

## Влияние декомпрессивно-стабилизирующих операций на длительность гемодинамической поддержки у пациентов в острый период осложненной травмы шейного отдела позвоночника

И.А. Стаценко<sup>1</sup>, М.Н. Лебедева<sup>1</sup>, А.В. Пальмаш<sup>1</sup>,  
С.А. Первухин<sup>1</sup>, В.В. Рерих<sup>1</sup>, В.Л. Лукинов<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» МЗ РФ, Новосибирск

<sup>2</sup> Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирск

<sup>3</sup> Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск

Осложненная травма шейного отдела позвоночника сопровождается нарушением кровообращения. Данное состояние требует поддержания адекватного перфузионного давления с целью предотвращения вторичного повреждения спинного мозга (СМ) и профилактики полиорганной недостаточности. Ни в одном из ранее проведенных исследований у этой категории пациентов авторы не оценивали влияние срочности выполнения декомпрессии СМ на степень выраженности и продолжительность системной гипотензии, а также наличие связи системной гипотензии с исходом травмы.

**Цель исследования.** Определить влияние ранней декомпрессии СМ на продолжительность и особенности применения адреномиметиков в комплексе мероприятий интенсивной терапии в острый период осложненной травмы шейного отдела позвоночника.

**Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ исходов лечения 27 пациентов с осложненной травмой шейного отдела, тип повреждения СМ — ASIA A. Выделено две группы: I — 13 пациентов, оперированных в первые 8 ч от момента травмы; II — 14 пациентов, оперированных в период от 8 до 72 ч. Анализировались: возраст, показатели гемодинамики, тяжесть органических дисфункций, продолжительность гемодинамической поддержки, неврологический статус, сроки нахождения в реанимации, длительность госпитализации. Для регистрации показателей центральной гемодинамики использовали методику импедансной кардиографии. Для оценки органических дисфункций применяли шкалу SOFA.

## Influence of decompression and stabilization operations on the duration of hemodynamic support in patients with acute complicated injury of the cervical spine

I.A. Statsenko<sup>1</sup>, M.N. Lebedeva<sup>1</sup>, A.V. Palmash<sup>1</sup>,  
S.A. Pervukhin<sup>1</sup>, V.V. Rerikh<sup>1</sup>, V.L. Lukinov<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk

<sup>2</sup> Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, Novosibirsk

<sup>3</sup> Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk

Complicated injury of the cervical spine is accompanied by a violation of blood circulation. This condition requires maintaining adequate perfusion pressure in order to prevent secondary damage to the spinal cord and multiple organ failure. The authors did not evaluate the effect of the urgency of spinal decompression on the severity and duration of systemic hypotension in this category of patients previously, as well as the presence of a connection between systemic hypotension and the outcome of the injury.

**Objective.** To determine the effect of early decompression of the spinal cord on the duration and characteristics of adrenomimetics use in the bundle of intensive care measures in the acute period of complicated injury to the cervical spine.

**Material and Methods.** A retrospective analysis of the treatment outcomes in 27 patients with complicated ASIA A cervical spine injury was conducted. Two groups were identified: Group I included 13 patients operated on within the first eight hours from the moment of injury; and Group II — 14 patients operated on within the period from eight to 72 hours. The analyzed parameters were: age, hemodynamic parameters, severity of organ dysfunction, duration of hemodynamic support, neurological status, time spent in intensive care unit, and length of hospital stay. Central hemodynamic parameters were registered using the impedance cardiography technique. To assess organ dysfunction, the SOFA score was used.

**Results.** Complicated injury of the cervical spine is accompanied by a decrease in systemic vascular resistance and cardiac index. Hemodynamic parameters and duration

**Результаты.** Осложненная травма шейного отдела позвоночника сопровождается снижением системного сосудистого сопротивления и сердечного индекса. Показатели гемодинамики и продолжительность гемодинамической поддержки в группах статистически не различались. Статистически значимые различия получены на 3-и и 10-е сутки наблюдения по шкале SOFA. Нейрогенный шок зафиксирован в 70,4 % случаев. Положительная динамика неврологического дефицита отмечена только у двух (15,4 %) пациентов I группы.

**Заключение.** Срочность выполнения декомпрессии СМ не влияет на продолжительность гемодинамической поддержки, но уменьшает выраженность органных дисфункций и повышает вероятность регресса неврологических нарушений.

#### Ключевые слова:

травма позвоночника, травма спинного мозга, декомпрессия спинного мозга, гемодинамика, адреномиметики, неврологические нарушения

- ✉ *Для корреспонденции:* Стаценко Иван Анатольевич, врач анестезиолог-реаниматолог отделения реанимации и интенсивной терапии ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, Новосибирск; e-mail: stacenko\_i@mail.ru
- ✉ *Для цитирования:* Стаценко И.А., Лебедева М.Н., Пальмаш А.В., Первухин С.А., Рерих В.В., Лукинов В.Л. Влияние декомпрессивно-стабилизирующих операций на длительность гемодинамической поддержки у пациентов в острый период осложненной травмы шейного отдела позвоночника. Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова. 2019;1:85–93.

of hemodynamic support in groups were not statistically different. Statistically significant differences in the SOFA score between groups were obtained on the third and 10<sup>th</sup> day of the follow-up. Neurogenic shock was recorded in 70.4 % of cases. Positive dynamics of neurological deficit was observed only in two (15.4 %) patients of Group I.

