ ). Аналогичные результаты были получены авторами и при анализе частоты неблагоприятных исходов – 7,1 % и 2,1 % ( $p = 0,003$ ). При этом по длительности ИВЛ, частоте развития инфекционных и сосудистых осложнений значимых различий это исследование не показало [10].

Таким образом, анализ опубликованных научных сведений свидетельствует о достаточном количестве публикаций, оценивающих эффективность ранней декомпрессии СМ с позиций неврологического исхода. При этом вопросы влияния срока декомпрессии СМ на тяжесть состояния пострадавших после хирургического этапа лечения при проведении интенсивной терапии в условиях ОРИТ освещены в меньшей степени, что и определило цель нашего исследования.

Цель исследования – анализ влияния срочности выполнения хирургической декомпрессии СМ на течение острого и раннего периодов осложненной травмы нижнешейного отдела позвоночника.

## Материал и методы

Ретроспективно проанализированы результаты лечения 75 пациентов с острой осложненной травмой нижнешейного отдела позвоночника, получивших специализированную хирургическую помощь в Новосибирском НИИТО им. Я.Л. Цивьяна в период с декабря 2014 г. по ноябрь 2023 г.

Критерии включения в исследование: изолированная осложненная травма нижнешейного отдела позвоночника, тяжесть повреждения СМ ASIA A и B, хирургическая декомпрессия СМ, потребность в ИВЛ.

Критерии не включения: сочетанная травма, политравма, уровень повреждения СМ  $C_1$ – $C_2$ , возраст старше 60 лет, вирусные пневмонии, вторичный иммунодефицит.

Критерии исключения из исследования не было.

В зависимости от срока хирургической декомпрессии СМ после травмы сформировали две группы: I (основная) – 33 пациента, у которых декомпрессию СМ выполнили в первые восемь часов после травмы; II (сравнения) – 42 пациента, у которых декомпрессию СМ выполнили в срок свыше восьми часов от момента травмы.

Исследование одобрено этическим комитетом учреждения (выписка № 008/24 из протокола 004/24 от 17 мая 2024 г.).

Для межгруппового сравнения анализировали пол, возраст, механизм травмы, тяжесть повреждения СМ, наличие сопутствующей патологии, характер и частоту осложнений, показатели газообмена, продолжительность ИВЛ, характер и длительность гемодинамической поддержки, вариабельность сердечного ритма (ВСР), тяжесть состояния пациентов и выраженность органных дисфункций, динамику неврологического статуса, данные лучевых методов диагностики, количество дней нахождения в ОРИТ, длительность госпитализации, летальность.

В ходе исследования осуществляли мониторинг показателей ИВЛ и расширенный мониторинг гемодинами-

ки. Мониторинг ИВЛ включал в себя частоту дыхания (ЧД), дыхательный объем (ДО), минутный объем дыхания (МОВ), объем форсированного дыхания (ОФД), инспираторное давление на вдохе (Pinsp), положительное давление конца выдоха (РЕЕР), торакопульмональную податливость (Cstat), сопротивление дыхательных путей (Raw). Расширенный гемодинамический мониторинг осуществляли методом импедансной кардиографии при помощи монитора Nicom Reliant (Израиль) с регистрацией уровня артериального давления систолического (АДсис), диастолического (АДдиаст), среднего (АДср), показателей сердечного выброса (СО), сердечного индекса (СИ), ударного объема (SV), периферического сосудистого сопротивления (TPR).

Регистрацию ВСР выполняли аппаратом «Поли-Спектр.NET» (Россия) с программным обеспечением. Регистрацию проводили в течение 5 мин в положении пациента лежа, в состоянии покоя.

Тяжесть повреждения СМ оценивали по классификации American Spinal Injury Association (ASIA/IMSOP) [11], тяжесть состояния пациентов – по шкале APACHE II [12], выраженность органных дисфункций – по шкале SOFA [13].

Контрольные точки исследования: при поступлении, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30-е сут интенсивной терапии в ОРИТ.

Статистические расчеты проводили в программе Rstudio (version 0.99.879 – © 2009 2016 RStudio, Inc., USA, 250 Northern Ave, Boston, MA 02210 844-448-121).

Из-за малого числа показателей, удовлетворяющих условию применимости параметрического t-критерия сравнения Стьюдента, непрерывные показатели сравнивали непараметрическими ранговыми критериями: U-критерием Манна – Уитни и знаковым критерием Вилкоксона.

Дескриптивная статистика для непрерывных данных представлена в виде медианы [первый квартиль; третий квартиль]; бинарные данные – в виде количества элементов (событий, осложнений

и т.п.), процента от размера группы [нижняя граница 95 % ДИ; верхняя граница 95 % ДИ] по формуле Вильсона; для каждого уровня категориальных данных приводится количество пациентов на уровне (процент от общего количества пациентов в группе). Для статистической проверки гипотез о равенстве выборочных распределений у непрерывных показателей в разных временных точках использовали критерий Вилкоксона. Выявление предикторов проводили построением моделей логистических регрессий.

Проверку статистических гипотез выполняли при критическом уровне значимости 0,05, то есть различие считалось статистически значимым при достигнутом уровне  $p < 0,05$ .

## Результаты

Среди пациентов обеих групп преобладали лица мужского пола трудоспособного возраста. Средний возраст пациентов группы I – 29 [25; 39] лет, II – 35 [30; 42];  $p = 0,129$ . Пациентов мужского пола в группе I было 31 (94,0 %), в группе II – 38 (90,5 %);  $p > 0,999$ . Ведущими причинами травмы в общей выборке явились травма ныряльщика – 36 (48,6 %) пациентов, ДТП – 18 (24,3 %) и кататравма – 12 (16,2 %) при отсутствии статистически значимых межгрупповых различий.

Распределение пациентов в группах по тяжести повреждения СМ представлено в табл. 1.

Травма на уровнях  $C_5$ – $C_6$ ,  $C_6$  и  $C_6$ – $C_7$  являлась наиболее часто встречаемой – 38 (51,3 %) случаев в общей выборке пациентов при отсутствии статистически значимых межгрупповых различий ( $p > 0,999$ ).

Показатели газового состава артериальной крови при поступлении пострадавших на фоне самостоятельного дыхания перед началом дотации кислорода в исследуемых группах были следующие: в группе I  $PaO_2$  – 89,0 [76,0; 140,5] мм рт. ст.,  $PaCO_2$  – 41,0 [38,5; 42,25] мм рт. ст., индекс оксигенации (ИО) – 400,0 [366,0; 423,0]; в группе II  $PaO_2$  – 87,0 [80,5; 103,5] мм рт. ст.,  $PaCO_2$  – 37,0

Таблица 1

Распределение пациентов по тяжести повреждения спинного мозга

| Тяжесть повреждения | Группа I (n = 33) | Группа II (n = 42) | p-уровень |
|---------------------|-------------------|--------------------|-----------|
| ASIA A, n (%)       | 24 (72,7)         | 36 (85,4)          | 0,246     |
| ASIA B, n (%)       | 9 (27,3)          | 6 (14,6)           | 0,246     |

Сравнение причин травматизма проводили точным двусторонним критерием Фишера.

[34,0; 44,0] мм рт. ст., ИО – 323,0 [287,75; 361,0]. При межгрупповом анализе представленных показателей газообмена статистически значимые различия получены только по значениям ИО, которые были ниже у пациентов группы II ( $p = 0,015$ ). Значения ИО в диапазоне от 100 до 200 на дооперационном этапе в группе I были зарегистрированы у одного (3,0 %) пациента, в группе II ИО ниже 200 не было, но значения ИО в диапазоне от 200 до 300 были зарегистрированы у 6 (14,3 %) пациентов. Выявленные нарушения газообмена могли свидетельствовать о наличии у пациентов острой формы диффузного повреждения легких – острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС), что подтверждалось и данными МСКТ органов грудной клетки на этом этапе исследования – диффузное усиление легочного рисунка за счет сосудистого компонента, наличие симметричных

зон затемнений, а также снижение пневматизации.

Всем пострадавшим по неотложным показаниям выполнили декомпрессивно-стабилизирующие операции. Время от момента травмы до декомпрессии СМ статистически значимо различалось и составило 6,1 [5,0; 7,5] ч в группе I и 16,9 [11,8; 39,6] ч – в группе II ( $p < 0,001$ ). Длительность операции – 240 [200; 280] мин в группе I и 225 [196; 256] мин – в группе II ( $p = 0,278$ ). Объем интраоперационной кровопотери в группе I составил 300 [150; 400] мл, в группе II – 175 [100; 300] мл ( $p = 0,029$ ). Во время хирургической декомпрессии СМ ни у одного из пациентов не было зафиксировано осложнений, которые могли бы повлиять на дальнейшее течение травмы.

