

ДИАГНОСТИКА, ПАТОГЕНЕЗ И ЛЕЧЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ ТВЕРДОЙ МОЗГОВОЙ ОБОЛОЧКИ ПРИ ПОЗВОНОЧНО-СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМЕ

А.Г. Мартикян¹, А.А. Гринь^{1,2}

¹ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы»; Россия, 129090 Москва, Большая Сухаревская пл., 3;

²ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России; Россия, 127473 Москва, ул. Делегатская, 20, стр. 1

Контакты: Аветик Гургенович Мартикян amartikyan@mail.ru

Цель исследования — проанализировать данные научных источников, посвященных проблемам патогенеза, диагностики и лечения повреждения твердой мозговой оболочки (ТМО) при позвоночно-спинномозговой травме (ПСМТ); описать факторы риска разрыва ТМО и осложнения при хирургическом лечении ее повреждений.

Результаты. По данным литературы установлено, что частота повреждения ТМО при ПСМТ варьирует от 7,7 до 65,0 %. Наиболее информативный и безопасный метод диагностики — магнитно-резонансная миелография, однако ее специфичность не достигает 100 %. Для профилактики развития ранних и поздних осложнений в послеоперационном периоде в основном применяют герметизацию ТМО, предпочтительна расширяющая пластика.

Заключение. Отсутствие «золотого стандарта» закрытия дефекта ТМО при ПСМТ связано с разнообразием форм повреждения ТМО и сложностями ее пластики и герметизации.

Ключевые слова: разрыв твердой мозговой оболочки, позвоночно-спинномозговая травма, факторы риска, взрывной перелом позвонка, перелом дужки

Для цитирования: Мартикян А.Г., Гринь А.А. Диагностика, патогенез и лечение повреждений твердой мозговой оболочки при позвоночно-спинномозговой травме. Нейрохирургия 2018;20(2):74–82.

DOI: 10.17650/1683-3295-2018-20-2-74-82

Diagnostics, pathogenesis and treatment of damage to the dura mater in spinal injury

A.G. Martikyan¹, A.A. Grin^{1,2}

¹N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow Healthcare Department;
3 Bol'shaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090, Russia;

²A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Ministry of Health of Russia;
Build. 1, 20 Delegatskaya St., Moscow 127473, Russia

The study objective is to discuss the issues concerning to pathogenesis, diagnostics and treatment of dura mater tear in spinal injuries. The issues regarding to the risk factors for dura mater tears and complications of surgical treatment in spinal injuries were considered.

Results. It is established that the frequency of dural tears in spinal trauma varies from 7.7 to 65.0 %. The most informative and safe method of diagnosis is magnetic resonance myelography, but its specificity does not reach 100 %. To prevent the development of early and late complications in the postoperative period is mainly used dura mater sealing, preferably expanding plastic.

Conclusion. The absence of the “gold standard” of dura mater defect closure in spinal trauma is associated with a variety of forms of dura mater damages and the difficulties of its plasticity and sealing.

Key words: dural tear, spinal injury, risk factors, vertebral burst fracture, laminar fracture

For citation: Martikyan A.G., Grin' A.A. Diagnostics, pathogenesis and treatment of damage to the dura mater in spinal injury. Neurokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2018;20(2):74–82.

ВВЕДЕНИЕ

Лечение тяжелой позвоночно-спинномозговой травмы (ПСМТ) — актуальная медицинская проблема, которая имеет большое социально-экономическое

значение. По данным М.А. Леонтьева (2003), за последние 70 лет число больных с ПСМТ возросло в 200 раз; ежегодно в России ее получают более 8 тыс. человек [1]. В 2015 г. по поводу ПСМТ в России были

прооперированы около 8900 человек [2]. В структуре повреждений позвоночника и спинного мозга доля сочетанной ПСМТ составляет 13–76 % [3]. Сочетанность повреждений обуславливает задержку диагностики всего объема травмы, а иногда и ошибочную интерпретацию определенных симптомов [3]. Основной контингент (80 %) пострадавших – лица трудоспособного возраста (15–45 лет) [4], соотношение мужчин и женщин – 3:1 [3, 4]. Е.С. Benzel и соавт. (2005) указывают, что в США ежегодно регистрируется 15 тыс. случаев травмы позвоночника, в 1/3 из них она сопровождается повреждением спинного мозга [5].