**Conclusion.** The urgency of spinal decompression does not affect the duration of hemodynamic support, but reduces the severity of organ dysfunction and increases the risk of neurological disorder regression.

#### Keywords:

spinal injury, spinal cord injury, spinal cord decompression, hemodynamics, adrenomimetics, neurological disorders

- ✉ *For correspondence:* Ivan A. Statsenko, anesthesiologist-reanimatologist, Department of reanimation and intensive care, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedic n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk; e-mail: stacenko\_i@mail.ru
- ✉ *For citation:* Statsenko IA, Lebedeva MN, Palmash AV, Pervukhin SA, Rerikh VV, Lukinov VL. Influence of decompression and stabilization operations on the duration of hemodynamic support in patients with acute complicated injury of the cervical spine. Alexander Saltanov Intensive Care Herald. 2019;1:85–93.

DOI: 10.21320/1818-474X-2019-1-85-93

## Введение

Острая травма шейного отдела спинного мозга (СМ) в большинстве случаев связана с переломом позвоночника и в ряде случаев сопровождается развитием нейрогенного шока. Классическим проявлением нейрогенного шока являются брадикардия и стойкая артериальная гипотония [1–3]. Развитие нарушений циркуляции крови как на системном, так и на местном уровне сопровождается ишемией органов и тканей. Это является одной из возможных причин вторичного повреждения СМ.

Мероприятия, направленные на нормализацию функционального состояния сердца, артериального давления и оксигенации тканей, являются первостепенными задачами интенсивной терапии и должны осуществляться в кратчайшие сроки после регистрации факта травмы. Поддержание целевых значений эффективного

уровня среднего артериального давления (АД ср), соответствующего 85–90 мм рт. ст., большинство исследователей рассматривают как возможную защиту не только СМ, но и профилактику развития полиорганной недостаточности [4, 5]. Отсюда понятно, что жизненно важные задачи терапии, которые решаются одновременно с обследованием пациента перед планируемым по неотложным показаниям хирургическим лечением, вынужденно включают использование адреномиметиков и поддержание объема циркулирующей крови путем восполнения сосудистого русла плазмозамещающими растворами. Повреждение СМ меняет реакцию миокарда на симпатическую стимуляцию и, следовательно, его функциональную способность переносить изменение преднагрузки или постнагрузки [2]. По данным С.А. Первухина и соавт., 48,3 % пострадавших с позвоночно-спинномозговой травмой (ПСМТ) шейного

отдела, находившихся на лечении в Новосибирском НИИТО, требовалось проведение гемодинамической поддержки [6]. Однако наиболее часто применяемые в клинике адrenomиметики могут проявлять и отрицательные эффекты: способствовать развитию аритмии, увеличивать постнагрузку и энергопотребность миокарда, ухудшать диастолическую функцию.

Оценивая значимость срочности выполнения декомпрессии СМ в острый период травмы, большинство исследователей анализируют регресс неврологических нарушений. Так, авторы систематического обзора литературы по ранее выполненным клиническим и доклиническим исследованиям преследовали цель найти консенсус в вопросе о том, что составляет идеальные временные рамки для хирургической декомпрессии СМ. Обзор включает статьи, связанные со сроками декомпрессии СМ после травмы и опубликованные на английском языке после 1 января 1990 г. для клинических исследований, и статьи, опубликованные после 1 января 2001 г. для доклинических наблюдений. Клинические исследования включали в общей сложности 5236 пациентов, из которых 1665 перенесли раннюю декомпрессию СМ и 3571 — позднюю. Выполненный обзор позволил заключить, что оптимальные сроки хирургического лечения осложненной травмы шейного отдела позвоночника остаются слабо определенными. Результаты доклинических исследований свидетельствовали в пользу ранней декомпрессии СМ. С клинической точки зрения были получены доказательства уровня II о том, что ранняя декомпрессия СМ безопасна и выполнима. Однако до сих пор нет определенных доказательств того, что ранняя декомпрессия приводит к улучшению результатов [7].

Известны данные международного исследования хирургического хронометража при острой травме СМ (STASCIS), которое стало первым крупным международным проспективным когортным исследованием у пациентов с осложненной травмой позвоночника, направленным на изучение влияния срочности хирургической декомпрессии СМ на неврологический исход. Данное исследование показало благоприятное влияние на неврологический исход при проведении хирургической декомпрессии и стабилизации в течение 24 ч после травмы по сравнению с операцией, проведенной через 24 ч после факта травмы [8]. Такие же выводы позволил сделать метаанализ, в котором сравнивались результаты ранней хирургии (< 24 ч после травмы) и поздней хирургии (> 24 ч после травмы) [9]. Аналогичные сведения приводятся и в отечественных публикациях [10–12].

Основываясь на анализе многочисленных публикаций, Д.А. Пташников заключает, что ни в одном из ранее проведенных исследований у пациентов с травмой СМ авторы не сравнивали выраженность системной гипотензии с исходом ПСМТ [1]. Нам также не встретилось и исследований, посвященных изучению влияния фактора срочности выполнения декомпрессии СМ на выраженность

системной гипотензии в послеоперационном периоде, продолжительность проводимой гемодинамической поддержки, а также сведений о том, какие дозы используемых адrenomиметиков можно считать безопасными.

