



ФАКТОРЫ РИСКА ПОВРЕЖДЕНИЯ ТВЕРДОЙ МОЗГОВОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ ТРАВМЕ ГРУДНОГО И ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА

А.Г. Мартикян^{1,2}, А.А. Гринь^{1,3}, А.Э. Талыпов¹, С.Л. Аракелян⁴

¹Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва, Россия

²Госпиталь ветеранов войн № 2, Москва, Россия

³Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, Москва, Россия

⁴Городская клиническая больница № 13, Москва, Россия

Цель исследования. Уточнение значимости факторов риска повреждения твердой мозговой оболочки (ТМО) при переломах грудного и поясничного отделов позвоночника.

Материал и методы. Работа основана на анализе обследования и хирургического лечения 350 пострадавших с позвоночно-спинно-мозговой травмой (ПСМТ). Переломы грудного отдела позвоночника были у 124 пациентов, поясничного — у 226. В исследование включены 167 оперированных больных, которым выполнена задняя декомпрессия на уровне перелома с применением ламинэктомии и транспедикулярной фиксации поврежденного позвоночно-двигательного сегмента. Выделено две группы: основная — 55 пациентов с разрывом ТМО; контрольная — 112 пациентов без повреждения ТМО.

Результаты. Повреждение ТМО выявлено у 32,9 % пострадавших, разрыв локализован на задней поверхности дурального мешка. У пациентов с разрывом ТМО достоверно чаще встречаются неврологические расстройства типов А и В по шкале ASIA ($p = 0,00065$). Достоверно чаще повреждение ТМО возникает при переломах типа С по классификации AOSpine, при многоуровневых повреждениях позвоночника и сочетанной ПСМТ (ISS более $27,58 \pm 9,46$ баллов). Наиболее значимыми факторами риска развития разрывов ТМО являются сужение позвоночного канала на уровне перелома более чем на 50 %, перелом дужки позвонка, увеличение относительной величины межпозвонкового расстояния более 20 % и диастаз между отломками дужек более 2,5 мм.

Заключение. Повреждение ТМО — часто встречающееся осложнение ПСМТ. Прогнозирование возможного разрыва ТМО позволит оптимизировать хирургическую тактику и улучшить исходы лечения пострадавших.

Ключевые слова: позвоночно-спинномозговая травма, факторы риска повреждения твердой мозговой оболочки, разрыв твердой мозговой оболочки, перелом дужки позвонка, сужение позвоночного канала.

Для цитирования: Мартикян А.Г., Гринь А.А., Талыпов А.Э., Аракелян С.Л. Факторы риска повреждения твердой мозговой оболочки при травме грудного и поясничного отделов позвоночника // Хирургия позвоночника. 2022. Т. 19. № 1. С. 31–38.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2022.1.31-38>.

RISK FACTORS FOR DAMAGE TO THE DURA MATER IN THORACIC AND LUMBAR SPINE INJURY

A.G. Martikyan^{1,2}, A.A. Grin^{1,3}, A.E. Talyпов¹, S.L. Arakelyan⁴

¹N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russia

²Hospital for War Veterans No. 2, Moscow, Russia

³A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

⁴City Clinical Hospital No. 13, Moscow, Russia

Objective. To clarify a significance of the risk factors for damage to the dura mater (DM) in fractures of the thoracic and lumbar spine.

Material and Methods. The study is based on the analysis of examination data and surgical treatment results of 350 patients with spinal cord injury (SCI). Fractures of the thoracic spine were observed in 124 patients, and those of the lumbar spine in 226. The study included 167 operated patients who underwent posterior decompression at the fracture level using laminectomy and transpedicular fixation of the injured spinal motion segment. There were two groups of patients: study group included 55 patients with DM rupture and control one — 112 patients without damage to the DM.

Results. Damage to the DM was found in 32.9 % of patients, the rupture was localized on the posterior surface of the dural sac. In patients with rupture of the dura mater, ASIA type A and B neurological disorders were significantly more common ($p = 0.00065$). The DM damage occurs significantly more often in patients with type C fracture according to the AOSpine classification, with multilevel spinal injuries and combined SCI (Injury Severity Score more than 27.58 ± 9.46 points). The most significant risk factors for the development of DM ruptures are narrowing of the spinal canal at the fracture level by more than 50 %, a fracture of the vertebral arch, an increase in the relative interpedicular distance of more than 20 %, and diastasis between the fragments of the arches by more than 2.5 mm.

Conclusion. The damage to the dura mater is a common complication of vertebral fracture. The prediction of dura mater rupture will allow optimizing surgical approach and improving the treatment outcome.

Key Words: spinal cord injury, risk factors for damage to the dura mater, damage to the dura mater, fracture of the vertebral arch, narrowing of the spinal canal.

Please cite this paper as: Martikyan AG, Grin AA, Talygov AE, Arakelyan SL. Risk factors for damage to the dura mater in thoracic and lumbar spine injury *Hir. Pozvonoc.* 2022;19(1):31–38.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2022.1.31-38>.