Неврологический дефицит при взрывном переломе позвонков (ВПП) развивается у 30–90 % пациентов [6–8]. ВПП в грудном или поясничном отделах позвоночника в классификации F. Magerl и соавт. (1994) относят к компрессионным переломам подтипа А3 [9], в модифицированной классификации A.R. Vaccaro и соавт. (2013) – к компрессионным переломам подтипов А3 и А4 [10]. Далее в тексте данный вид перелома позвонка будет называться «взрывным» (burst) [11]. По сведениям разных авторов, ВПП у 7,7–64,0 % больных сопровождаются повреждением твердой мозговой оболочки (ТМО) [12–19].

Среди причин травмы позвоночника доминируют дорожно-транспортные происшествия (27,1–43,0 %) и падения с высоты (15,8–63,2 %), при этом около 70 % повреждений спинного мозга приходится на область грудопоясничного перехода [20, 21].

ПСМТ посвящено много публикаций, в которых затронуты отдельные вопросы диагностики, тактики лечения, выбора объема и сроков оперативного вмешательства при повреждениях на различных уровнях [3, 6, 11, 22–24]. Однако мало внимания в них уделено диагностике и методам восстановления целостности поврежденного участка ТМО.

Хирургическое лечение ПСМТ всегда направлено на декомпрессию сосудисто-нервных образований позвоночного столба, репозицию и реклинацию позвонков и на создание надежного спондилодеза. Декомпрессия необходима для максимально возможного сохранения спинного мозга и спинномозговых нервов и создания условий для их восстановления. При отсутствии дооперационной диагностики повреждений ТМО в процессе декомпрессии хирург рискует дополнительно повредить как саму ТМО, так и спинной мозг и спинномозговые нервы (обычно они ущемляются в местах надрывов ТМО). Наиболее часто это случается при ВПП и расщеплении остистого отростка, повреждении дужки позвонка со смещением ее отломков [13, 16, 17].

ЭТИОПАТОГЕНЕЗ

Механизм повреждения ТМО и ущемления нервных структур при ВПП с переломом дужек до конца не изучен. Повреждение задней поверхности ТМО при

ВПП в сочетании с переломом дужки и ущемлением корешков конского хвоста между фрагментами сломанной дужки впервые описал С.А. Miller в 1980 г. [25].

Наиболее распространенный вариант перелома позвоночника с разрывом ТМО – ВПП в грудном или поясничном отделе с вертикальным переломом дужек. При подобных переломах велика вероятность ущемления невралгических структур между фрагментами сломанной дужки [12, 13, 16, 17, 19, 25–27].

Существует 2 теории, объясняющие механизмы повреждения ТМО при ВПП в сочетании с переломом дужки.

1. В 1984 г. F. Denis установил, что при ВПП костные структуры средней колонны смещаются и сужают позвоночный канал. Фрагменты позвонка и диска сдавливают и смещают дуральный мешок в заднем направлении [28]. В 1989 г. J. Pickett и соавт. [19], а в 1991 г. F. Denis и соавт. [29] сообщили, что при ВПП в сочетании с переломом дужки повреждение ТМО обусловлено смещением содержимого дурального мешка кзади. При этом задняя поверхность ТМО повреждается острыми краями фрагментов сломанной дужки, а выступающие сквозь щели в ТМО спинномозговые нервы ущемляются между фрагментами дужки.
2. По мнению F.P. Cammisa и соавт. (1989), во время ВПП фрагменты тела позвонка смещаются в позвоночный канал, обуславливая расширение межпозвоночного пространства, которое, в свою очередь, часто сопровождается переломом дужек [13]. В результате содержимое дурального мешка смещается кзади и может ущемляться между фрагментами сломанной дужки. После исчезновения осевой нагрузки фрагменты дужки смещаются и ущемляют заднюю поверхность ТМО и спинномозговые нервы. Причиной разрыва ТМО могут также оказаться острые отломки тела позвонка (рис. 1). Другие исследователи поддерживают описанную концепцию [12].