**Цель исследования:** определить влияние ранней декомпрессии СМ на продолжительность и особенности применения адrenomиметиков в комплексе мероприятий интенсивной терапии в острый период осложненной травмы шейного отдела позвоночника.

## Материалы и методы

В период с 2014 по 2017 г. в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) НИИТО находились на лечении 27 пациентов с осложненной травмой шейного отдела позвоночника с уровнем повреждения С4–Th1. Проведен ретроспективный анализ результатов лечения. Критерии включения: тяжесть повреждения СМ — тип ASIA A; давность с момента получения травмы — не более 3 суток; выполненная декомпрессивно-стабилизирующая операция. Критерии исключения: тяжесть повреждения СМ — ASIA B, ASIA C и ASIA D; давность полученной травмы — более 3 суток; отсутствие показаний к хирургическому лечению. Основанием для выделения групп наблюдения явилось время выполнения декомпрессивно-стабилизирующей операции с момента получения травмы. Для определения тяжести спинальной травмы мы использовали классификацию Американской ассоциации по спинальным повреждениям — ASIA (1992), согласно которой к степени повреждения СМ ASIA A относится полное отсутствие моторных и сенсорных функций до сегментов S4–S5.

Выделены две группы наблюдения: группа I — 13 пациентов, у которых хирургическое лечение выполнено в первые 8 ч с момента получения травмы; II группа — 14 пациентов, у которых декомпрессивно-стабилизирующая операция выполнена в период времени свыше 8 ч.

В ходе исследования проведен анализ следующих данных: возраст, пол, выраженность органных дисфункций, длительность проведения симпатомиметической терапии, неврологический статус, сроки нахождения в ОРИТ, общая длительность госпитализации. Распределение пациентов по возрасту, полу и механизму травмы представлено в табл. 1.

Сведения о характере исходных неврологических нарушений в исследуемых группах представлены в табл. 2.

Для оценки выраженности органных дисфункций использовали шкалу SOFA (Sequential Organ Failure Assessment).

Все пострадавшие были доставлены в приемное отделение НИИТО в острый период ПСМТ, где выполнялся осмотр травматологом-ортопедом, нейрохирургом, анестезиологом-реаниматологом и проводилось комплекс-

**Таблица 1.** Распределение основных изучаемых характеристик в группах наблюдения

Оцениваемые параметры		Группа I (n = 13)	Группа II (n = 14)	Разница	p
Возраст, годы, МЕД (ИКИ)		27 (26–34)	38 (27,3–44,3)	8 (–1–16)	0,138
Пол, n (%)	Мужской	12 (92,3 %)	14 (100,0 %)	0,9 (0,3–3,1)	> 0,999
	Женский	1 (7,7 %)	0 (0 %)	—	> 0,999
Этиология ПСМТ, n (%)	Травма «ныряльщика»	7 (53,8 %)	6 (42,9 %)	1,3 (0,3–5,9)	> 0,999
	Кататравма	3 (23,1 %)	6 (42,9 %)	0,5 (0,1–3,2)	0,700
	ДТП	2 (23,1 %)	1 (7,1 %)	2,1 (0,1–135,9)	> 0,999
	Прочее	1 (14,3 %)	1 (7,1 %)	1,1 (0–90,4)	> 0,999

ИКИ — интерквартильный интервал; МЕД — медиана; ПСМТ — позвоночно-спинномозговая травма.

**Примечание.** Сравнение возраста в группах I и II проводилось непарным U-критерием Манна—Уитни, разница представлена медианой парных разностей с 95%-м доверительным интервалом (95% ДИ) медианы. Сравнение пола и этиологии ПСМТ в группах I и II проводилось точным двусторонним критерием Фишера, разница представлена в виде отношения шансов и 95% ДИ.

ное, включающее лучевые методы диагностики, обследование. Известно, что повреждения СМ на шейном уровне позвоночника сопровождаются развитием клиники нейрогенного шока, проявляющегося артериальной гипотонией на фоне нарушения базального тонуса сосудистой стенки и брадикардией, связанной с нарушением нисходящей симпатической импульсации. В качестве клинических критериев, указывающих на развитие у пациентов нейрогенного шока, нами были приняты следующие показатели: АД ср < 85 мм рт. ст., частота сердечных сокращений (ЧСС) < 65 в мин. Всем пациентам с момента поступления проводилась неотложная интенсивная терапия, направленная на стабилизацию и поддержание адекватного перфузионного давления с целевыми значениями АД ср не менее 85–90 мм рт. ст. Объем инфузионной терапии на дооперационном этапе проводился из расчета 15–20 мл/кг идеальной массы тела. Выбор препарата для коррекции гемодинамических нарушений осуществляли на основе данных импедансной кардиографии, использовали монитор NICCOMO (Medis Medizinische Messtechnik GmbH, Германия). Препаратами выбора для осуществления гемодинамической поддержки являлись: 0,5% допамин в дозе 1,0–10,0 мкг/кг/мин; 0,5% добутамин в дозе 1,0–10,0 мкг/кг/мин; 0,02% норэпинефрин 0,05–0,5 мкг/кг/мин. При нормальных значениях сердечного индекса (СИ) — 3,5–4 л/мин/м<sup>2</sup> препаратом выбора являлся допамин или норэпинефрин. При значениях СИ < 3,5 л/мин/м<sup>2</sup> использовали добутамин. Случаи регистрации АД ср < 70 мм рт. ст. и СИ < 3,5 л/мин/м<sup>2</sup> являлись показанием к использованию варианта комбинированной медикаментозной поддержки. Терапию проводили постоянной внутривенной инфузией одного или комбинацией препаратов через шприцевые дозаторы.