После хирургического этапа дальнейшего наблюдения и лечение проводили в условиях ОРИТ. Всем пациен-

там осуществляли продленную ИВЛ, соответствующую концепции протективной ИВЛ.

Анализ значений ИО в 1-е сут наблюдения и лечения в ОРИТ показал, что в группе I у 1 (3,0 %) пациента значения ИО были ниже 200 мм рт. ст., а значения ИО в диапазоне от 200 до 300 мм рт. ст. – у 7 (21,2 %) пациентов. При этом причиной травматизма у всех пациентов с ИО ниже 300 мм рт. ст. явилась травма, полученная при нырянии на мелководье. У всех остальных пациентов группы I с аналогичным и другими механизмами травмы показатели ИО были 300 мм рт. ст. и выше. Значения ИО ниже 200 мм рт. ст. в группе II в 1-е сут лечения в ОРИТ были зарегистрированы у 4 (9,5 %) пациентов, у троих из них причинами травмы явилась травма, полученная при нырянии на мелководье, а в одном случае – ДТП. Пациентов с ИО в диапазоне от 200 до 300 мм рт. ст. в группе II было 9 (21,4%), из них только в двух случаях причиной травматизма явилась травма ныряльщика. В остальных случаях значения показателя ИО были 300 мм рт. ст. и больше.

Для обеспечения адекватной санации трахеобронхиального дерева 68 (90,7 %) пациентам в общей выборке выполнили трахеостомию:

Таблица 2

Характер и частота респираторных осложнений в группах исследования

| Осложнение                            | Группа I (n = 33) | Группа II (n = 42) | Точный двусторонний тест Фишера |           |
|---------------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------|-----------|
|                                       | n % [95 % ДИ]     | n % [95 % ДИ]      | ОШ [95 % ДИ]                    | p-уровень |
| Пневмония                             | 18<br>55 [38; 70] | 36<br>86 [72; 93]  | 0,2 [0,1; 0,7]                  | 0,004*    |
| Острый респираторный дистресс-синдром | 13<br>39 [25; 56] | 27<br>66 [51; 78]  | 2,9 [1,0; 8,6]                  | 0,035*    |
| Обструкция главных бронхов            | 1<br>3 [1; 15]    | 12<br>29 [18; 44]  | 12,9 [1,7; 581,6]               | 0,004*    |
| Гидроторакс                           | 11<br>33 [20; 50] | 25<br>61 [46; 74]  | 3,1<br>[1,1; 9,1]               | 0,021*    |
| Ателектаз легкого                     | 7<br>21 [11; 38]  | 22<br>54 [39; 68]  | 4,2<br>[1,4; 14,2]              | 0,008*    |
| Гнойный трахеобронхит                 | 30<br>91 [76; 97] | 40<br>98 [87; 100] | 3,9<br>[0,3; 214,9]             | 0,318     |

ДИ – доверительный интервал; ОШ – отношение шансов; \* статистически значимая разница.



в группе I – на 3-и [2; 3] сут, в группе II – на 2-е [2; 3] сут послеоперационного наблюдения ( $p = 0,323$ ).

Для оценки влияния ранней декомпрессии СМ на частоту развития осложнений со стороны дыхательной системы провели сравнительный межгрупповой анализ (табл. 2), из данных которого видно, что получена статистически значимая разница по частоте развития всех осложнений, кроме гнойного трахеобронхита, который является характерным осложнением, сопровождающим изучаемую травму.

Сравнительный межгрупповой анализ длительности течения пневмонии показал статистически значимое различие: в группе I – 18 [8; 20] сут, в группе II – 28 [20; 39] сут ( $p < 0,001$ ). При этом стоит отметить, что срок до выполнения декомпрессии СМ у пациентов с пневмонией составил 11 [7,5; 32,5] ч против 7 [7,85; 12,5] ч

в тех случаях, когда пневмония не развивалась ( $p = 0,019$ ).

Анализ сроков развития пневмонии выполнен методом построения кривых Каплана – Майера (рис. 1).

В основной группе исследования наиболее часто пневмонию фиксировали на 4–12-е сут наблюдения, первый случай был диагностирован на 4-е сут. В группе сравнения пневмонии чаще диагностировали на 4–9-е сут, у двух пациентов – уже на 1-е сут нахождения в ОРИТ. Анализ показал, что отношение рисков развития пневмонии у пациентов группы сравнения в 2,08 [1,17; 3,67] раза выше по сравнению с пациентами основной группы ( $p = 0,01$ ). Разрешение пневмонии к 20 сут произошло в основной группе в 13 (72 %) случаях, в группе сравнения – только в 9 (27 %);  $p = 0,031$ .

Путем построения однофакторных моделей логистической регрессии выявили отдельные значимые

предикторы развития пневмонии: длительность ИВЛ ( $p = 0,001$ ), время перевода во вспомогательный режим ИВЛ ( $p = 0,004$ ), тяжесть неврологического дефицита ASIA B ( $p = 0,004$ ), тяжесть неврологического дефицита ASIA A ( $p = 0,004$ ), длительность нахождения в ОРИТ ( $p = 0,005$ ), положительная динамика в неврологическом статусе ( $p = 0,009$ ).

Показано, что увеличение продолжительности ИВЛ на трое суток ( $p = 0,001$ ) сопряжено с увеличением шансов развития пневмонии в 1,6 [1,3; 2,2] раза; увеличение времени до перевода во вспомогательный режим ИВЛ на трое суток ассоциировано с увеличением шансов развития пневмонии в 2,0 [1,3; 3,3] раза; наличие тяжести неврологических нарушений (тип ASIA A) ассоциировано с повышением шансов развития пневмонии в 5,87 [1,79; 20,81] раза; увеличение продолжительности нахождения в ОРИТ

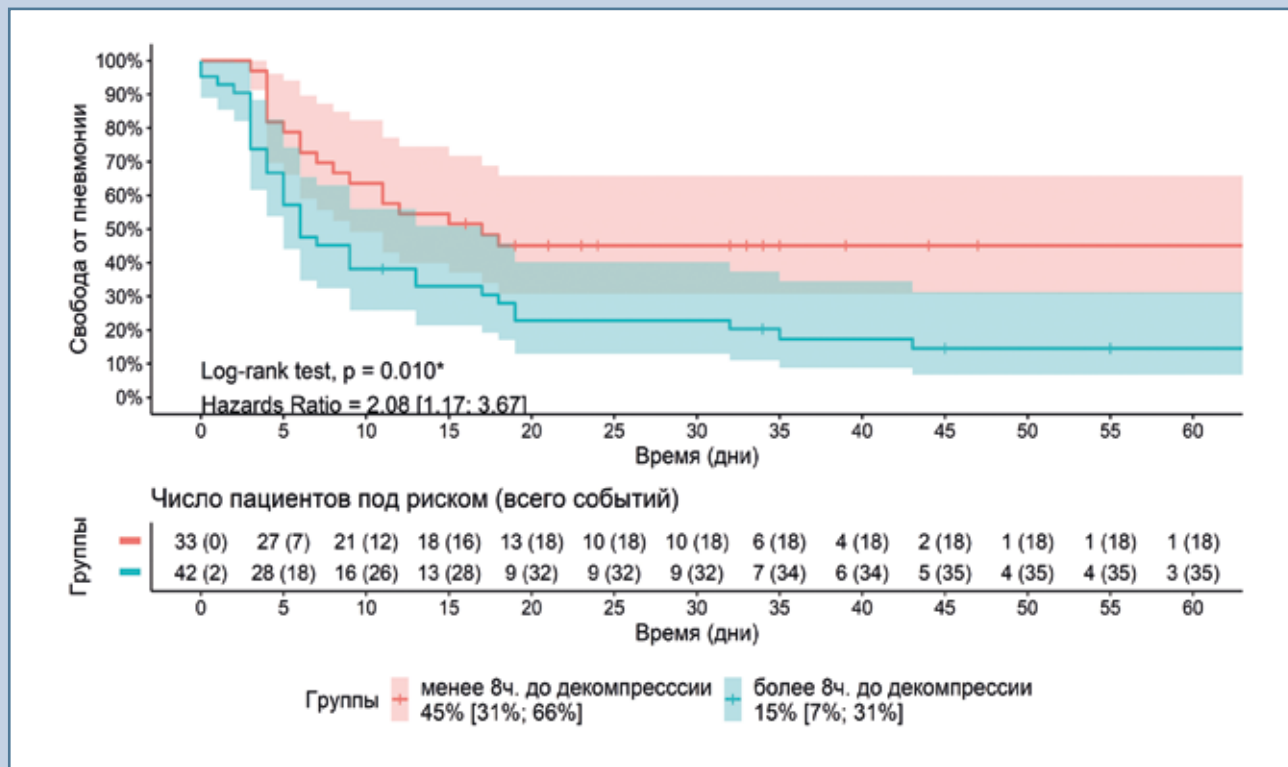


Рис. 1

Сроки развития пневмонии в группах исследования

на трое суток ассоциировано с повышением шансов развития пневмонии в 1,3 [1,1; 1,5] раза; положительная динамика в неврологическом статусе ассоциирована с понижением шансов развития пневмонии в 0,16 [0,04; 0,62] раза.