ФАКТОРЫ РИСКА

Проведен ряд исследований для оценки факторов риска повреждения ТМО при ПСМТ [12–15, 17–19, 25, 30–34], среди которых называют повреждение поясничного отдела позвоночника [30, 31, 34], ВПП, перелом дужки [13, 14, 16, 17, 25, 26, 35], расхождение отломков сломанной дужки [16, 17], неврологический дефицит (частичный или полный) [13, 14, 17, 19, 25], сужение позвоночного канала на уровне перелома [17, 18, 34, 35], увеличение межпозвоночного расстояния у сломанного позвонка [12, 13, 17, 18, 25, 35], остроту угла смещения костного фрагмента в просвет позвоночного канала [33, 35]. Однако в этом вопросе ученые не пришли к согласию [13, 16, 17, 18, 34], поэтому он требует дополнительного изучения.

С. Silvestro и соавт. (1991) выявили высокую частоту повреждения ТМО при взрывных переломах нижних

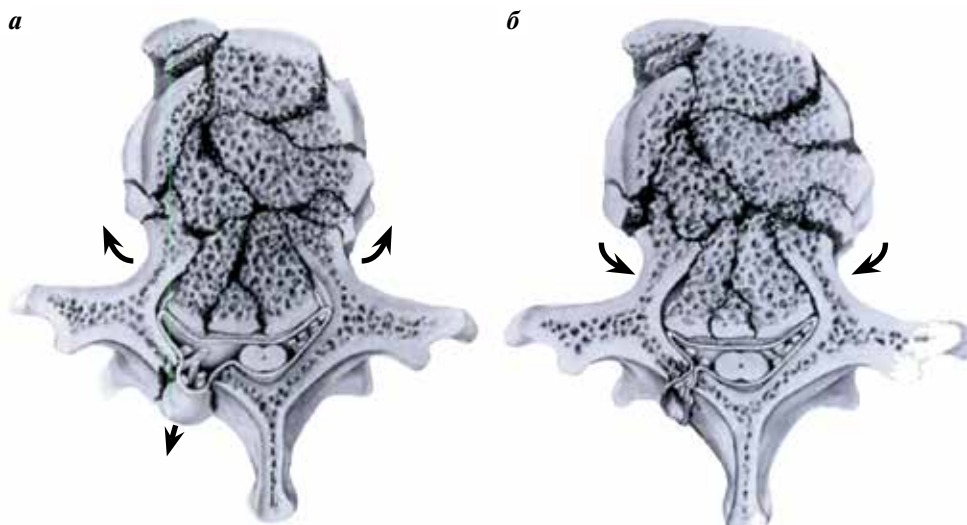


Рис. 1. Схема механизма повреждения спинного мозга и спинномозговых нервов при взрывном переломе позвонков: а — выпячивание дурального мешка между сломанными фрагментами дужки; б — защемление дурального содержимого между фрагментами сломанной дужки (адаптировано из [13, с. 9])

Fig. 1. The mechanism of spinal cord and nerve root injury in vertebral burst fracture: а — protrusion of the dura mater between the laminar fracture fragments; б — the dural content entrapping between the laminar fracture fragments (adapted from [13, p. 9])

грудных и поясничных позвонков [34]. О частом повреждении ТМО при ВПП поясничного отдела сообщил К.Н. Bridwell (1993) [30]. В исследовании большой серии случаев М.Ж. Luszczuk и соавт. (2014) установили высокую распространенность повреждений ТМО в пояснично-крестцовом отделе позвоночника (17,6 %) по сравнению с шейным (9,1 %) и грудным отделами (9,9 %) [31].