Всем пациентам по показаниям были выполнены декомпрессивно-стабилизирующие операции в условиях общей анестезии на основе севофлурана, фентанила, ро-

**Таблица 2.** Характер исходных неврологических нарушений в группах исследования

Группы	Тетрапле- гия, n (%)	Верхний	Верхняя па-	
		парапарез, нижняя па- раплегия, n (%)	раплегия, нижний парапарез, n (%)	
Группа I	2 (15,4 %)	11 (84,6 %)	0 (0 %)	
Группа II	2 (14,3 %)	11 (78,6 %)	1 (7,1 %)	
Точный дву- сторонний критерий Фишера	ОШ (95% ДИ)	1,1 (0,1–16,8)	1,1 (0,3–3,8)	0 (0–45,0)
	p	> 0,999	> 0,999	> 0,999

95% ДИ — 95%-й доверительный интервал; ОШ — отношение шансов.

(ИВЛ). Интраоперационно пациентам продолжалась терапия, направленная на поддержание адекватного перфузионного давления. После завершения хирургического этапа лечения в условиях ОРИТ продолжались мероприятия интенсивной терапии, главными из которых являлись респираторная и гемодинамическая поддержка. Адекватный газообмен достигался путем проведения ИВЛ с целевыми значениями: SaO<sub>2</sub> > 96 %, PaCO<sub>2</sub> 35–45 мм рт. ст., PaO<sub>2</sub> > 65 мм рт. ст., pH 7,35–7,45.

Оценку изучаемых характеристик проводили: при поступлении, на 1, 3, 7 и 10-е сутки послеоперационного периода.

#### Методы статистической обработки

Малый размер исследуемых групп не позволил провести проверку эмпирических распределений данных на со-

гласие с законом нормального распределения с ошибкой второго рода меньше 20 %, поэтому для сравнения непрерывных показателей возраста, времени до декомпрессии, баллов SOFA, длительности проведения гемодинамической поддержки, длительности нахождения в ОРИТ, общей длительности госпитализации, АД ср, ЧСС, СИ и индекса системного сосудистого сопротивления (ИССС) между группами использовался непараметрический непарный U-критерий Манна—Уитни с расчетом смещения и 95%-го доверительного интервала (95% ДИ) для смещения между группами I и II. Дескриптивные характеристики непрерывных показателей представлены в виде медианы (первый квартиль; третий квартиль). Сравнение бинарных показателей пола, этиологии ПСМТ и типов неврологических нарушений проводилось точным двусторонним критерием Фишера с оценкой отношения шансов группы I к группе II и построением 95%-го ДИ для отношения шансов. Бинарные показатели представлены в виде количества и процента в группе. Парные ассоциации исследовались путем расчета коэффициентов корреляции Спирмена с вычислением достигнутого уровня значимости  $p$ . Проверка статистических гипотез проводилась при критическом уровне значимости  $p = 0,05$ , т. е. различие или коэффициент корреляции считались статистически значимыми для  $p < 0,05$ . Нижняя граница доказательной мощности бралась равной 80 %.

Все статистические расчеты проводились в программе RStudio (Version 1.1.463 — © 2009–2018 RStudio, Inc., USA, 250 Northern Ave, Boston, MA 02 210844-448-121).

## Результаты

При поступлении пациентов в приемное отделение нейрогенный шок был зарегистрирован у 11 (84,6 %) пациентов I группы и у 8 (57,0 %) II группы. Все поступившие пациенты уже на этапе обследования нуждались в проведении гемодинамической поддержки. Выбор препарата для проведения стартовой терапии, направленной на поддержание гемодинамики, проводился на основе показателей импедансной кардиографии.

Во время проведения хирургической декомпрессии СМ ни у одного из пациентов не было зафиксировано осложнений, влияющих на показатели системной гемодинамики (массивная кровопотеря, нарушение ритма сердечной деятельности). Продолжительность хирургического вмешательства и объем интраоперационной кровопотери в группах наблюдения значимо не различались и составили:  $241,3 \pm 66,0$  мин (I);  $237,1 \pm 57,0$  мин (II);  $245,4 \pm 112,5$  мл (I) и  $239,4 \pm 121,2$  мл (II) соответственно. После завершения хирургического этапа интенсивное наблюдение и лечение пациентов осуществлялись в условиях ОРИТ.

Использование методики импедансной кардиографии позволяло осуществлять корректный выбор препаратов и подбор адекватной дозы адреномиметиков. Оценка показателей АД ср в течение первых 10 суток нахождения в ОРИТ показала, что на фоне проводимой гемодинамической поддержки удалось достичь целевых значений АД ср уже в 1-е сутки послеоперационного наблюдения, тогда как состояние стойкой синусовой брадикардии было купировано только к 3-м суткам наблюдения. Несмотря на применение адреномиметиков показатели СИ оставались сниженными на всех этапах наблюдения за исключением 22,2 % случаев, когда применялся комбинированный вариант гемодинамической поддержки с использованием добутамина. Нормализация ИССС удавалось достигать уже с этапа предоперационного обследования пациентов. На этапах исследования статистически значимых различий по исследуемым показателям в группах не зарегистрировано (табл. 3).