При сравнительном межгрупповом анализе частоты развития пульмоногенного сепсиса не было получено статистически значимой разницы ( $p = 0,249$ ), но все три случая его развития были зафиксированы у пациентов группы сравнения.

Длительность механической вентиляции легких в группе I была значительно меньше, чем у пациентов группы II, и составила 12 [7; 17] сут и 19 [11; 26] сут соответственно ( $p = 0,001$ ).

Гемодинамическая поддержка на этапе предоперационного обследования для достижения целевых значений АДср  $\geq 85$  мм рт. ст. потребовалось 13 (39,4 %) пациентам в группе I и 21 (51,0 %) – в группе II и осуществлялась путем инфузион-

ной терапии и использования вазопрессорных препаратов. Основным ориентиром для выбора медикаментозного средства на этом этапе являлась ЧСС. Дозы норэпинефрина 0,02 % составили в группе I – 0,08 [0,04; 0,12] мкг/кг/мин, в группе II – 0,125 [0,08; 0,22] мкг/кг/мин ( $p = 0,126$ ); допамин 0,5 % в группе I – 3,0 [2,55; 4,15] мкг/кг/мин, в группе II – 3,46 [3,23; 4,66] мкг/кг/мин ( $p = 0,905$ ). На этапе хирургического лечения количество пациентов, нуждающихся в коррекции уровня АД, увеличилось до 65,3 %. После окончания хирургического этапа лечения поддержание целевых показателей АДср  $\geq 85$  мм рт. ст. осуществляли в ОРИТ, это потребовалось 73 (97,3 %) пациентам.

Присоединение расширенного мониторинга гемодинамики в 1-е сут наблюдения в ОРИТ позволило выявить три варианта гемодинамических нарушений. В 62,5 % случаев снизилось TPR при нормальных значениях CI, у 25,0 % пациентов было снижение

как TPR, так и CI, в 12,5 % случаев причиной гипотонии являлось изолированное снижение CI. Продолжительность гемодинамической поддержки значительно различалась в группах исследования: в группе I – 6 [3; 10] сут, в группе II – 10 [5; 15] сут ( $p = 0,019$ ).

Тяжесть состояния пациентов по шкале APACHE II при поступлении не имела статистически значимых различий и составила 7 [5; 9] баллов в группе I и 7 [7; 9] баллов в группе II ( $p = 0,072$ ). При этом выраженность органических дисфункций, оцениваемая по шкале SOFA, свидетельствовала о наличии статистически значимых межгрупповых различий: 2 [0; 3] балла в группе I и 3 [2; 4] – в группе II ( $p = 0,022$ ).

Результаты межгруппового сравнительного анализа с использованием шкал APACHE II и SOFA на последующих этапах исследования представлены в табл. 3.

При анализе по шкале SOFA наибольшая выраженность органических дис-

Таблица 3

Оценка межгруппового сравнительного анализа с использованием шкал APACHE II и SOFA

| Период исследования, сут | Группа I (n=33)  | Группа II (n=42) | Сравнение U-критерием Манна – Уитни |           |
|--------------------------|------------------|------------------|-------------------------------------|-----------|
|                          | МЕД [ИКИ]        | МЕД [ИКИ]        | МЕД [95 % ДИ]                       | p-уровень |
| <b>Шкала APACHE II</b>   |                  |                  |                                     |           |
| 1-е                      | 7 [6,00; 9,00]   | 8 [7,00; 9,75]   | 1 [0,00; 2,00]                      | 0,037*    |
| 3-и                      | 7 [5,75; 7,25]   | 9 [7,00; 10,00]  | 2 [1,00; 2,00]                      | <0,001*   |
| 5-е                      | 7 [5,00; 7,50]   | 9 [7,00; 10,00]  | 2 [1,00; 3,00]                      | <0,001*   |
| 7-е                      | 7 [6,00; 8,75]   | 8 [7,00; 10,00]  | 2 [1,00; 2,00]                      | 0,002*    |
| 10-е                     | 7 [5,00; 7,00]   | 8 [7,00; 10,00]  | 2 [1,00; 2,00]                      | 0,001*    |
| 15-е                     | 5 [5,00; 7,00]   | 8 [7,00; 10,00]  | 2 [1,00; 3,00]                      | <0,001*   |
| 20-е                     | 5,5 [5,00; 7,00] | 8 [6,00; 9,50]   | 1 [1,00; 3,00]                      | 0,002*    |
| 25-е                     | 7 [5,00; 7,00]   | 8 [7,00; 9,00]   | 1 [0,00; 2,00]                      | 0,128     |
| 30-е                     | 7 [5,00; 7,00]   | 8 [6,75; 8,25]   | 1,91 [0,00; 4,00]                   | 0,022*    |
| <b>Шкала SOFA</b>        |                  |                  |                                     |           |
| 1-е                      | 3 [3,00; 5,00]   | 4,0 [3,00; 5,00] | 1 [0,00; 1,00]                      | 0,124     |
| 3-и                      | 3 [2,00; 4,00]   | 4,0 [3,00; 5,00] | 1 [0,00; 1,00]                      | 0,052     |
| 5-е                      | 2 [1,00; 3,00]   | 4,0 [3,00; 5,00] | 2 [1,00; 2,00]                      | <0,001*   |
| 7-е                      | 2 [1,00; 3,00]   | 3,0 [2,00; 4,00] | 1 [0,00; 1,00]                      | 0,100     |
| 10-е                     | 1 [0,00; 2,00]   | 2,0 [1,00; 4,00] | 1 [1,00; 2,00]                      | <0,001*   |
| 15-е                     | 1 [0,00; 1,75]   | 2,0 [1,00; 3,00] | 1 [1,00; 2,00]                      | <0,001*   |
| 20-е                     | 1 [0,00; 1,00]   | 2,0 [1,00; 3,00] | 1 [0,00; 2,00]                      | 0,005*    |
| 25-е                     | 1 [1,00; 1,00]   | 1,5 [1,00; 2,25] | 1 [0,00; 1,00]                      | 0,132     |
| 30-е                     | 1 [1,00; 1,00]   | 2,0 [1,00; 2,00] | —                                   | —         |

МЕД — медиана; ИКИ — интерквартильный интервал; ДИ — доверительный интервал; \* статистически значимые различия.

функций по сумме совокупных баллов зафиксирована в группе I на 1-е и 3-и сут, в группе II – 1–5-е сут. При этом статистически значимые межгрупповые различия, свидетельствующие о большей выраженности органных дисфункций у пациентов в группе II, отмечены на 5-е сут наблюдения.

Тяжесть состояния пациентов в группе I, выраженная в баллах по шкале APACHE II, была стабильной в течение первых 10 сут и значимо ниже аналогичной оценки в группе II на всех этапах исследования.

В результате корреляционного анализа установлена высокая положительная корреляционная связь баллов по шкале SOFA с длительностью нахождения в ОРИТ на 30-е сут наблюдения ( $r = 0,77$ ;  $p < 0,001$ ), средняя положительная корреляционная связь на 15-е сут ( $r = 0,64$ ;  $p < 0,001$ ) и 20-е ( $r = 0,57$ ;  $p < 0,001$ ).

Показатели ВСР в динамике были зарегистрированы у 10 пациентов общей выборки (табл. 4), из которых следует, что снижение временных и спектральных составляющих ВСР, а также превалирование в общей мощности спектра VLF-компоненты, доля которой составляла более 60 % в острый и более 50 % в ранний пери-

од травмы, отражают повышенную активность центрального контура регуляции сердечного ритма и свидетельствуют о высоком уровне напряжения регуляторных систем и низких адаптационных возможностях сердечно-сосудистой системы у пациентов с осложненной травмой позвоночника.

Положительная динамика в неврологическом статусе отмечена у 11 (15,0 %) пациентов в общей выборке: у 10 пациентов в группе I – 30,0 % [17,0 %; 47,0 %] и только у одного пациента в группе II – 2,0 % [0,0 %; 12,0 %];  $p < 0,001$ . В группе I у четырех пациентов отмечен переход тяжести повреждения СМ из класса ASIA A в класс B и у шести пациентов – из класса ASIA B в класс C. В группе II положительная динамика в неврологическом статусе соответствовала переходу тяжести травмы СМ из класса ASIA B в класс C.

Для определения предикторов регресса неврологических нарушений использовали метод логистической регрессии для однофакторных и многофакторных моделей.