Для ВПП характерно повреждение передней и средней колонн, нарушение целостности задней кортикальной пластинки тела позвонка и смещение фрагментов в позвоночный канал, вследствие чего происходит его стеноз. Перелом дужек и разрыв ТМО — тоже достаточно частое явление [36]. S.W. Atlas и соавт. (1986) у 88 % пострадавших с ВПП диагностировали перелом дужек с характерной локализацией (в месте соединения с остистым отростком) [37]. При ВПП чаще повреждается задняя поверхность ТМО [31].

По данным ряда авторов, повреждение задней поверхности ТМО и грыжевое выпячивание спинномозговых нервов встречается только при переломе дужки и часто сопровождается развитием неврологического дефицита [13, 17, 19, 25]. F. Denis в 1991 г. ввел понятие перелома дужки по типу «зеленой ветки» вследствие расщепления остистого отростка позвонка [29] (рис. 2). С. Ozturk и соавт. (2006) главным этиологическим фактором такого перелома назвали падение с высоты [16].

А. Рау и соавт. (1994) не выявили взаимосвязи между частотой повреждения ТМО и наличием перелома дужки при ВПП [18]. Но ряд авторов в своих исследованиях во всех случаях повреждения ТМО при ВПП диагностировали перелом дужки [16, 17, 26]. С. Ozturk

и соавт. (2006) отметили, что по мере увеличения щели между фрагментами сломанной дужки вероятность повреждения ТМО увеличивается из-за пролабирования дурального мешка между отломками (в среднем это расстояние составило 4,35 мм). В исследовании участвовали 2 группы пациентов с переломом дужки по типу «зеленой ветки». В 1-й группе он сопровождался повреждением ТМО, а во 2-й группе повреждение ТМО не было обнаружено [16]. В аналогичном исследовании J.K. Park и соавт. (2011) различие в величине щели между отломками у пациентов с повреждением ТМО и без такового составило лишь 1,4 мм [17]. Из этих данных очевидно, что у пациентов



Рис. 2. Взрывной перелом позвонка с переломом его дужки по типу «зеленой ветки» (стрелка) (адаптировано из [27])

Fig. 2. Greenstick lamina fracture (arrow) associated with thoracolumbar and lumbar burst fractures (adapted from [27])

с ВПП и переломом его дужки риск повреждения ТМО возрастает при увеличении расстояния между отломками дужки.

Перелом дужки позвонка авторы классифицируют в зависимости от уровня повреждения и величины расхождения костных фрагментов. F.P. Cammisa и соавт. (1989) различают несколько видов по локализации: срединный перелом (расщепление остистого отростка), перелом рядом с остистым отростком и оскольчатый (comminute) перелом [13]. I.S. Lee и соавт. (2009) выделяют несколько типов по величине расстояния между сломанными фрагментами дужки: тип 0 — нет перелома, тип 1 — линейный перелом, тип 2 — перелом с диастазом, тип 3 — перелом со смещением. При нестабильном переломе диагностируют переломы дужек типов 2 и 3 [35].

Остается открытым вопрос о взаимосвязи между степенью стеноза позвоночного канала и возникновением неврологического дефицита при ПСМТ [9]. P.A. Rasmussen и соавт. (1994) у пациентов с взрывным переломом поясничных позвонков выявили параплегию при площади поперечного сечения позвоночного канала на уровне позвонка L_1 менее 1 см^2 , а при площади сечения более $1,25 \text{ см}^2$ неврологических расстройств не зарегистрировано [38]. По данным А.А. Афануова и соавт. (2016), при ВПП нижнегрудного или поясничного отделов неврологический дефицит разной степени выраженности развивался при уменьшении диаметра позвоночного канала на $55,6 \pm 4,6 \%$. В группе больных с уменьшением диаметра на $42,7 \pm 4,2 \%$ неврологический дефицит не наблюдался [6].