Основными целями хирургического лечения позвоночно-спинномозговой травмы (ПСМТ) являются полноценная декомпрессия сосудисто-нервных образований позвоночного столба, устранение и предотвращение вертебротрансвертебрального или вертеброрадикулярного конфликтов, создание надежного костного блока и восстановление опороспособности позвоночного столба, восстановление нормальной ликвороциркуляции [1–3]. Одна из важных проблем спинальной хирургии – повреждение твердой мозговой оболочки (ТМО), приводящее к образованию ликворных свищей и ликвореи. Разрыв ТМО может вызывать развитие псевдоменингеоцеле и инфекционных осложнений, что значительно ухудшает исходы лечения.

При разрыве ТМО, возникающем вследствие перелома позвонка, возможно пролабирование невралных структур в дефект ТМО и их компрессия костными отломками в месте перелома. При отсутствии дооперационной диагностики это может приводить к их повреждению при хирургических манипуляциях. Наиболее часто подобные повреждения возникают при неврологических нарушениях, расщеплении остистого отростка, повреждении дужки позвонков со смещением ее отломков [4–9].

По данным разных авторов [4–16], ПСМТ на грудном и поясничном уровнях у 7,7–64,0 % больных сопровождается разрывом ТМО, который, как правило, верифицируют при операции в процессе декомпрессии невралных структур.

Золотым стандартом для определения костной патологии в настоящее время является спиральная КТ, которая позволяет точно верифи-

цировать различные виды повреждений позвоночника. С помощью КТ диагностируют даже небольшие переломы заднебоковых элементов стенок позвоночного канала, не визуализируемые при МРТ [3].

МРТ позвоночника выполняют для диагностики повреждений мягкотканых структур. Разрешающая способность МРТ недостаточна для визуализации небольших разрывов ТМО, являющихся причиной ликвореи. Невозможно непосредственно визуализировать на МРТ повреждение ТМО размером меньше 1 см [7, 11, 17, 18]. Lee et al. [19] считают, что невозможно визуализировать повреждение длиной менее 4 см.

Проведен ряд исследований [4–8, 10–16, 19–22] для оценки факторов риска повреждения ТМО при ПСМТ. Наиболее значимыми факторами авторы считают перелом дужки позвонка [5–10, 12, 19, 22], большую величину диастаза отломков сломанной дужки [6–8], сужение позвоночного канала на уровне перелома [6, 8, 19], увеличение межпозвоночного расстояния сломанного позвонка [4, 6, 8, 19]. Неврологическая симптоматика чаще развивается у пострадавших с разрывами ТМО [6, 8, 19]. Однако среди авторов нет единого мнения о прогностической значимости различных факторов риска [5, 7, 8, 10, 14, 15, 23], а отсутствие внимания к их выявлению на дооперационном этапе ведет к диагностическим ошибкам и неправильной тактике хирургического вмешательства, развитию осложнений и неблагоприятному исходу.

Цель исследования – уточнение значимости различных факторов риска повреждения ТМО при переломах грудного и поясничного отделов позвоночника.

Материал и методы

Пациенты

Работа основана на анализе обследования и хирургического лечения 350 пострадавших с ПСМТ в отделении неотложной нейрохирургии в 2014–2018 гг. Переломы грудного отдела позвоночника были у 124 пострадавших, поясничного – у 226. У 167 пациентов выполняли декомпрессию ламинэктомию на уровне перелома и транспедикулярную фиксацию позвоночно-двигательного сегмента, у 73 – транспедикулярную фиксацию позвоночно-двигательного сегмента и постуральную редукцию позвоночного столба без выполнения ламинэктомии, у 84 – опороспособность позвоночно-двигательного сегмента восстанавливали методом переднего спондилодеза, у 26 – методом вертебропластики. Уровень перелома варьировал от Th₃ до L₅, наиболее часто переломы локализовались на уровне Th₁₂–L₃ позвонков. Сроки оперативного вмешательства с момента травмы составляли от 3 ч до 23 сут. Катамнез после операции – 3–18 недель.

Разрыв ТМО был выявлен только на задней и/или заднебоковой поверхности дурального мешка. Для анализа отобраны пострадавшие, которым выполняли заднюю декомпрессию с применением ламинэктомии и транспедикулярную фиксацию позвоночно-двигательного сегмента на уровне перелома, всего в ретроспективное исследование включено 167 пациентов: в основную группу вошли 55 пострадавших с разрывом ТМО, в контрольную – 112 без разрыва ТМО. Распределение мужчин и женщин: 101 : 66 (60,5 : 39,5 % = 1,53 : 1,00). Средний возраст пациентов –

38 лет (min – 17, max – 80). У 115 (68,9 %) пациентов имелись переломы поясничного отдела позвоночника, у 52 (31,1 %) – грудного.

Техника вмешательства

Оперативные вмешательства проводили в положении пациента на животе в нейтральной позиции, без попыток постуральной редукции. Всем пострадавшим выполнили ламинэктомию на уровне перелома из заднего расширенного доступа. Производили освобождение нервных структур, расположенных между костными фрагментами сломанного позвонка. Целостность поврежденных участков ТМО восстанавливали путем ушивания или пластики дуральной оболочки. Все операции заканчивали транспедикулярной фиксацией позвонков, смежных с поврежденным позвоночно-двигательным сегментом, и формированием блока оперированных позвоночно-двигательных сегментов.