В течение первых 10 суток нахождения в ОРИТ 8 (61,5 %) пациентов в I группе и 8 (57,1 %) пациентов во II группе нуждались в проведении комбинированного варианта использования адреномиметиков. При этом статистически значимые различия по дозе норэпинефрина отмечены в группах наблюдения лишь на 3-и сутки послеоперационного наблюдения ( $p = 0,013$ ). Установлены значимые различия в баллах по шкале SOFA между группами на 3-и и 10-е сутки наблюдения. Продолжительность использования адреномиметиков в группах наблюдения значимой разницы не имела. По длительности нахождения пациентов в ОРИТ значимых различий также не получено, однако критерий Манна—Уитни приближается к зоне статистической значимости (табл. 4).

Несмотря на отсутствие статистически значимых различий по большинству исследуемых показателей в группах наблюдения, к 10-м суткам нахождения в ОРИТ проведение гемодинамической поддержки в I группе требовалось лишь у 3 (23,0 %) пациентов, в то время как во II группе — у 8 (57,1 %) пациентов.

Выполненный расчет коэффициента корреляции Спирмена ( $r$ ) выявил следующие корреляционные связи в I группе: длительность нахождения в ОРИТ с общей длительностью госпитализации ( $r = 0,67$ ;  $p = 0,013$ ); длительность нахождения в ОРИТ и общую длительность госпитализации с продолжительностью гемодинамической поддержки ( $r = 0,79$ ;  $p = 0,001$  и  $r = 0,67$ ;  $p = 0,013$ ). Во II группе наблюдения корреляционная связь установлена между возрастом пациентов и длительностью нахождения в ОРИТ ( $r = 0,71$ ;  $p = 0,004$ ); длительностью нахождения в ОРИТ и общей длительностью госпитализации ( $r = 0,75$ ;  $p = 0,002$ ). Анализ корреляционных связей в общей группе исследуемых пациентов выявил связь возраста пациентов с длительностью нахождения в ОРИТ ( $r = 0,41$ ;  $p = 0,033$ ); длительностью нахождения в ОРИТ с общей длительностью госпита-

Таблица 3. Показатели гемодинамики в группах наблюдения

Показатели гемодинамики	Группы наблюдения		Разница МЕД (95% ДИ)	U-критерий Манна—Уитни, <i>p</i>	
	I ( <i>n</i> = 13), МЕД (ИКИ)	II ( <i>n</i> = 14), МЕД (ИКИ)			
При поступлении	АД ср	83,3 (75,7–91,7)	87,2 (65,8–94,5)	1 (–13,3–11,4)	0,808
	ЧСС	61,0 (50,0–80,0)	63,5 (55,3–73,3)	–0,06 (–14–13)	0,961
	СИ	2,8 (2,6–3,0)	3,1 (3–3,9)	0,6 (–0,4–1,7)	0,294
	ИССС	2175 (2146–2187,5)	1926 (1883–2270)	–234 (–831–209)	0,786
1-е сутки	АД ср	88,0 (86,0–92,0)	89,5 (79,8–102,6)	1,75 (–8–13,7)	0,734
	ЧСС	59,0 (58,0–77,0)	64,5 (57,3–69,5)	–2 (–12–7)	0,644
	СИ	2,6 (2,0–3,1)	3,1 (2,6–3,7)	0,69 (–0,7–2)	0,394
	ИССС	2463,5 (2038,3–2949)	2699 (1606,8–2943,5)	136 (–1379–1610)	0,933
3-и сутки	АД ср	99,7 (92,0–106,0)	94,3 (88,3–105,7)	–2,65 (–13–9)	0,560
	ЧСС	69,0 (60,0–74,0)	65,0 (60,0–74,3)	0,72 (–9–12)	0,942
	СИ	3,6 (3,1–4,1)	3,1 (3,0–3,7)	–0,02 (–1,2–1,1)	0,924
	ИССС	2035,5 (1821–2343,8)	2031 (1840–2185,3)	–29 (–953–1159)	> 0,999
7-е сутки	АД ср	96,0 (86,3–98,0)	97,6 (80,8–100)	1 (–12,3–11)	0,752
	ЧСС	67,0 (59,0–74,0)	65,0 (58,5–72,0)	–1,39 (–11–7)	0,576
	СИ	2,3 (2,1–2,5)	2,9 (2,6–3,4)	0,65 (–1–1,6)	0,262
	ИССС	2396 (2084–3200,5)	2073 (1996–2178,5)	–323 (–2014–682)	0,714
10-е сутки	АД ср	88,6 (83,0–94,7)	84,9 (80,0–93,8)	–2,74 (–10,7–4,3)	0,512
	ЧСС	72,0 (64,0–84,0)	66,5 (58,8–70,5)	–7 (–17–1)	0,072
	СИ	2,6 (2,2–3,0)	3,4 (3–3,6)	0,5 (–1–2)	0,250
	ИССС	2190 (2098,5–2912)	2328 (1961–2674)	–229 (–2048–1048)	0,786

95 % ДИ — 95%-й доверительный интервал; АД ср — среднее артериальное давление; ИКИ — интерквартильный интервал; ИССС — индекс системного сосудистого сопротивления; МЕД — медиана; СИ — сердечный индекс; ЧСС — частота сердечных сокращений.