Путем построения однофакторных моделей логистической регрессии выявили отдельные значимые предикторы регресса невро-

логических нарушений у всех пациентов, включенных в исследование: тяжесть повреждения СМ класса ASIA A ( $p = 0,001$ ); тяжесть повреждения СМ класса ASIA B ( $p = 0,001$ ); время от момента травмы до начала интенсивной терапии ( $p = 0,006$ ); время от момента травмы до декомпрессии СМ ( $p = 0,008$ ); повреждение СМ на уровне C<sub>6</sub> ( $p = 0,024$ ); продолжительность гемодинамической поддержки ( $p = 0,029$ ).

Показано, что повреждение СМ класса ASIA A ассоциировано с понижением шансов регресса неврологических нарушений в 0,08 [0,02; 0,33] раза; повреждение СМ класса ASIA B ассоциировано с повышением шансов регресса неврологических нарушений в 12,25 [3,05; 56,67] раза; время от момента травмы до начала интенсивной терапии менее 4,65 ч ассоциировано с повышением шансов регресса неврологических нарушений в 9,9 [2,3; 68,98] раза; время от момента травмы до декомпрессии СМ менее 8,2 ч ассоциировано с повышением шансов регресса неврологических нарушений в 17,83 [3,12; 337,74] раза; травма СМ на уровне C<sub>6</sub> ассоциирована с повышением шансов регресса неврологических нарушений в 5,52

Таблица 4

Показатели вариабельности сердечного ритма

| Показатель / норма                   | Период исследования |                |                |               |                |                |
|--------------------------------------|---------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
|                                      | 1-е сут             | 3-и сут        | 5-е сут        | 7-е сут       | 10-е сут       | 15-е сут       |
| <b>Статистические показатели</b>     |                     |                |                |               |                |                |
| ЧСС / 60–80 уд. в мин                | 68,6 ± 7,8          | 70,0 ± 5,4     | 73,0 ± 9,8     | 71,4 ± 7,7    | 69,2 ± 6,6     | 65,9 ± 9,3     |
| RRmin, мс                            | 755,0 ± 147,5       | 710,3 ± 151,8  | 792,8 ± 100,9  | 792,0 ± 92,3  | 645,6 ± 69,3   | 808,0 ± 62,8   |
| RRmax, мс                            | 1052,3 ± 139,6      | 1014,1 ± 133,6 | 1029,3 ± 109,8 | 976,8 ± 87,1  | 936,4 ± 154,1  | 1041,0 ± 100,4 |
| SDNN / 60 ± 6 мс                     | 55,0 ± 19,5         | 38,3 ± 11,8    | 35,0 ± 11,3    | 32,1 ± 12,7   | 38,5 ± 8,3     | 31,2 ± 12,6    |
| RMSSD / 27 ± 12 мс                   | 28,6 ± 10,0         | 24,3 ± 12,5    | 25,6 ± 10,0    | 23,7 ± 14,2   | 25,2 ± 8,2     | 25,6 ± 15,0    |
| pNN50 / 29,00 ± 19,55 %              | 6,9 ± 5,9           | 5,5 ± 5,2      | 9,0 ± 9,6      | 5,3 ± 7,3     | 2,8 ± 2,9      | 6,9 ± 9,3      |
| <b>Спектральные показатели</b>       |                     |                |                |               |                |                |
| TP / 3466 ± 1018 мс <sup>2</sup> /Гц | 2574,3 ± 1375,8     | 969,7 ± 492,3  | 1279,8 ± 813,7 | 666,3 ± 400,4 | 1231,0 ± 289,6 | 645,4 ± 323,8  |
| VLF / 765 ± 410 мс <sup>2</sup> /Гц  | 1716,8 ± 1068,6     | 589,1 ± 338,7  | 713,1 ± 532,7  | 383,2 ± 248,9 | 623,8 ± 240,2  | 332,2 ± 192,2  |
| LF / 1170 ± 416 мс <sup>2</sup> /Гц  | 536,5 ± 334,6       | 207,4 ± 124,9  | 252,8 ± 182,9  | 106,0 ± 36,3  | 330,0 ± 204,4  | 179,8 ± 128,2  |
| HF / 975 ± 203 мс <sup>2</sup> /Гц   | 320,8 ± 205,4       | 173,0 ± 126,0  | 326,4 ± 283,2  | 173,2 ± 170,3 | 277,2 ± 175,4  | 133,8 ± 76,2   |
| LF/HF / 1,5–2,0                      | 2,1 ± 1,1           | 1,5 ± 0,5      | 1,4 ± 0,9      | 1,9 ± 1,4     | 2,0 ± 1,4      | 1,6 ± 0,5      |
| SI, 1/с <sup>2</sup>                 | 101,5 ± 68,9        | 258,9 ± 220,2  | 207,6 ± 131,8  | 322,7 ± 190,3 | 136,3 ± 46,2   | 207,9 ± 41,0   |

[1,18; 24,81] раза; увеличение продолжительности гемодинамической поддержки на одни сутки ассоциировано с понижением шансов регресса неврологических нарушений в 0,82 [0,67; 0,95] раза.

Построение многофакторной модели логистической регрессии выявило мультипликативные значимые предикторы регресса неврологических нарушений: тяжесть повреждения СМ класса ASIA B ( $p = 0,001$ ), время от факта травмы до начала интенсивной терапии ( $p = 0,006$ ). Показано, что тяжесть повреждения СМ класса ASIA B ассоциирована с повышением шансов регресса неврологических нарушений в 18,76 [3,59; 150,75] раза, время от момента травмы до начала интенсивной терапии менее 4,65 ч ассоциировано с повышением шансов регресса неврологических нарушений в 15,18 [2,7; 154,33] раза. Для данной многофакторной модели с помощью ROC-анализа определены наилучшие показатели чувствительности (100,0 %) и специфичности (59,4 %) для порогового значения вероятности регресса неврологических нарушений 9,0 %.

Летальные исходы были зафиксированы у 4 (5,3 %) пациентов группы II с тяжелым повреждением СМ (класс ASIA A). При межгрупповом сравнении показателя летальности статистически значимой разницы не получено ( $p = 0,126$ ). Причинами летальных исходов в двух случаях явилась комбинация пульмоногенного сепсиса, развившегося на фоне тяжелого течения внутригоспитальной пневмонии, и абдоминального сепсиса, развившегося на фоне острого некалькулезного холецистита. В одном случае причиной летального исхода был пульмоногенный сепсис, еще в одном случае – острое нарушение мозгового кровообращения по геморрагическому типу.

С учетом отсутствия статистически значимых различий по частоте летальных исходов в исследуемых группах провели сравнительный анализ для двух исходов: благоприятный – 71 (94,7 %) пациент и летальный – 4 (5,3 %) пациента.

Установлено, что пациенты с неблагоприятным исходом имели статистически значимую разницу в возрасте по отношению к пациентам с благоприятным исходом: 53,5 [48,0; 56,0] года и 33,0 [26,0; 41,5] года соответственно ( $p = 0,01$ ). Также получена значимая разница по сроку поступления в приемное отделение: 30,0 [11,0; 57,5] ч и 5,5 [2,4; 13,5] ч ( $p = 0,037$ ) и времени до декомпрессии СМ от момента травмы: 34,25 [13,88; 68] ч и 9,20 [6,5; 19,75] ч ( $p = 0,41$ ).

Для определения предикторов летальных исходов использовали метод логистической регрессии.

Путем построения однофакторных моделей логистической регрессии выявлены отдельные значимые предикторы неблагоприятных исходов: длительность ИВЛ ( $p = 0,002$ ); длительность нахождения в ОРИТ ( $p = 0,003$ ); продолжительность гемодинамической поддержки ( $p = 0,037$ ); возраст пациента ( $p = 0,002$ ); наличие ишемической болезни сердца ( $p = 0,003$ ); наличие хронической сердечной недостаточности ( $p = 0,012$ ); повреждение СМ на уровне  $C_3$ – $C_4$  ( $p = 0,04$ ). Показано, что длительность ИВЛ более 52 сут ассоциирована с повышением шансов летальности в 140 [7,97; 6116,91] раз; длительность нахождения в ОРИТ более 55,5 сут ассоциирована с повышением шансов летальности в 69 [4,85; 1970,09] раз; продолжительность гемодинамической поддержки более семи суток ассоциирована с повышением шансов летальности в 3,19 [1,5; 11] раза; возраст более 51,5 года ассоциирован с повышением шансов летальности в 69 [4,85; 1970,09] раз; наличие ишемической болезни сердца ассоциировано с повышением шансов летальности в 70 [4,92; 1998,46] раз; наличие хронической сердечной недостаточности ассоциировано с повышением шансов летальности в 20,67 [2,37; 444,19] раза; повреждение СМ на уровне  $C_3$ – $C_4$  ассоциировано с повышением шансов летальности в 23,33 [0,8; 704,15] раза.