Методы

Для оценки типа повреждения позвоночника в зависимости от морфологии и механизма травмы использовали классификацию AOSpine [24]. Следует отметить, что данная классификация разработана преимущественно для повреждений грудного и поясничного отделов позвоночника.

Неврологические расстройства, связанные с травмой спинного мозга и нервных корешков, оценивали по шкале ASIA [25], тяжесть сочетанной травмы – по шкале ISS.

Всем пострадавшим при поступлении и в динамике проводили СКТ позвоночного столба. Исследование выполняли на аппаратах СТЕ и ZTX с шагом томографа – 2 мм. Объективную оценку (линейные размеры, площадь, объем стенозированного позвоночного канала) проводили с использованием стандартных измерительных инструментов программы RadiAnt Dicom Viewer. До операции проводили измерение размеров тела, дужек и ножек позвонков для подбора оптимального размера фиксаторов.

При оценке данных КТ учитывали положение отломков, степень суже-

ния позвоночного канала, наличие перелома дужки и расстояние между отломками сломанной дужки, межножковое расстояние и локализацию линии перелома. Диаметр позвоночного канала измеряли в переднезаднем направлении как расстояние между серединой задней поверхности тела позвонка и серединой основания остистого отростка на границе дурального мешка. При смещении позвонков размер канала измеряли в той части, которая имеет наибольшее сужение в сагиттальной и аксиальной плоскостях.

Межножковое расстояние на аксиальных срезах КТ определяли как максимальное расстояние между медиаль-

ными поверхностями ножек позвонка (рис. 1).

Величину межножкового расстояния сломанного позвонка рассчитывали по следующей формуле:

$$(A + C)/2 - B / (A + C)/2,$$

где А – размер межножкового расстояния выше зоны перелома; В – размер межножкового расстояния на уровне перелома; С – размер межножкового расстояния ниже зоны повреждения [26].

Важной характеристикой клинического материала являлась оценка сужения просвета позвоночного канала на уровне повреждения, которое определяли по КТ. Степень суже-

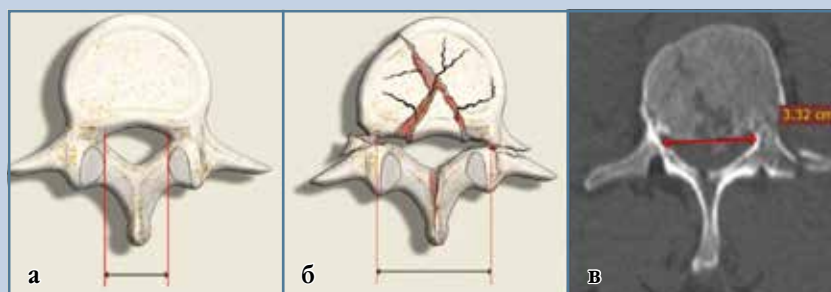


Рис. 1

Определение межножкового расстояния на аксиальных срезах: **а** – межножковое расстояние для позвонка без перелома; **б** – взрывной перелом позвонка с расширением межножкового расстояния; **в** – измерение межножкового расстояния на КТ (Dicom-каталог)

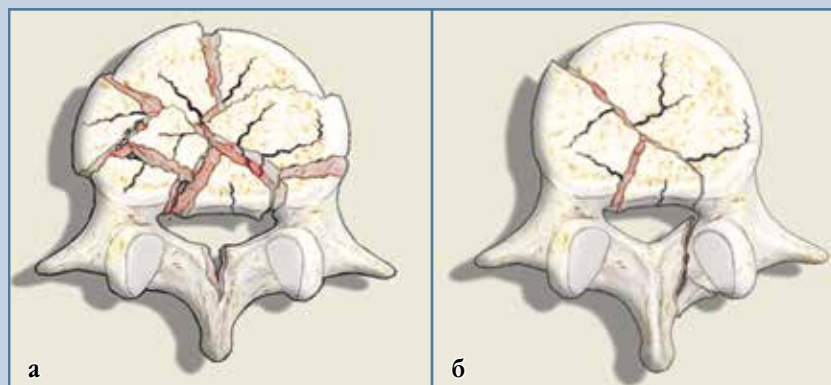


Рис. 2

Виды переломов дужки позвонка: **а** – неполный тип перелома дужки позвонка (по типу зеленой ветки); **б** – полный типа перелом дужки

ния позвоночного канала определяли по аналогичной формуле:

$$(A + C)/2 - B / (A + C)/2,$$

где А, С – переднезадний размер позвоночного канала выше и ниже зоны перелома соответственно; В – переднезадний размер канала на уровне перелома (максимальной компрессии) [26].

Морфологию перелома дужки позвонка оценивали на аксиальных срезах КТ. Переломы дужки классифицировали по анатомической целостности на полные и неполные [9]. Перелом дужки по типу зеленой ветки относили к неполным переломам (рис. 2).

Статистический анализ

Статистический анализ полученных данных и обработку материалов производили с помощью программы SPSS Statistics 22 for Windows.