лизации ( $r = 0,7$ ;  $p < 0,001$ ). Выявлена средняя корреляционная зависимость между длительностью нахождения в ОРИТ, общей длительностью госпитализации и временем проведения гемодинамической поддержки ( $r = 0,41$ ;  $p = 0,032$ ;  $r = 0,48$ ;  $p = 0,012$ ).

Неблагоприятных исходов среди пациентов, включенных в исследование, зарегистрировано не было.

## Обсуждение

Известно, что осложненная травма шейного отдела позвоночника сопровождается нарушениями кровообращения, что обусловлено изменениями системного сосудистого сопротивления, нарушением функционального состояния сердца, развитием нейрогенного

шока [2, 13, 14]. Анализируя сведения, представленные в 99 зарубежных литературных источниках, Д.А. Пташников показал, что нет однозначных мнений о четких критериях состояния «нейрогенный шок», частоте его развития и продолжительности как в эксперименте, так и в клинике [1]. При этом автор представленного обзора отмечает, что в одних исследованиях критериями нейрогенного шока считались АД < 100 мм рт. ст. и ЧСС < 80 мин, тогда как авторы других исследований к признакам развития нейрогенного шока относили АД < 90 мм рт. ст. и ЧСС < 60 мин.

Частота развития нейрогенного шока была проанализирована у 490 пациентов Англии и Уэльса с травмой СМ на шейном уровне позвоночника, поступивших в отделения неотложной помощи в период с 1989 по 2003 г. В этом исследовании частота нейрогенного шока составила 19,3 %, при этом его критериями ав-

Таблица 4. Характеристика групп наблюдения

Сравниваемые показатели		Группы			U-критерий Манна— Уитни, <i>p</i>
		I ( <i>n</i> = 13), МЕД (ИКИ)	II ( <i>n</i> = 14), МЕД (ИКИ)	Разница (95% ДИ)	
Время до проведения декомпрессии спинного мозга, ч		5,5 (4,5–6,5)	13,8 (9,6–25,0)	7,5 (4,5–19)	< 0,001*
SOFA, баллы	При поступлении	1 (0–3)	2 (1,3–3)	0 (–1–2)	0,504
	1-е сутки	4 (3–5)	4,5 (4–5,8)	1 (0–2)	0,137
	3-и сутки	4 (3–5)	5 (4,3–6)	1 (0–2)	0,042*
	7-е сутки	3 (2–3)	4 (3–4,8)	1 (0–2)	0,118
	10-е сутки	1 (1–2)	2,5 (1–4,8)	1 (0–3)	0,032*
Длительность проведения гемодинамической поддержки, сутки		7 (5–8)	11,5 (6,3–16,3)	3,34 (–1–9)	0,151
Длительность нахождения в ОРИТ, сутки		19 (16–24)	32,5 (20,5–44,8)	10 (0–25)	0,055
Общая длительность госпитализации, сутки		45 (27–55)	55 (37,5–59,5)	9 (–8–25)	0,182

95 % ДИ — 95%-й доверительный интервал; МЕД — медиана; ИКИ — интерквартильный интервал; ОШ — отношение шансов.

\* — статистически значимо различающиеся показатели.

торы считали АД < 100 мм рт. ст. и ЧСС < 80 мин [15]. Этому не противоречат и данные других исследований, выполненных в Великобритании и опубликованные в 2016 г.: из 952 пациентов с травмой позвоночника только 33 соответствовали критериям включения (наличие неврологических нарушений). Только у 15 из них с уровнем повреждения СМ выше Th6 была отмечена клиника нейрогенного шока. У 87 % пациентов клиника шока развивалась не позднее чем через 2 ч после травмы. Чаще развитие нейрогенного шока авторы наблюдали у пациентов с полным повреждением СМ ( $p = 0,039$ ) [3].

Полученные нами данные о частоте развития нейрогенного шока несколько превысили имеющиеся сведения, что, на наш взгляд, обусловлено тяжестью повреждения СМ у включенных в исследование пациентов — тип ASIA A.

Имеются доказательства класса III, что для благополучного исхода ПСМТ шейного отдела позвоночника требуется сохранить адекватное кровоснабжение СМ с поддержанием минимальных значений АД ср на уровне не ниже 85–90 мм рт. ст. с целью защиты его от вторичного повреждения, связанного с ишемией и гипоксией [1, 2, 4, 15]. Применение неинвазивного гемодинамического мониторинга позволило установить, что тяжелое повреждение СМ сопровождается как снижением системного сосудистого сопротивления, так и снижением сердечного индекса, что потребовало использования не только препаратов, воздействующих на тонус сосудов, но и средств инотропной поддержки. Кроме того, мониторинг показателей центральной гемодинамики позволил определять выбор лекарствен-

ных компонентов проводимой гемодинамической поддержки с позиций персонифицированного подхода. Полученные в ходе исследования результаты дают нам право считать, что проведение декомпрессивно-стабилизирующих операций у пациентов с ПСМТ шейного отдела позвоночника в первые 8 ч с момента получения травмы имеет положительное влияние на течение сердечно-сосудистой недостаточности. Данное предположение подтверждается статистически значимыми показателями по шкале SOFA, полученными у пациентов на 3-и и 10-е сутки наблюдения.