Длительность нахождения в ОРИТ составила в группе I – 20 [16; 25] сут,

в группе II – 29 [23,5; 41,75] сут ( $p = 0,001$ ), общая длительность госпитализации в группе I – 38 [27; 46] сут, в группе II – 57 [45,75; 67,5] сут ( $p < 0,001$ ).

Следует отметить, что все результаты исследования получены на фоне применения одинакового подхода к мероприятиям интенсивной терапии в обеих группах по представленным алгоритмам (рис. 2, 3).

## Обсуждение

Хотя травматические повреждения позвоночника встречаются достаточно часто, вопросы, касающиеся их, до сих пор дискутируются, особенно при лечении пациентов с тяжелыми травмами [14]. Течение острого и раннего периодов осложненной травмы нижнешейного отдела позвоночника с наличием компрессии СМ мы изучали с учетом фактора срочности декомпрессивно-стабилизирующих операций. В исследование включены только пациенты с изолированной травмой нижнешейного отдела позвоночника, чтобы свести к минимуму возможное влияние на течение травматической болезни СМ других травм.

Известно, что острое повреждение СМ характеризуется ранней респираторной дисфункцией, затрагивающей все уровни респираторной системы [15]. В выполненном исследовании показано, что уже на этапе госпитализации пострадавших выявлялись признаки, свидетельствующие о наличии острого повреждения легких – ОРДС, проявляющегося нарушением газообмена и характерными признаками по данным МСКТ легких. Соответствующие признаки были зарегистрированы в основной группе у 3,0 %, в группе сравнения – у 14,3 % пострадавших. О степени острого повреждения легких мы судили по значениям ИО, которые соответствовали ОРДС легкой и средней степени тяжести.

Полученные данные вполне соответствуют результатам последних экспериментальных исследований, авторы которых показали наличие застоя в легочных капиллярах через 6 ч после



травмы, заполнение легочных альвеол эритроцитами и серозным экссудатом – через 12 ч, наличие кровоизлияний и отеков в интерстиции и альвеолах легких – через 24 ч [16–

18]. Поскольку наиболее частой причиной травматизма в общей выборке пациентов явилась травма, полученная при нырянии на мелководье (49,3 %), логично предположить, что вероятная

аспирация могла послужить первичным повреждающим фактором в патогенезе ОРДС, а также причиной развития пневмонии, которая, по данным научной литературы [19–21], при этом механизме травмы регистрируется в 42,5 % случаев.

Еще более убедительные данные, свидетельствующие о наличии диффузного повреждения легких у изучаемой категории пациентов, получены в 1-е сут после травмы на фоне ИВЛ, когда признаки ОРДС регистрировались в основной группе в 24,2 % случаев, а в группе сравнения – в 57,1 % ( $p < 0,001$ ). Значения ИО свидетельствовали о наличии у всех этих пациентов повреждений легких в легкой или умеренной степени. При наблюдении в динамике характерные рентгенологические признаки ОРДС в виде зон матового стекла в группе I были выявлены у 39,0 % пациентов, а в группе II – у 67,0 % ( $p = 0,022$ ). Полученные результаты совпадают с выводами ранее выполненных клинических исследований, авторы которых показали, что при травме СМ встречаются две распространенные формы респираторных осложнений: острое повреждение легких и его наиболее тяжелая форма – ОРДС, возникающие вследствие как самой травмы, так и пневмонии, шока, аспирации и сепсиса [22–24].

Известно, что развитие осложнений со стороны органов дыхания является наиболее частым и в общей структуре осложнений после травмы СМ. Более того, около 30 % всех смертей при травме СМ обусловлены именно респираторными осложнениями, причем пневмония является наиболее распространенной причиной на всех этапах течения травматической болезни СМ [25], которая серьезно влияет на продолжительность пребывания в больнице и неврологический исход у пациентов с травмой СМ [26, 27]. В выполненном исследовании развитие пневмонии зарегистрировано у 72 % пациентов. Однако декомпрессия СМ в первые восемь часов от момента травмы статистически значимо (на 31 %) снижала как часто-

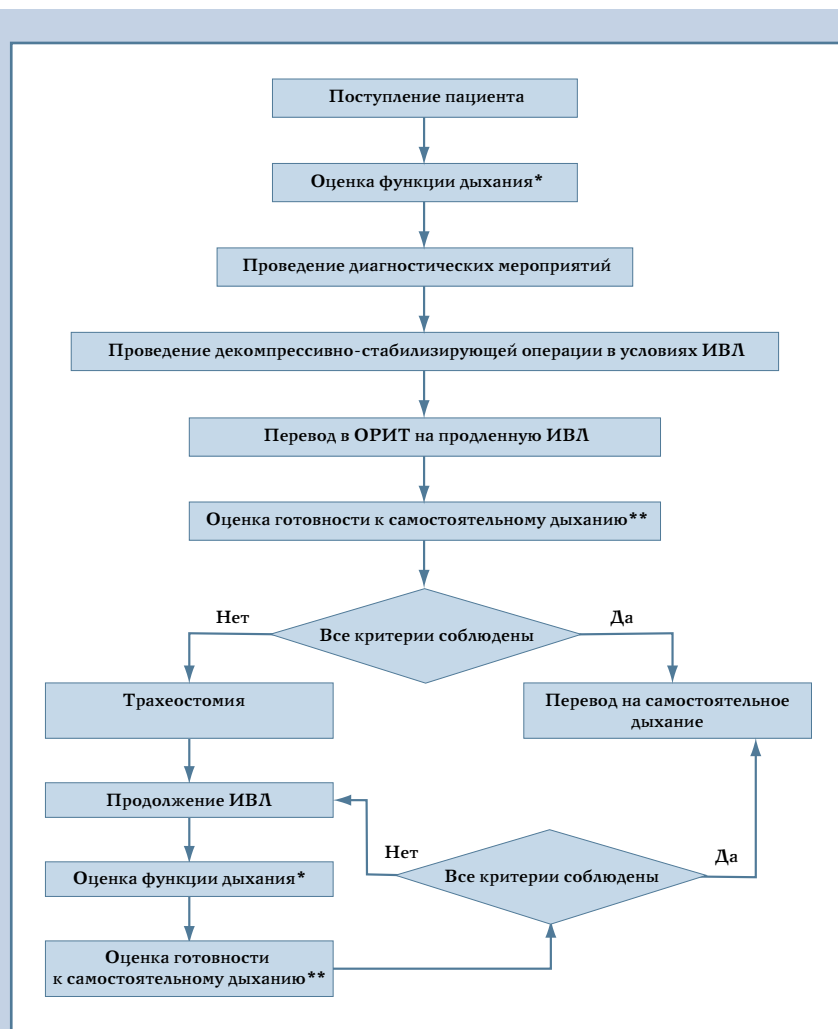


Рис. 2

Алгоритм определения готовности пациентов к самостоятельному дыханию:

\* оценка функции системы дыхания: ЧД, SpO<sub>2</sub>, газовый состав и КОС артериальной крови; функциональное состояние диафрагмы методом УЗИ (ТДФД, ЭДФД, ЭДСД);

\*\* критерии готовности пациента к самостоятельному дыханию: общие критерии (отсутствие угнетения сознания и патологических ритмов дыхания, полное прекращение действия миорелаксантов и других препаратов, угнетающих дыхание, отсутствие признаков шока, стабильная гемодинамика, отсутствие активного инфекционного процесса); респираторные критерии (ИВЛ во вспомогательных режимах вентиляции с параметрами респираторной поддержки на уровне Pinsp 6–10 мбар и РЕЕР 5–8 мбар, индекс оксигенации >300, SpO<sub>2</sub> > 95 % при использовании FiO<sub>2</sub> < 40 %); дополнительные критерии (значения функционального состояния диафрагмы ТДФД, ЭДФД, ЭДСД должны превышать показатели, зарегистрированные в момент поступления)