Существует взаимосвязь между уровнем перелома позвоночника и вероятностью развития неврологического дефицита. У пациентов с повреждением грудного отдела диагностируют более тяжелые неврологические расстройства, чем у пациентов с повреждениями шейного и поясничного отделов [3, 39]. Содержимое и размер позвоночного канала в поясничном отделе позвоночника отличаются. Конский хвост расположен каудальнее позвонка L_1 , и повреждение этого уровня имитирует поражение периферической нервной системы с потенциалом хорошего восстановления на фоне терапии [14]. Размеры позвоночного канала здесь больше, чем в любом другом отделе. В нескольких исследованиях выявлено, что уменьшение площади поперечного сечения позвоночного канала на 90 % не сопровождалось развитием неврологического дефицита, особенно на уровне позвонков L_4-L_5 . Этим и объясняются редкость тяжелых неврологических расстройств и потенциально хорошее восстановление функций при ВПП L_4-L_5 [40]. У больных с ВПП на уровне конуса спинного мозга и конского хвоста неврологический дефицит нередко частичный благодаря наличию достаточно большого свободного пространства вокруг невральных структур на этих уровнях [41].

Некоторые авторы указали на наличие повреждений заднего связочного аппарата при переломах типов

В и С по классификации АО/ASIF (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, в пер. на англ. Association for the Study of Internal Fixation) [9], при которых вероятность повреждений ТМО наиболее высока. Они отметили, что сужение позвоночного канала и повреждение заднего связочного аппарата при ВПП приводит к развитию неврологического дефицита. Однако при оценке повреждений заднего связочного аппарата авторы не делали акцент на идентификации повреждений ТМО [42–44]. В связи с этим вопрос о взаимосвязи повреждений ТМО и заднего связочного аппарата остается открытым.

Во многих наблюдениях выявлена значимая корреляция между повреждением ТМО и наличием неврологического дефицита (и его тяжестью) при ВПП в сочетании с переломом дужки. Если перелом дужки не выявляется, то с очень высокой вероятностью ТМО останется интактной [13, 14, 16, 25]. Однако отсутствие неврологических расстройств при переломе дужки по типу «зеленой ветки» не исключает повреждение ТМО и ущемление спинномозговых нервов [12, 16, 18, 25, 45].

Выявление разрыва ТМО очень важно, так как через дефект она может пролабировать и ущемлять спинномозговые нервы. По данным U. Aydinli и соавт. (2001), клиническая картина при ВПП с переломом дужки по типу «зеленой ветки» зависит от степени компрессии нервных структур между фрагментами сломанной дужки [12]. По мнению J.C. Lee и соавт. (2005), у пациентов с взрывным переломом поясничных позвонков и переломом дужки при нарушении тазовых функций и относительной сохранности моторной функции необходимо заподозрить ущемление содержимого дурального мешка [46].

Авторы более ранних работ не выявили взаимосвязи между повреждением ТМО и сужением позвоночного канала при ВПП [18]. I.S. Lee и соавт. (2009) считают, что уменьшение соотношения переднезаднего и фронтального размеров позвоночного канала является фактором риска разрыва ТМО при ВПП [35]. В исследовании J.K. Park и соавт. (2011) у пациентов с взрывным переломом поясничных позвонков с переломом дужек и повреждением ТМО сужение позвоночного канала составляло $61,9 \pm 17,0 \%$, а у больных без повреждения ТМО — $43,8 \pm 12,0 \%$ [17]. M.J. Luszczuk и соавт. (2014) сообщили о более высокой вероятности полного поражения спинного мозга на шейном и грудном уровнях по сравнению с поясничным при ВПП с повреждением ТМО [31].

Угол смещения костного фрагмента в просвет позвоночного канала — это угол, образованный двумя линиями вдоль верхней и нижней поверхностей клиновидного костного фрагмента сломанного позвонка в сагиттальной проекции по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) (рис. 3). В исследовании I.S. Lee и соавт. (2009) у пациентов с ВПП и повреждением ТМО



Рис. 3. Угол смещения костного фрагмента в просвет позвоночного канала (адаптировано из [35, с. 2])

Fig. 3. The angle of the retropulsed vertebral body (adapted from [35, p. 2])

средний угол составил 112° ($64\text{--}180^\circ$), а у больных без повреждения ТМО — 128° ($66\text{--}180^\circ$) [35]. В работе М. Sharma и соавт. (2017) этот угол равнялся 127° ($120\text{--}130^\circ$) у пациентов с ВПП и повреждением ТМО [33].