Установленные в выполненном нами исследовании корреляционные связи между длительностью нахождения пациентов в ОРИТ, общей длительностью госпитализации и продолжительностью гемодинамической поддержки вполне логичны и зависят от тяжести состояния пациентов в остром периоде травмы. И хотя нами не получено значимых различий в группах наблюдения по возрасту, установлена сильная связь между возрастом пациентов с длительностью нахождения в ОРИТ и общей длительностью госпитализации. Аналогичная связь выявлена и для общей группы исследуемых пациентов. Также установлена средняя корреляционная связь между длительностью нахождения в ОРИТ, общей длительностью госпитализации и временем проведения гемодинамической поддержки. Подобных сведений в доступных литературных источниках нам не встретилось.

Оценивая влияние сроков выполнения декомпрессии СМ, большинство исследователей анализируют информацию с позиций возможного регресса имеющихся неврологических нарушений. При этом ряд ретроспек-

тивных и проспективных клинических исследований показали, что ранняя декомпрессия СМ увеличивает вероятность неврологического восстановления [16].

Наиболее близкими к выполненному нами исследованию являются данные проспективного исследования, выполненного в УМЦ Любляны, Словения, в которое были включены только пациенты со шкалой неврологических нарушений ASIA, оперированные в период до 8 ч после травмы и свыше 8 ч после травмы. Проведен многофакторный анализ результатов лечения. Изучались: частота периоперационных осложнений, частота пневмонии, количество дней ИВЛ, показатели летальности. Однако основным результатом лечения авторы считали изменение класса по классификации ASIA в ходе шестимесячного наблюдения. Было установлено, что пациенты, оперированные в течение 8 ч после травмы, имеют лучшие неврологические исходы, чем пациенты, которым декомпрессия СМ была выполнена в период свыше 8 ч после травмы, без какого-либо увеличения частоты побочных эффектов. Статистически значимой разницы в частоте периоперационных осложнений, развитии пневмонии, количестве дней проводимой ИВЛ и смертности между группами не выявлено [17].

В нашем исследовании положительная динамика в исходном неврологическом статусе отмечена на момент выписки из стационара у 2 (15,4 %) пациентов в I группе наблюдения в виде перехода в категорию ASIA B. В группе II ни у одного пациента регресса неврологических нарушений не было.

Несмотря на небольшое количество участников выполненного исследования, полученные результаты дают нам право считать, что проведение декомпрессино-стабилизирующих операций у пациентов с самым тяжелым повреждением СМ (тип ASIA A) в первые 8 ч с момента получения травмы имеют положительное влияние на течение острого периода ПСМТ.

## Заключение

Несмотря на то что клиника нейрогенного шока сопровождала только 70,1 % случаев повреждения СМ на шейном отделе позвоночника с типом ASIA A, проведение гемодинамической поддержки требовалось у всех пациентов в связи с наличием стойкой артериальной гипотонии. Неинвазивный мониторинг показателей центральной гемодинамики определял возможность персонализированного подхода к проведению мероприятий интенсивной терапии, направленных на поддержание гемодинамики. Возраст пациента и отсроченное хирургическое вмешательство увеличивали период нахождения в ОРИТ. Выполнение декомпрессино-стабилизирующих операций в первые 8 ч от момента травмы значимо не влияло на длительность использования адреномиметиков, но имело значимое положительное влияние на выраженность органических дисфункций и регресс неврологических нарушений.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Вклад авторов.** Стаценко И.А. — набор и обработка материала, написание статьи; Лебедева М.Н. — научное руководство, редактирование статьи; Пальмаш А.В. — набор и обработка материала; Первухин С.А. — набор и систематизация материала; Рерих В.В. — научное консультирование; Лукинов В.Л. — статистический анализ материала.

## ORCID авторов

Стаценко И.А. — 0000-0003-2860-9566  
 Лебедева М.Н. — 0000-0002-9911-8919  
 Пальмаш А.В. — 0000-0002-2454-477X  
 Первухин С.А. — 0000-0003-3287-854X  
 Рерих В.В. — 0000-0001-8545-0024  
 Лукинов В.Л. — 0000-0002-3411-508X

## Литература/References

- [19] Пташников Д.А. Спинальный шок, нейрогенный шок: диагностика, корреляционные связи между тяжестью ПСМТ и функциональными исходами. В кн.: Колесов С.В., Пташников Д.А., Швец В.В. Повреждения спинного мозга и позвоночника. Под ред. Миронова С.П. Гл. 5. М.: Авторская Академия, 2018: 44–55.  
 [Ptashnikov D.A. Spinal shock, neurogenic shock: diagnosis, correlation between the severity of SCI and functional outcomes. In: Kolesov S.V., Ptashnikov D.A., Shvets V.V. Injuries to the Spinal Cord and Spine. Ed. by Mironov S.P. Ch. 5. Moscow: Authors Academy, 2018: 44–55. (In Russ)]
- [20] Редкокаша Л.Ю., Лукашов К.В., Чепишко С.Я и др. Общие закономерности гемодинамических нарушений в остром периоде позвоночно-спинномозговой травмы на шейном уровне. Общественная реаниматология. 2005; 1(4): 9–22.  
 [Redkokasha L.Yu., Lukashov K.V., Chepishko S.Ya., et al. General trends in hemodynamics in acute vertebro-cerebrospinal injury at the cervical level. General Reanimatology. 2005; 1(4): 19–22. (In Russ)]
- [21] Taylor M.P., Wrenn P., O'Donnell A.D. Presentation of neurogenic shock within the emergency department. Emerg. Med. J. 2017; 34(3): 157–162. DOI: 10.1136/emered-2016-205780
- [22] Frisbie J.H. Breathing and the support of blood pressure after spinal cord injury. Spinal Cord. 2005; 7(43): 406–407. DOI: 10.1038/sj.sc.3101732