Для сравнения количественных признаков нормального распределения применяли параметрические тесты. Для оценки статистической значимости различий между двумя группами, имеющими ненормальное распределение, использовали непараметрический критерий Манна – Уитни (U). Для сравнения пропорций качественных признаков производили χ^2 -тест Пирсона. Вычисляли отношение шансов (OR). Для 2×2 таблиц, когда ожидаемое количество даже в одной группе менее 5, подсчитывали точный критерий Фишера. Результаты анализа считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Результаты

Повреждение ТМО выявлено у 55 (32,9 %) из 167 пострадавших, его отсутствие – у 112 (67,1 %) У всех пациентов разрыв ТМО обнаружен на задней и/или заднебоковой поверхности дурального мешка, размеры поврежденного участка варьировали от 2 до 38 мм, площадь повреждения – от 2 до 38 мм².

Не выявлено статистически достоверной разницы среди пострадавших с повреждениями и без повреждений ТМО по возрасту (в основной и контрольной группах соответственно 37 лет

(18; 73 года) и 40 лет (17; 80 лет), метод Манна – Уитни, $U = 2762$; $p = 0,32$) и полу (36 мужчин и 19 женщин в основной группе (65,5 и 34,5 %) и 65 мужчин и 47 женщин – в контрольной (58,0; 42,0 %), метод Пирсона, $\chi^2 = 0,85$; $p = 0,357$).

У 110 (65,9 %) пациентов имелась сочетанная ПСМТ, при этом в основной группе такие пострадавшие преобладали – 41 (74,5 %), в контрольной – 69 (61,6 %). Выявлена достоверная разница в степени тяжести сочетанной травмы у пострадавших: ее средняя оценка по шкале ISS в группе пациентов с разрывом ТМО составила 32,00 балла, в группе без повреждения – $27,58 \pm 9,46$ балла (метод Манна – Уитни, $U = 982$; $p = 0,007$).

Риск разрыва ТМО оказался выше у пострадавших с множественными и многоуровневыми повреждениями позвоночника, отмеченными соответственно у 31 (56,4 %) против 40 (35,7 %) пострадавших в группах (ОШ 2,32; 95 % ДИ 1,16–4,29; $p = 0,01$).

Переломы грудного и поясничного отделов позвоночника в группах встречались практически с одинаковой частотой (метод Пирсона, $\chi^2 = 0,79$; $p = 0,38$). В основной группе перелом поясничного отдела позвоночника был у 41 (74,5 %) пострадавшего, перелом грудных позвонков –

у 14 (25,5 %); в контрольной группе повреждения поясничных позвонков выявлены у 76 (67,9 %) пациентов, грудного отдела – у 36 (32,1 %).

Из 167 пострадавших неврологически осложненные повреждения выявлены у 114 (68,3 %). Риск развития неврологических осложнений в основной группе оказался выше, чем в контрольной: 46 (83,6 %) и 68 (60,7 %) пострадавших соответственно (ОШ 3,31; 95 % ДИ 1,47–7,43; $p = 0,003$).

Достоверно чаще среди пострадавших с разрывом ТМО отмечены тяжелые неврологические расстройства. В основной группе повреждения спинного мозга степеней А и В по шкале ASIA выявлены у 15 (27,3 %) и 12 (21,8 %) пострадавших соответственно, а в группе сравнения статистически значимо реже – у 16 (14,3 %) и 9 (8,0 %) пациентов (для паралича типа А ОШ 2,25; 95 % ДИ 1,02–4,98; $p = 0,042$; типа В – ОШ 3,19; 95 % ДИ 1,25–8,13; $p = 0,012$). При других видах повреждений спинного мозга с неврологическим расстройством достоверной разницы в группах не выявлено: для типа С – 8 (14,5 %) и 13 (11,6 %) наблюдений (метод Пирсона, $\chi^2 = 0,29$; $p = 0,59$), для типа D – 11 (20,0 %) и 30 (26,8 %) наблюдений (метод Пирсона, $\chi^2 = 0,92$, $p = 0,34$) соответственно (рис. 3).



Таблица

Анализ факторов риска повреждения твердой мозговой оболочки при позвоночно-спинномозговой травме

Факторы	Основная группа (n = 55)	Контрольная группа (n = 112)	p	Отношение шансов
Множественные и многоуровневые повреждения, n (%)*	31 (56,4)	40 (35,7)	0,010	2,32
Неврологические нарушения, n (%)*			0,003	3,31
без нарушений	9 (16,4)	44 (39,3)		
с нарушениями	46 (83,6)	68 (60,7)		
ASIA A	15	16	0,042	2,25
ASIA B	12	9	0,012	3,19
ASIA C	8	13	0,590	
ASIA D	11	30	0,340	
ASIA E	9	44	0,003	3,31
Межпозвоночное расстояние, %**	21	11	<0,010	4,77
Сужение позвоночного канала, n (%)*			<0,010	16,05
менее 50 %	5 (9,1)	69 (61,6)		
более 50 %	50 (90,9)	43 (38,4)		
Перелом дужки*, n (%)			<0,010	10,21
есть	48 (87,3)	45 (40,2)		
нет	7 (12,7)	67 (69,8)		
Расстояние между отломками дужки, мм**	3,31 ± 1,40	2,33 ± 1,23	<0,010	4,43

* Метод Пирсона; ** критерий Манна — Уитни.

Результаты анализа факторов риска повреждения ТМО при ПСМТ в исследуемых группах представлены в табл.