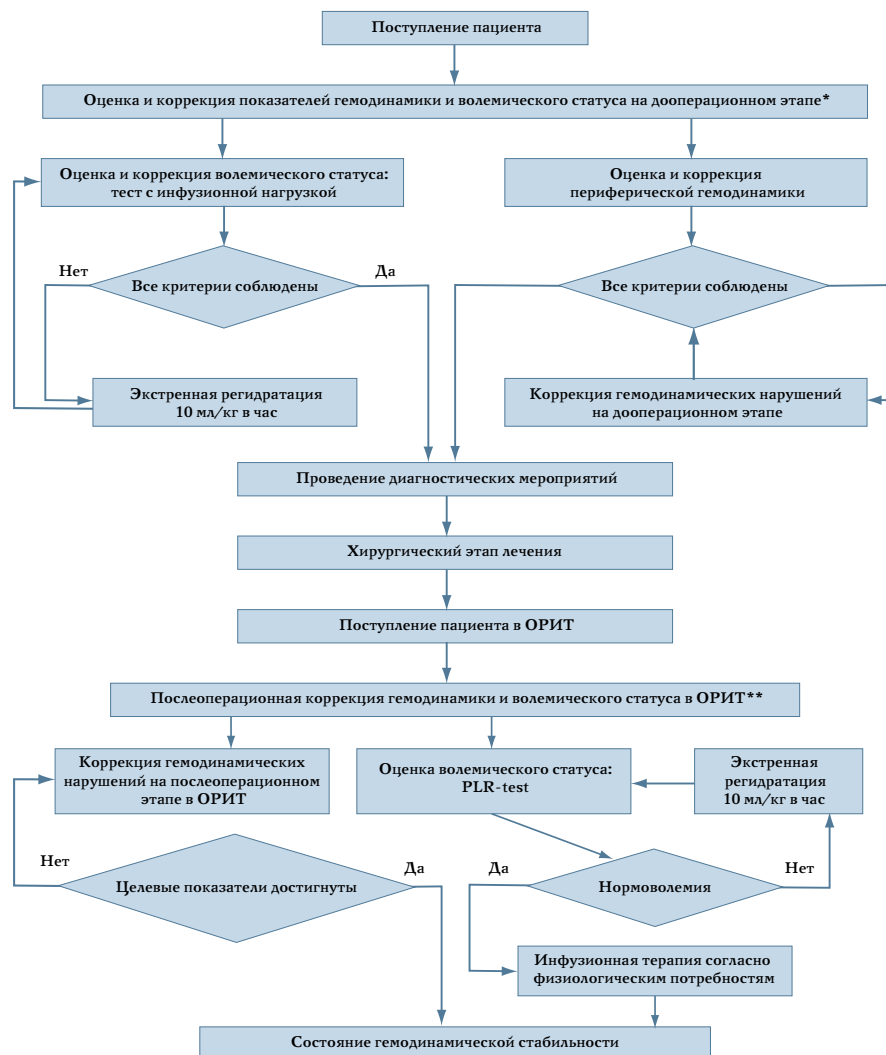


Рис. 3

Алгоритм стабилизации гемодинамики: \* оценка волемического статуса (тест с инфузионной нагрузкой – в/в введение кристаллоидного раствора из расчета 3 мл/кг в течении 5–10 мин); оценка и коррекция гемодинамики на дооперационном этапе (целевые показатели АДср  $\geq 85$  мм рт. ст. и ЧСС  $\geq 65$  уд. в мин; регистрация АДср  $\leq 85$  мм рт. ст. и ЧСС  $\geq 65$  уд. в мин – назначается норэпинефрин в дозировке 0,01–0,50 мкг/кг; регистрация АДср  $\geq 85$  мм рт. ст. и ЧСС  $\leq 65$  уд. в мин – назначается допамин в дозировке 1,0–10,0 мкг/кг в мин; регистрация АДср  $\leq 85$  мм рт. ст. и ЧСС  $\leq 65$  уд. в мин – назначается норэпинефрин 0,01–0,50 мкг/кг в комбинации с допамином 1,0–10,0 мкг/кг в мин); \*\* оценка и коррекция показателей системной гемодинамики на послеоперационном этапе в ОРИТ (целевые показатели: АДср 85–95 мм рт. ст.; ЧСС 65–80 уд. в мин; CI 2,5–4,0 л/мин/м<sup>2</sup>; TPR 800–1200 дин°с/см<sup>5</sup>); на основании показателей центральной гемодинамики определяют тип гемодинамических нарушений и вариант медикаментозной коррекции (тип 1: показатели CI 2,5–4,0 л/мин/м<sup>2</sup> и TPR  $\leq 800$  дин°с/см<sup>5</sup> – при значениях ЧСС  $\leq 65$  уд. в мин назначается допамин в дозировке 1,0–10,0 мкг/кг в мин, при значениях ЧСС  $\geq 65$  уд. в мин назначается норэпинефрин 0,01–0,50 мкг/кг; тип 2: CI  $\leq 2,5$  л/мин/м<sup>2</sup> и TPR 800–1200 дин°с/см<sup>5</sup> – назначается добутамин 1,0–10,0 мкг/кг в мин; тип 3: CI  $\leq 2,5$  л/мин/м<sup>2</sup> и TPR  $\leq 800$  дин°с/см<sup>5</sup> – назначается добутамин 1,0–10,0 мкг/кг в мин в комбинации с норэпинефрином 0,01–0,50 мкг/кг); оценка и коррекция волемического статуса: Passive leg raising (PLR test) – при увеличении SV на 10 % и более дополнительно к назначенной ранее терапии назначается экстренная регидратация в объеме 10 мл/кг/ч, при возрастании менее 10 % инфузионная терапия проводится в объеме физиологической потребности с учетом патологических потерь

ту развития пневмоний, так и продолжительность течения патологического процесса. Также проведенный анализ показал, что отношение рисков развития пневмонии при отсроченной декомпрессии СМ в 2,08 [1,17; 3,67] раза выше ( $p = 0,01$ ).

Наличие измененной механики дыхания у изучаемой категории пациентов в силу самой травмы, а также присоединения инфекционных осложнений определяет необходимость ИВЛ [28]. Общая продолжительность ИВЛ в основной группе была значительно меньше. Также зарегистрировано малое количество неудачных случаев отлучения пациентов от ИВЛ – 3,0 % в основной группе против 7,1 % в группе сравнения.

Известно, что при травме СМ задействованы два механизма повреждения нервной ткани – первичное и вторичное. Вторичными повреждениями, которые могут усугубить исходную травму, обычно являются гипоксия и гипотония. В свете нынешнего понимания патогенеза повреждения СМ эпизоды гипотонии в острой фазе травмы снижают перфузию СМ и приводят к более медленному неврологическому восстановлению или его отсутствию [29]. Поэтому основной целью лечения является поддержание уровня АДср 85–90 мм рт. ст. в течение семи дней после травмы СМ. Для поддержания рекомендуемых значений АД требуется интенсивное управление гемодинамикой. Обычно используются вазопрессорные препараты, которые могут давать свои собственные осложнения [30, 31].

По отношению к общей выборке пациентов мы придерживались существующих мировых рекомендаций. Вместе с тем расширенный мониторинг показателей гемодинамики позволил выявить три варианта гемодинамических нарушений и определить возможность индивидуализированного подхода с корректным выбором препаратов и подбором адекватной дозы для достижения эффективных значений АД с учетом установленного гемодинамического профиля пациента. Полученные результаты

созвучны с мнением других исследователей о том, что гипотония представляет собой спектр гемодинамических профилей, учет этого фактора является очень важным для принятия решений по лечению пациентов [32, 33].

Мы установили, что гемодинамическая поддержка зависит от срочности выполнения хирургической декомпрессии СМ и статистически значимо менее продолжительна при выполнении операции в первые восемь часов после травмы. Этот результат безусловно явился следствием не только своевременного устранения продолжающейся компрессии СМ, но и максимально раннего начала лечебных мероприятий по устранению гемодинамических нарушений. При этом именно достижение гемодинамической стабильности на этапе госпитализации пострадавших позволяло выполнять декомпрессивно-стабилизирующие операции в максимально ранние сроки.

Есть сведения, что после травмы СМ возникает интенсивная системная воспалительная реакция, что способствует органной дисфункции [34]. Для определения тяжести состояния пациентов и количественной оценки случаев органной дисфункции мы использовали шкалы SOFA и APACHE II, которые широко применяются в общемировой практике отделений ОРИТ [35, 36]. При межгрупповом сравнении установлено, что совокупный балл SOFA и аналогичный показатель APACHE II на большинстве этапов исследования оказались статистически значимо меньшими у пациентов основной группы исследования.

Полученные результаты оценки тяжести состояния и выраженности органной дисфункции, на наш взгляд, обусловлены тем фактом, что пациенты группы I имели значимо меньшее количество осложнений со стороны респираторной системы как инфекционного, так и неинфекционного характера. Также имела значение и продолжительность осуществления гемодинамической поддержки, которая в группе I была статистически значимо меньшей. Именно показате-

ли, свидетельствующие о нарушениях функции респираторной и сердечно-сосудистой систем, учитываемые в используемых шкалах, и являлись определяющими при расчете совокупного количества баллов.