- [23] Кан С.Л., Чурляев Ю.А. Интенсивная терапия тяжелой позвоночно-спинномозговой травмы (обзор литературы). Поли-травма. 2007; 2: 67–75.  
[Kan S.L., Churljaev J.A. Intensive care of the spinal cord injury (the review of the literature). Polytrauma. 2007; 2: 67–75. (In Russ)]
- [24] Первухин С.А., Лебедева М.Н., Елистратов А.А. и др. Интенсивная терапия осложненной травмы шейного отдела позвоночника. Хирургия позвоночника. 2014; 4: 13–15.  
[Pervukhin S.A., Lebedeva M.N., Elistratov A.A., et al. Intensive therapy for complicated cervical spine injury. Hir. Pozvonoc. 2014; 4: 72–79. (In Russ)]
- [25] El Tecle N.E., Dahdaleh N.S., Hitchon P.W. Timing of Surgery in Spinal Cord Injury Spine (Phila Pa 1976). 2016; 41(16): E995–E1004. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001517
- [26] Ter Wengel P.V., Feller R.E., Stadhouders A., et al. Timing of surgery in traumatic spinal cord injury: a national, multidisciplinary survey. Eur. Spine. J. 2018; 27(8): 1831–1838. DOI: 10.1007/s00586-018-5551-y
- [27] Liu J.M., Long X.H., Zhou Y., et al. Is Urgent Decompression Superior to Delayed Surgery for Traumatic Spinal Cord Injury? A Meta-Analysis. World Neurosurg. 2016; 87: 124–31. DOI: 10.1016/j.wneu.2015.11.098
- [28] Бердюгин К.А., Штадлер Д.И., Гусев Д.А. Роль срока декомпрессии в исходах позвоночно-спинномозговой травмы в эксперименте и клинике. Современные проблемы науки и образования. 2015; 3: 20.  
[Berdyugin K.A., Shtadler D.I., Gusev D.A. The role of date of decompression in results of spinal trauma in experiment and clinic. Modern Problems of Science and Education. 2015; 3: 20. (In Russ)]
- [29] Виссарионов С.В., Белянчиков С.М., Солохина И.Ю. и др. Оценка временного фактора операции на динамику неврологических нарушений у детей с позвоночно-спинномозговой травмой. Успехи современного естествознания. 2015; 4: 14–18.  
[Vissarionov S.V., Belyanchikov S.M., Solokhina I.Y., et al. Influence of surgical treatment timing on development of neurological disorders in children with spinal cord injury. Advances in Current Natural Sciences. 2015; 4: 14–18. (In Russ)].
- [30] Яфарова Г.Г., Валеев Е.К., Груббер Н.М. Оценка исходов позвоночно-спинальной травмы в зависимости от сроков хирургического вмешательства. Практическая медицина. 2015; 89: 215–217.  
[Yafarova G.G., Valeev E.K., Gruber N.M. Assessment of the outcomes of vertebrospinal trauma based on time of surgical intervention. Practical Medicine. 2015; 89 : 215–217. (In Russ)]
- [31] Ryken T.C., Hurlbert R.J., Hadley M.N. The acute cardiopulmonary management of patients with cervical spinal cord injuries. Neurosurgery. 2013; 72: 84–92. DOI: 10.1227/NEU.0b013e318276ee16
- [32] Guly H.R., Bouamra O., Lesky F.E. Trauma Audit and Research Network. The incidence of neurogenic shock in patients with isolated spinal cord injury in the emergence department. Resuscitation. 2008; 76: 57–62.
- [33] Hadley M.N., Walters B.C., Grabb P.A., et al. Blood pressure management after acute spinal cord injury. Neurosurgery. 2002; 50(Suppl. 3): 58–62. DOI: 10.1097/00006123-200203001-00012
- [34] Furlan J.C., Noonan V., Cadotte D.W., Michael G. Fehlingscorresponding Timing of Decompressive Surgery of Spinal Cord after Traumatic Spinal Cord Injury: An Evidence-Based Examination of Pre-Clinical and Clinical Studies J. Neurotrauma. 2011; 28(8): 1371–1399. DOI: 10.1089/neu.2009.1147 PMID: PMC3143409 PMID: 20001726
- [35] Jug M., Kejžar N., Vesel M., et al. Neurological Recovery after Traumatic Cervical Spinal Cord Injury Is Superior if Surgical Decompression and Instrumented Fusion Are Performed within 8 Hours versus 8 to 24 Hours after Injury: A Single Center Experience. J. Neurotrauma. 2015; 32(18): 1385–1392. DOI: 10.1089/neu.2014.3767. Epub 2015 Apr 22

Поступила 29.01.2019