Тип перелома. В основной группе компрессионно-оскольчатые переломы типов A3 и A4 по классификации AOSpine отмечены в группах у 19 (34,5 %) и 62 (55,4 %) пострадавших, дистракционные повреждения с компрессионно-оскольчатым переломом тела позвонка и разрывом задних опорных структур (тип B) – 15 (27,3 %) и 26 (23,2 %) соответственно (метод Пирсона, $\chi^2 = 0,33$; $p = 0,57$).

Достоверно чаще повреждения ТМО в основной группе выявлены у пострадавших с ротационными повреждениями (тип C) – 21 (38,2 %) пациент, в группе сравнения – 24 (21,4 %; ОШ 2,26; 95 % ДИ 1,18–4,59; рис. 4).

Сужение позвоночного канала. Риск повреждения ТМО значительно возрастал при сужении позвоночного канала более чем на 50 % (ОШ 16,05; 95 % ДИ 5,93–43,4; $p < 0,01$), при этом сужение просвета позвоночного канала, превышающее этот показатель, в основной группе выявлено

у 50 (90,9 %) пострадавших, в контрольной группе – у 43 (38,4 %).

Перелом дужки сломанного позвонка. Это значимый фактор риска разрыва ТМО (ОШ 10,21; 95 % ДИ

4,24–24,57; $p < 0,01$), достоверно чаще встречавшийся в основной группе: 48 (87,3 %) наблюдений; в контрольной – 45 (40,9 %).



Рис. 4

Структура повреждений позвоночника у пострадавших по классификации AOSpine: * достоверные различия в группах; ТМО – твердая мозговая оболочка

Не выявлено достоверных различий между группами среди пострадавших с переломом дужки и неврологическими нарушениями: при повреждении ТМО они отмечены у 41 (85,4 %), пациента из 48, в группе без разрыва ТМО – у 32 (71,1 %) из 45 (метод Пирсона, $\chi^2 = 2,82$; $p = 0,093$).

Тип перелома дужки. Не выявлено статистически значимой разницы по типу перелома дужки между группами (метод Пирсона, $\chi^2 = 0,89$; $p = 0,345$): в обеих группах превалировал полный тип перелома, отмеченный в основной группе у 32 (66,7 %) пациентов, в контрольной – у 34 (75,6 %). В свою очередь, частичный перелом дужки (по типу зеленой ветки) выявлен у 16 (33,3 %) и 11 (24,4 %) пострадавших в группах соответственно.

Расстояние между отломками сломанной дужки. Риск повреждения ТМО достоверно возрастал при увеличении расстояния между отломками сломанной дужки. В основной группе среднее расстояние между отломками дужки составило $3,31 \pm 1,40$ мм, в контрольной – $2,33 \pm 1,23$ мм (ОШ 4,43; 95 % ДИ 1,85–10,65; $p < 0,01$).

Относительная величина межножкового расстояния. Достоверные различия в сравниваемых группах были в относительной величине межножкового расстояния. В группе с разрывом ТМО средняя относительная величина межножкового расстояния составляла 21 %, в группе без повреждения ТМО – 11 % (ОШ 4,77; 95 % ДИ 2,33–9,76; $p < 0,01$).

Обсуждение

Разрывы задней поверхности ТМО при травме грудного и поясничного отделов позвоночника в сочетании с переломом дужки сломанного позвонка и повреждением спинного мозга или ущемлением корешков конского хвоста между фрагментами сломанной дужки впервые описали в 1980 г. Miller et al. [20].

Классической картиной перелома позвоночника, сопровождающе-

гося повреждением ТМО, являются взрывной перелом позвонка в грудном или поясничном отделах и вертикальный перелом дужки сломанного позвонка. При таких видах перелома авторы отметили большую вероятность ущемления невралгических структур между фрагментами сломанной дужки и развития неврологических осложнений [4–9, 12, 13, 16, 20, 21].

Важным прогностическим признаком является перелом передней кортикальной пластинки дужки по типу зеленой ветки при переломе позвонков вследствие расщепления остистого отростка, который впервые описал Denis [27]. При переломе позвонка с переломом дужки содержимое дурального мешка смещается кзади между фрагментами сломанной дужки. После исчезновения осевой нагрузки и восстановления положения отломков возможно ущемление ТМО и спинно-мозговых нервов, что особенно характерно для перелома дужки по типу зеленой ветки [4, 7].

Отмечается высокая частота перелома дужки по типу зеленой ветки при повреждении ТМО (100,0 %) у пострадавших с травмой грудного и/или поясничного отделов позвоночника [4, 7]. Однако другие исследователи отметили редкую встречаемость перелома дужки по типу зеленой ветки при повреждении ТМО (24,7–27,5 %), в отличие от полного типа перелома дужки [6, 9].

По нашим данным, сочетание перелома тела и дужки сломанного позвонка является значимым фактором риска повреждения ТМО и отмечено у 87,3 % пострадавших. В свою очередь, не было статистически значимой разницы между типом перелома сломанной дужки и разрывом ТМО ($p > 0,05$). В группе пострадавших с разрывом ТМО в 2 раза чаще встречался полный тип перелома дужки в отличие от перелома по типу зеленой ветки.