У пациентов, перенесших раннюю декомпрессивную операцию, наблюдается более высокий уровень улучшения исходного неврологического статуса, в ряде случаев на две степени по шкале повреждений ASIA [37, 38]. Выполненное исследование продемонстрировало, что ранняя хирургическая декомпрессия была связана с благоприятным неврологическим восстановлением у 30,3 % пациентов против 2,0 % случаев, когда декомпрессия СМ выполнялась отсрочено ( $p < 0,001$ ). Результаты, полученные при многофакторном регрессионном анализе, указывают на то, что раннее начало мероприятий комплексной интенсивной терапии, направленных на коррекцию органной дисфункции, в совокупности с ранним устранением компрессии СМ являются значимыми предикторами регресса исходного неврологического дефицита по шкале ASIA.

В выполненном нами исследовании показано, что продолжительность нахождения пациентов в ОРИТ и общая длительность госпитализации имеют статистически значимые межгрупповые различия ( $p = 0,001$ ) и указывают на преимущества ранних декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств.

Известно, что пациенты с травмами СМ имеют высокий риск летальных исходов. Последние исследования показывают, что внутрибольничная летальность у изучаемой категории пациентов колеблется от 5,0 до 12,6 % [14, 36]. Есть сведения, что у пациентов с тетраплегией летальность может достигать 22,0 %. При этом респираторные осложнения и сердечно-сосудистые причины (ОШ = 39,03; 95 % ДИ = 8,29–183,89) были значимыми факторами риска, связанными с неблагоприятным исходом [39]. Летальность в нашем исследовании, которая составила 5,3 %, стремится к минимальным

показателям, представленным в научных источниках. Все случаи летальных исходов были у пациентов с тяжестью повреждений СМ ASIA A, которым хирургическую декомпрессию СМ выполняли в сроки более восьми часов от момента травмы. Причинами летальных исходов в 75,0 % случаев служили тяжелые инфекционные осложнения.

## Заключение

Полученные в ходе исследования результаты дают право считать, что мак-

симально раннее проведение декомпрессиивно-стабилизирующих операций в совокупности с максимально ранним началом осуществления комплекса мероприятий интенсивной терапии имеют значимое положительное влияние на течение острого и раннего периодов травматической болезни СМ: уменьшают количество респираторных осложнений и выраженность органных дисфункций, сокращают продолжительность ИВЛ и гемодинамической поддержки, снижают сроки наблюдения и лечения пациентов

в реанимации, общую длительность госпитализации и летальность.

*Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом учреждения.*

*Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.*

## Литература/References

- van Den Hauwe L, Sundgren PC, Flanders AE, Hodler J, Kubik-Huch RA, von Schulthess GK. Spinal Trauma and Spinal Cord Injury (SCI). In: Hodler J, Kubik-Huch RA, von Schulthess GK, editors. Diseases of the Brain, Head and Neck, Spine 2020–2023: Diagnostic Imaging [Internet]. Cham (CH): Springer; 2020. Chapter 19. DOI: 10.1007/978-3-030-38490-6\_19.
- Anandasivam NS, Ondeck NT, Bagi PS, Galivanche AR, Samuel AM, Bohl DD, Grauer JN. Spinal fractures and/or spinal cord injuries are associated with orthopedic and internal organ injuries in proximity to the spinal injury. N Am Spine Soc J. 2021;6:100057. DOI: 10.1016/j.xnsj.2021.100057.
- Badhiwala JH, Wilson JR, Witiw CD, Harrop JS, Vaccaro AR, Aarabi B, Grossman RG, Geisler FH, Fehlings MG. The influence of timing of surgical decompression for acute spinal cord injury: a pooled analysis of individual patient data. Lancet Neurol. 2021;20:117–126. DOI: 10.1016/S1474-4422(20)30406-3.
- Ramakonar H, Fehlings MG. 'Time is Spine': new evidence supports decompression within 24 h for acute spinal cord injury. Spinal Cord. 2021;59:933–934. DOI: 10.1038/s41393-021-00654-0.
- Lee BJ, Jeong JH. Early decompression in acute spinal cord injury: review and update. J Korean Neurosurg Soc. 2023;66:6–11. DOI: 10.3340/jkns.2022.0107.
- Виссарионов С.В., Белянчиков С.М., Солохина И.Ю., Кокушин Д.Н. Оценка временного фактора операции на динамику неврологических нарушений у детей с позвоночно-спинномозговой травмой // Успехи современного естествознания. 2015. № 4. С. 14–18. [Vissarionov SV, Belyanchikov SM, Solokhina IYu, Kokurin DN. Influence of surgical treatment timing on development of neurological disorders in children with spinal cord injury // Advances in current natural science. 2015;4:14–18].
- Burke JF, Yue JK, Ngwenya LB, Winkler EA, Talbott JF, Pan JZ, Ferguson AR, Beattie MS, Bresnahan JC, Haefeli J, Whetstone WD, Suen CG, Huang MC, Manley GT, Tarapore PE, Dhall SS. ultra-early (<12 hours) surgery correlates with higher rate of American Spinal Injury Association Impairment Scale conversion after cervical spinal cord injury. Neurosurgery. 2019;85:199–203. DOI: 10.1093/neuros/nyy537.
- Ma Y, Zhu Y, Zhang B, Wu Y, Liu X, Zhu Q. The impact of urgent (<8 hours) decompression on neurologic recovery in traumatic spinal cord injury: a meta-analysis. World Neurosurg. 2020;140:e185–e194. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.04.230.
- Qiu Y, Chen Y, Xie Y, Xie H, Dong J. Comparative analysis of the efficacy of early and late surgical intervention for acute spinal cord injury: A systematic review and meta-analysis based on 16 studies. Int J Surg. 2021;94:106098. DOI: 10.1016/j.ijsu.2021.106098.
- Liu Y, Shi CG, Wang XW, Chen HJ, Wang C, Cao P, Gao R, Ren XJ, Luo ZJ, Wang B, Xu JG, Tian JW, Yuan W. Timing of surgical decompression for traumatic cervical spinal cord injury. Int Orthop. 2015;39:2457–2463. DOI: 10.1007/s00264-014-2652-z.
- Guest J, Datta N, Jimshelishvili G, Gater DR Jr. Pathophysiology, classification and comorbidities after traumatic spinal cord injury. J Pers Med. 2022;12:1126. DOI: 10.3390/jpm12071126.
- Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II: a severity of disease classification system. Crit Care Med. 1985;13:818–829. DOI: 10.1097/000034465-198603000-00013.
- Lambden S, Laterre PF, Levy MM, Francois B. The SOFA score-development, utility and challenges of accurate assessment in clinical trials. Crit Care. 2019;23:374. DOI: 10.1186/s13054-019-2663-7.
- Spota A, Giorgi PD, Cioffi SPB, Altomare M, Schiro GR, Legrenzi S, Villa FG, Chiara O, Cimbanassi S. Spinal injury in major trauma: Epidemiology of 1104 cases from an Italian first level trauma center. Injury. 2023;54:1144–1150. DOI: 10.1016/j.injury.2023.02.039.
- Mokra D. Acute lung injury – from pathophysiology to treatment. Physiol Res. 2020;69(Suppl 3):S353–S366. DOI: 10.33549/physiolres.934602.
- He B, Nan G. Pulmonary edema and hemorrhage after acute spinal cord injury in rats. Spine J. 2016;16:547–551. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.11.065.
- Huffman EE, Dong BE, Clarke HA, Young LEA, Gentry MS, Allison DB, Sun RC, Waters CM, Alilain WJ. Cervical spinal cord injury leads to injury and altered metabolism in the lungs. Brain Commun. 2023;5:fcad091. DOI: 10.1093/braincomms/fcad091.
- Chu R, Wang N, Bi Y, Nan G. Rapamycin prevents lung injury related to acute spinal cord injury in rats. Sci Rep. 2023;13:10674. DOI: 10.1038/s41598-023-37884-6.
- Первухин С.А., Филичкина Е.А., Стаценко И.А., Пальмаш А.В., Витковская И.В., Лебедева М.Н. Этиология госпитальной пневмонии у пациентов с осложненной травмой шейного отдела позвоночника // Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2020;(3):104–114. [Pervukhin SA, Filichkina EA, Statsenko IA, Palmash AV, Vitkovskaya IV, Lebedeva MN. Etiology of hospital-acquired pneumonia in patients with complicated cervical spine injury. A retrospective study. Annals of critical care. 2020;(3):104–114]. DOI: 10.21320/18-474-X-2020-3-104-114.
- Ull C, Yilmaz E, Jansen O, Lotzien S, Schildhauer TA, Aach M, Konigshausen M. Spinal cord injury with tetraplegia in young persons after diving into shallow water: what has changed in the past 10 to 15 years? Global Spine J. 2021;11:1238–1247. DOI: 10.1177/2192568220944124.