Механизм разрыва ТМО и ущемления нервных структур при взрывном переломе позвонков с переломом дужек изучен не полностью. По мнению Cammisa et al. [5], в момент травмы, благодаря воздействию осевой

силы, фрагменты тела позвонка смещаются в позвоночный канал, обуславливая расширение межножкового пространства, которое, в свою очередь, сопровождается высокой частотой перелома дужки. Pickett et al. [15] и Denis et al. [22] сообщали, что при взрывном переломе позвонка с переломом его дужки отломки тела позвонка смещаются в позвоночный канал. При этом происходит сдавление и смещение дурального мешка в заднем направлении и разрыв задней поверхности ТМО острыми краями фрагментов сломанной дужки. В исследовании Xu et al. [6] у пациентов с ПСМТ на нижнегрудном и поясничном уровнях с переломом дужки сломанного позвонка показана статистически значимая взаимосвязь между частотой выявления разрыва ТМО на этапе ламинэктомии и сужением позвоночного канала более чем на 50 % за счет смещения фрагмента тела сломанного позвонка в позвоночный канал. По мнению этих авторов, чтобы произошел разрыв ТМО при ПСМТ, нужны два условия: сочетание сломанной дужки и смещение отломков тела сломанного позвонка в просвет позвоночного канала.

По данным нашего исследования, смещение отломков в просвет позвоночного канала и его сужение более чем на 50 % являлись факторами риска разрыва ТМО.

Некоторые исследователи [4–8, 12, 20, 21] пытались установить взаимосвязь между разрывом ТМО и развитием неврологической симптоматики. Cammisa et al. [5] и Miller et al. [20] считают, что перелом позвонка в сочетании с переломом его дужки сопровождается неврологическим дефицитом со 100 % чувствительностью и 74 % специфичностью, кроме того, сопровождается разрывом ТМО, а по данным Park et al. [8], 100 % и 78 % соответственно. Однако отсутствие неврологических расстройств при переломе дужки не исключает повреждения ТМО и/или ущемления спинно-мозговых нервов [7, 10, 12, 20].

Еще одним фактором риска разрыва ТМО ряд авторов [4, 6, 8, 19] считает увеличение межпозвоночного расстояния по данным КТ. По данным Lee et al. [19], разрыв ТМО у пациентов с травмой грудного и поясничного отделов позвоночника и переломом дужки сломанного позвонка выявляли при средней величине межпозвоночного расстояния, равной 28,7 мм, а при межпозвоночном расстоянии менее 26,0 мм повреждения ТМО не было. По данным Park et al. [8], при таком механизме травмы разрыв ТМО выявляли при средней величине межпозвоночного расстояния, равной $32,4 \pm 3,9$ мм, а при расстоянии $28,4 \pm 3,8$ мм повреждения ТМО не выявляли ($p = 0,015$). Согласно нашему исследованию, фактором риска разрыва ТМО является увеличение относительной величины межпозвоночного расстояния ($p < 0,05$), причем наибольший риск развития повреждения был при относительной величине межпозвоночного расстояния более 20 %.

Важным диагностическим критерием разрыва ТМО является рассто-

яние между отломками сломанной дужки. В исследовании Ozturk et al. [7] у пациентов с разрывом ТМО величина расстояния между отломками сломанной дужки в среднем составила 4,35 мм ($p < 0,01$). В аналогичном исследовании Park et al. [8] разница диастаза отломков у пациентов с разрывом и без разрыва ТМО составила 1,4 мм ($p = 0,002$). По данным Xu et al. [6], у пациентов с ПСМТ и переломом дужки, сопровождавшимся разрывом ТМО, расстояние между отломками сломанной дужки составило $3,3 \pm 2,3$ мм, а в группе пациентов без разрыва ТМО – $2,3 \pm 1,6$ мм ($p = 0,013$). Мы получили подобные результаты: в основной группе средняя величина расстояния между отломками сломанной дужки – $3,31 \pm 1,4$ мм, в контрольной – $2,33 \pm 1,23$ мм ($p = 0,0001$).

Заключение

Разрыв ТМО возникает у 32,9 % пострадавших с переломами поясничного и грудного отделов позвоночника. У всех пациентов повреждение распо-

лагается на задней и/или заднебоковой поверхности дурального мешка.

У пострадавших с разрывом ТМО достоверно чаще встречаются неврологические расстройства типов А и В по шкале ASIA с ротационными переломами типа С.

Наиболее значимыми факторами риска разрыва ТМО являются следующие: сужение позвоночного канала на уровне перелома более чем на 50 %, перелом дужки позвонка и диастаз между отломками дужек более 2,5 мм, увеличение относительного межпозвоночного расстояния более 20 %, многоуровневые повреждения позвоночника, сочетанная ПСМТ (ISS более $27,58 \pm 9,46$ балла).

Прогнозирование возможного разрыва ТМО позволит оптимизировать хирургическую тактику и улучшить исходы лечения пострадавших.

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

Литература/References

- Афаунов А.А., Кузьменко А.В., Басанкин И.В. Дифференцированный подход к лечению больных с травматическими стенозами позвоночного канала на нижнегрудном и поясничном уровне // Инновационная медицина Кубани. 2016. № 2. С. 5–16. [Afaunov AA, Kuzmenko AV, Basankin IV. Differentiated treatment in patients with traumatic vertebral canal stenosis at lower thoracic and lumbar levels. Innovatsionnaya meditsina Kubani = Innovative Medicine of Kuban 2016;(2):5–16].
- Гринь А.А., Кордонский А.Ю., Львов И.С., Кайков А.К., Сытник А.В., Богданова О.Ю. Фактор времени в хирургии позвоночно-спинальной травмы (обзор литературы) // Нейрохирургия. 2018. Т. 20. № 3. С. 81–90. [Grin' AA, Kordonskiy AY, Lvov IS, Kaikov AK, Sytnik AV, Bogdanova OYu. The timing in surgery of spinal trauma (a review). Russian journal of neurosurgery. 2018;20(3):81–90]. DOI 10.17650/1683-3295-2018-20-3-81-90.
- Крылов В.В., Гринь А.А., Тимербаев В.Х., Генов П.Г., Ефременко С.В., Григорьева Е.В., Никитин С.С., Куренков А.Л., Хит' М.А. Травма позвоночника и спинного мозга. М., 2014. [Krylov VV, Grin'AA, Timerbaev VKh, Genov PG, Efremenko SV, Grigor'eva EV, Nikitin SS, Kurenkov AL, Khit' MA. Trauma of the Spine and Spinal Cord. Moscow, 2014].
- Aydinli U, Karaeminogullari O, Tiskaya K, Ozturk C. Dural tears in lumbar burst fractures with greenstick lamina fractures. Spine. 2001;26:E410–E415. DOI 10.1097/00007632-200109150-00012.
- Cammisa FP Jr, Eismont FJ, Green BA. Dural laceration occurring with burst fractures and associated lamina fractures. J Bone Joint Surg Am. 1989;71:1044–1052. DOI: 10.2106/00004623-198971070-00011.
- Xu JX, Zhou CW, Wang CG, Tang Q, Li JW, Zhang LL, Xu HZ, Tian NF. Risk factors for dural tears in thoracic and lumbar burst fractures associated with vertical laminar fractures. Spine. 2018;43:774–779. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002425.
- Ozturk C, Ersozlu S, Aydinli U. Importance of greenstick lamina fractures in low lumbar burst fractures. Int Orthop. 2006;30:295–298. DOI: 10.1007/s00264-005-0052-0.
- Park JK, Park JW, Cho DC, Sung JK. Predictable factors for dural tears in lumbar burst fractures with vertical laminar fractures. J Korean Neurosurg Soc. 2011;50:11–16. DOI: 10.3340/jkns.2011.50.1.11.
- Skiak E, Karakasli A, Harb A, Satoglu IS, Basci O, Havitcioglu H. The effect of laminae lesion on thoracolumbar fracture reduction. Orthop Traumatol Surg Res. 2015;101:489–494. DOI: 10.1016/j.otsr.2015.02.011.
- Kahamba JF, Rath SA, Antoniadis G, Schneider O, Neff U, Richter HP. Laminar and arch fractures with dural tear and nerve root entrapment in patients operated upon for thoracic and lumbar spine injuries. Acta Neurochir (Wien). 1998;140:114–119. DOI: 10.1007/s007010050071.
- Keenen TL, Antony J, Benson DR. Dural tears associated with lumbar burst fractures. J Orthop Trauma 1990;4:243–245. DOI: 10.1097/00005131-199004030-00001.
- An KC, Park DH, Kwon YW. Relationship between lamina fractures and dural tear in low lumbar burst fractures. J Korean Fract Soc. 2011;24:256–261. DOI: 10.12671/jkfs.2011.24.3.256.
- Luszczek MJ, Blaisdell GY, Wiater BP, Bellabarba C, Chapman JR, Agel JA, Bransford RJ. Traumatic dural tears: what do we know and are they a problem? Spine J. 2014;14:49–56. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.03.049.