21. Stuhr M, Kowald B, Schulz AP, Meyer M, Hirschfeld S, Bothig R, Thietje R. Demographics and functional outcome of shallow water diving spinal injuries in northern Germany – A retrospective analysis of 160 consecutive cases. *Injury*. 2023;S0020–1383(23)00198–5. DOI: 10.1016/j.injury.2023.03.002.
22. Veeravagu A, Jiang B, Rincon F, Maltenfort M, Jallo J, Ratliff JK. Acute respiratory distress syndrome and acute lung injury in patients with vertebral column fracture(s) and spinal cord injury: a nationwide inpatient sample study. *Spinal Cord*. 2013;51:461–465. DOI: 10.1038/sc.2013.16.
23. Santa Cruz R, Alvarez LV, Heredia R, Villarejo F. Acute respiratory distress syndrome: mortality in a single center according to different definitions. *J Intensive Care Med*. 2017;32:326–332. DOI: 10.1177/0885066615608159.
24. Chen M, Lu J, Chen Q, Cheng L, Geng Y, Jiang H, Wang X. [Statin in the treatment of ALI/ARDS: a systematic review and Meta-analysis based on international databases]. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*. 2017;29:51–56. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.01.011. In Chinese.
25. Savic G, DeVivo MJ, Frankel HL, Jamous MA, Soni BM, Charlifue S. Causes of death after traumatic spinal cord injury – a 70-year British study. *Spinal Cord*. 2017;55:891–897. DOI: 10.1038/sc.2017.64.
26. Agostinello J, Battistuzzo CR, Batchelor PE. Early clinical predictors of pneumonia in critically ill spinal cord injured individuals: a retrospective cohort study. *Spinal Cord*. 2019;57:41–48. DOI: 10.1038/s41393-018-0196-6.
27. Raab AM, Mueller G, Elsig S, Gandevia SC, Zwahlen M, Hopman MTE, Hilfiker R. Systematic review of incidence studies of pneumonia in persons with spinal cord injury. *J Clin Med*. 2021;11:211. DOI: 10.3390/jcm11010211.
28. Schreiber AF, Garlasco J, Vieira F, Lau YH, Stavi D, Lightfoot D, Rigamonti A, Burns K, Friedrich JO, Singh JM, Brochard LJ. Separation from mechanical ventilation and survival after spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intensive Care*. 2021;11:149. DOI: 10.1186/s13613-021-00938-x.
29. Ryken TC, Hurlbert RJ, Hadley MN, Aarabi B, Dhall SS, Gelb DE, Rozzelle CJ, Theodore N, Walters BC. The acute cardiopulmonary management of patients with cervical spinal cord injuries. *Neurosurgery*. 2013;72 Suppl 2:84–92. DOI: 10.1227/NEU.0b013e318276ee16.
30. Tee JW, Altaf F, Belanger L, Ailon T, Street J, Paquette S, Boyd M, Fisher CG, Dvorak MF, Kwon BK. Mean arterial blood pressure management of acute traumatic spinal cord injured patients during the pre-hospital and early admission period. *J Neurotrauma*. 2017;34:1271–1277. DOI: 10.1089/neu.2016.4689.
31. Evaniew N, Mazlouman SJ, Belley-Cote EP, Jacobs WB, Kwon BK. Interventions to optimize spinal cord perfusion in patients with acute traumatic spinal cord injuries: a systematic review. *J Neurotrauma*. 2020;37:1127–1139. DOI: 10.1089/neu.2019.6844.
32. Summers RL, Baker SD, Sterling SA, Porter JM, Jones AE. Characterization of the spectrum of hemodynamic profiles in trauma patients with acute neurogenic shock. *J Crit Care*. 2013;28:531.e1–e5. DOI: 10.1016/j.jccr.2013.02.002.
33. Lee YS, Kim KT, Kwon BK. Hemodynamic management of acute spinal cord injury: a literature review. *Neurospine*. 2021;18:7–14. DOI: 10.14245/ns.2040144.072.
34. Sun X, Jones ZB, Chen XM, Zhou L, So KF, Ren Y. Multiple organ dysfunction and systemic inflammation after spinal cord injury: a complex relationship. *J Neuroinflammation*. 2016;13:260. DOI: 10.1186/s12974-016-0736-y.
35. Moreno R, Rhodes A, Piquilloud L, Hernandez G, Takala J, Gershengorn HB, Tavares M, Coopersmith CM, Myatra SN, Singer M, Rezende E, Prescott HC, Soares M, Timsit JF, de Lange DW, Jung C, De Waele JJ, Martin GS, Summers C, Azoulay E, Fujii T, McLean AS, Vincent JL. The Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) Score: has the time come for an update? *Crit Care*. 2023;27:15. DOI: 10.1186/s13054-022-04290-9.
36. Esmor s-Arijon I, Galeiras R, Montoto Marques A, Pertega Diaz S. Organ dysfunction as determined by the SOFA score is associated with prognosis in patients with acute traumatic spinal cord injury above T6. *Spinal Cord*. 2022;60:274–280. DOI: 10.1038/s41393-021-00701-w.
37. Hsieh YL, Tay J, Hsu SH, Chen WT, Fang YD, Liew CQ, Chou EH, Wolfshohl J, d'Etienne J, Wang CH, Tsuang FY. Early versus late surgical decompression for traumatic spinal cord injury on neurological recovery: a systematic review and meta-analysis. *J Neurotrauma*. 2021;38:2927–2936. DOI: 10.1089/neu.2021.0102.
38. Eli I, Lerner DP, Ghogawala Z. Acute traumatic spinal cord injury. *Neurol Clin*. 2021;39:471–488. DOI: 10.1016/j.ncl.2021.02.004.
39. Chhabra HS, Sharawat R, Vishwakarma G. In-hospital mortality in people with complete acute traumatic spinal cord injury at a tertiary care center in India – a retrospective analysis. *Spinal Cord*. 2022;60:210–215. DOI: 10.1038/s41393-021-00657-x.

#### Адрес для переписки:

Стаценко Иван Анатольевич  
630091, Россия, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,  
Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии  
им. Я.Л. Цивьяна,  
Stacenko\_i@mail.ru

#### Address correspondence to:

Statsenko Ivan Anatolyevich  
Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics  
n.a. Ya.L. Tsivyan,  
17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia,  
Stacenco\_i@mail.ru

Статья поступила в редакцию 15.05.2024

Рецензирование пройдено 30.05.2024

Подписано в печать 04.06.2024

Received 15.05.2024

Review completed 30.05.2024

Passed for printing 04.06.2024

Иван Анатольевич Стаценко, врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации с палатами реанимации и интенсивной терапии, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0003-2860-9566, Stacenko\_i@mail.ru;

Майя Николаевна Лебедева, д-р мед. наук, начальник научно-исследовательского отделения анестезиологии и реаниматологии, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-9911-8919, MLebedeva@niito.ru;

Алексей Викторович Пальмаиш, врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации с палатами реанимации и интенсивной терапии, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-2454-477X, alexpslmaspb@gmail.com;

Виталий Леонидович Лукинов, канд. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник, отдел организации научных исследований, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-3411-508X, [vitaliy.lukinov@gmail.com](mailto:vitaliy.lukinov@gmail.com);

Виктор Викторович Рерих, д-р мед. наук, проф., начальник научно-исследовательского отделения патологии позвоночника, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0001-8545-0024, [rvv\\_nsk@mail.ru](mailto:rvv_nsk@mail.ru).

Ivan Anatolyevich Statsenko, anesthesiologist-intensivist of the intensive care unit, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0003-2860-9566, [Stacenco\\_i@mail.ru](mailto:Stacenco_i@mail.ru);

Maya Nikolayevna Lebedeva, DMSc, Head of Research Department of Anesthesiology and Reanimatology, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-9911-8919, [MLebedeva@niito.ru](mailto:MLebedeva@niito.ru);

Aleksey Viktorovich Palmash, anesthesiologist-intensivist of the intensive care unit, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-2454-477X, [alexpalsmaspb@gmail.com](mailto:alexpalsmaspb@gmail.com);

Vitaliy Leonidovich Lukinov, PhD in Physics and Mathematics, leading researcher, Department of organization of scientific research, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-3411-508X, [vitaliy.lukinov@gmail.com](mailto:vitaliy.lukinov@gmail.com);

Viktor Viktorovich Rerikh, DMSc, Prof., Head of the Research Department of Spine Pathology, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0001-8545-0024, [rvv\\_nsk@mail.ru](mailto:rvv_nsk@mail.ru).

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Новосибирский научно-исследовательский институт  
травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

### Объявляет конкурсный прием

в ординатуру по специальностям «травматология и ортопедия», «нейрохирургия»,  
«анестезиология-реаниматология» и в аспирантуру по направлению «Клиническая  
медицина» по специальностям «травматология и ортопедия», «нейрохирургия»,  
«анестезиология-реаниматология»

Контактная информация: [niito@niito.ru](mailto:niito@niito.ru)  
Тел.: 8 (383) 363-39-81