14. **Pau A, Silvestro C, Carta F.** Can lacerations of the thoraco-lumbar dura be predicted on the basis of radiological patterns of the spinal fractures? *Acta Neurochir (Wien)*. 1994;129:186–187. DOI: 10.1007/BF01406502.
15. **Pickett J, Blumenkopf B.** Dural lacerations and thoracolumbar fractures. *J Spinal Disord*. 1989;2:99–103. DOI: 10.1097/00002517-198906000-00006.
16. **Sharma M, Sharma AK, Gill M, Kumar G.** Dural tears associated with burst fractures of lumbar vertebrae: A series of three cases. *Indian J Neurosurg*. 2017;6:10–14. DOI: 10.1055/s-0036-1584599.
17. **Jensen MC, Kelly AP, Brant-Zawadzki MN.** MRI of degenerative disease of the lumbar spine. *Magn Reson Q*. 1994;10:173–190.
18. **Marciello MA, Flanders AE, Herbison GJ, Schaefer DM, Friedman DP, Lane JL.** Magnetic resonance imaging related to neurologic outcome in cervical spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993;74:940–946. DOI: 10.5555/uripii.000399939390271B.
19. **Lee IS, Kim HJ, Lee JS, Kim SJ, Jeong YJ, Kim DK, Moon TY.** Dural tears in spinal burst fractures: predictable MR imaging findings. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2009;30:142–146. DOI: 10.3174/ajnr.A1273.
20. **Miller CA, Dewey RC, Hunt WE.** Impaction fracture of the lumbar vertebrae with dural tear. *J Neurosurg*. 1980;53:765–771. DOI: 10.3171/jns.1980.53.6.0765.
21. **Yoshiiwa T, Miyazaki M, Koderia R, Kawano M, Tsumura H.** Predictable imaging signs of cauda equina entrapment in thoracolumbar and lumbar burst fractures with greenstick lamina fractures. *Asian Spine J*. 2014;8:339–345. DOI: 10.4184/asj.2014.8.3.339.
22. **Denis F, Burkus JK.** Diagnosis and treatment of cauda equina entrapment in the vertical lamina fracture of lumbar burst fractures. *Spine*. 1991;16(8 Suppl):S433–S439. DOI: 10.1097/00007632-199108001-00025.
23. **Silvestro C, Francaviglia N, Bragazzi R, Piatelli S, Viale GL.** On the predictive value of radiological signs for the presence of dural lacerations related to fractures of the lower thoracic or lumbar spine. *J Spinal Disord*. 1991;4:49–53.
24. **Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, Reinhold M, Aarabi B, Kandziora F, Chapman J, Shanmuganathan R, Fehlings M, Vialle L.** AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture descrip-

tion, neurological status and key modifiers. *Spine*. 2013;38:2028–2037. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182a8a381.

25. **Maynard FM Jr, Bracken MB, Creasey G, Ditunno JF Jr, Donovan WH, Duckert TB, Garber SL, Marino RJ, Stover SL, Tator CH, Waters RL, Wilberger JE, Young W.** International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. American Spinal Injury Association. *Spinal Cord*. 1997;35:266–274. DOI: 10.1038/sj.sc.3100432.
26. **Haheer TR, Felmly WT, O'Brien M.** Thoracic and lumbar fractures: diagnosis and management. In: Bridwell K.H., DeWald R.L., eds. *The Textbook of Spinal Surgery*. 2nd edition. Philadelphia, 1997:1763–1837.
27. **Denis F.** The three-column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine*. 1983;8:817–831. DOI: 10.1097/00007632-198311000-00003.

Адрес для переписки:

Мартикян Аветик Гургенович
 129090, Россия, Москва, Большая Сухаревская пл., 3,
 НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского,
 amartikyan@mail.ru

Address correspondence to:

Martikyan Avetik Gurgenovitch
 N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine,
 3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow, 129090, Russia,
 amartikyan@mail.ru

Статья поступила в редакцию 03.03.2021

Рецензирование пройдено 09.12.2021

Подписано в печать 12.12.2021

Received 03.03.2021

Review completed 09.12.2021

Passed for printing 12.12.2021

Аветик Гургенович Мартикян, врач-нейрохирург отделения нейрохирургии, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Россия, 129090, Москва, Большая Сухаревская пл., 3; Госпиталь ветеранов войн № 2, Россия, 109472, Москва, Волгоградский пр., 168, ORCID: 0000-0002-4831-4055, amartikyan@mail.ru;

Андрей Анатольевич Гринь, д-р мед. наук, руководитель отделения неотложной нейрохирургии, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Россия, 129090, Москва, Большая Сухаревская пл., 3; профессор кафедры нейрохирургии и нейрореанимации, Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, Россия, 111398, Москва, ул. Кузковская, 1а, стр. 4, ORCID: 0000-0003-3515-8329, aagreen@yandex.ru;

Александр Эрнестович Тальпов, д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения неотложной нейрохирургии, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Россия, 129090, Москва, Большая Сухаревская пл., 3, ORCID: 0000-0002-6789-8164, dr.talypov@mail.ru;

Севак Левоневич Аракелян, врач-нейрохирург отделения нейрохирургии, Городская клиническая больница № 13, Россия, 115280, Москва, ул. Велозаводская, 1/1, ORCID: 0000-0003-1381-2350, dr.sevaks@yandex.ru.

Avetik Gurgenovitch Martikyan, neurosurgeon of the Department of neurosurgery, N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, 3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow, 129090, Russia; Hospital for War Veterans No. 2, 168 Volgogradskiy prospect, Moscow, 109472, Russia, ORCID: 0000-0002-4831-4055, amartikyan@mail.ru;

Andrey Anatolyevich Grin, DMSc, head of the Department of emergency neurosurgery, N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, 3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow, 129090, Russia; Professor of the Department of Neurosurgery and Neuroreanimation, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, 1a, build. 4 Kuskovskaya str., Moscow, 111398, Russia, ORCID: 0000-0003-3515-8329, aagreen@yandex.ru;

Aleksandr Ernestovich Talypov, DMSc, leading researcher of the Department of emergency neurosurgery, N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, 3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow, 129090, Russia, ORCID: 0000-0002-6789-8164, dr.talypov@mail.ru;

Sevak Levonovich Arakelyan, neurosurgeon of the Department of neurosurgery, City Clinical Hospital No. 13, 1/1 Velozavodskaya Str., Moscow, 115280, Russia, ORCID: 0000-0003-1381-2350, dr.sevaks@yandex.ru.