Пространство между медиальными поверхностями ножек позвонка называется межпожковым расстоянием. В ряде работ последних лет выявлена статистически значимая взаимосвязь между риском разрыва ТМО при ВПП и величиной межпожкового расстояния [12, 16, 17, 35], в отличие от более ранних данных [13, 18]. По сведениям U. Aydinli и соавт. (2001), при увеличении межпожкового расстояния на 20 % вероятность перелома дужки по типу «зеленой ветки» составляет 79 % [12]. I.S. Lee и соавт. (2009) установили, что риск разрыва ТМО при взрывном переломе поясничного позвонка увеличивается при межпожковом расстоянии более 28 мм [35]. J.K. Park и соавт. (2011) разрыв ТМО диагностировали при среднем межпожковом расстоянии $32,4 \pm 3,9$ мм, а при его величине $28,4 \pm 3,8$ мм повреждение ТМО не выявили [17].

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Кроме тяжести травмы, ухудшает исход лечения больных с ПСМТ и несвоевременная диагностика, поэтому так важно получить до операции максимально точную информацию о характере повреждения позвонков и спинного мозга. Обнаружить разрыв ТМО при ПСМТ достаточно сложно. Прогностическая ценность радиологических признаков для выявления разрыва ТМО при ПСМТ является спорной [13, 16, 19, 25, 34].

Миелография — практически единственный метод, позволяющий диагностировать разрывы ТМО с боль-

шой долей вероятности. Миелография позволяет определить нарушение проходимости субарахноидального пространства, уровень деформации позвоночного канала, уровень разрывов ТМО. Показанием к проведению миелографии служит наличие неврологической симптоматики при отсутствии данных рентгенографии и компьютерной томографии (КТ) о повреждении костных структур позвоночника и при невозможности выполнить МРТ либо КТ-миелографию [22].

КТ-миелография позволяет выявить частичный или полный разрыв спинного мозга, визуализировать взаимоотношения костных фрагментов с невральными структурами на уровне перелома, определить место истечения цереброспинальной (ЦСЖ) и разрыва ТМО. Ввиду инвазивности метод используют только при невозможности проведения МРТ.

МРТ позвоночника при травмах считается «золотым стандартом» в диагностике повреждений мягкотканых структур позвоночного столба (отека паравертебральных мышц, травматических грыж дисков, повреждений связочного аппарата), спинного мозга (ишемии, отека, кровоизлияния и разрыва), вертебромедулярного конфликта, эпидуральных и субдуральных кровоизлияний. Тем не менее невозможно визуализировать при МРТ повреждение ТМО размером меньше 1 см [15, 16, 47, 48], а по данным I.S. Lee и соавт. (2009) — повреждение ТМО длиной до 4 см [35]. Авторы считают, что заподозрить повреждение ТМО у больных с ПСМТ следует при наличии перелома дужки позвонка, межпожковом расстоянии у сломанного позвонка более 28 мм, угле смещения костного фрагмента в просвет позвоночного канала более 135° и при соотношении переднезаднего и бокового диаметров позвоночного канала менее 0,46 [35]. Затрудняет выявление поврежденного участка ТМО при МРТ грубое сужение позвоночного канала фрагментами сломанного позвонка и формирование эпидуральной гематомы в месте повреждения.

МРТ поврежденного отдела позвоночника в режиме Т2-взвешенных изображений очень эффективно визуализирует скопления ЦСЖ и псевдоменингецеле после плановых спинальных операций [49]. D.B. Johnson и соавт. (1996) считают МРТ более информативным методом выявления ликворной фистулы, чем оперативное вмешательство [50]. По данным J.K. Park и соавт. (2011), у 20 (95 %) из 21 пациента с ВПП, переломом дужки и разрывом ТМО происходило снижение интенсивности сигнала на Т2-взвешенных изображениях задней жировой подушки. У пациентов без разрыва ТМО потеря сигнала наблюдалась в 7 (70 %) из 10 случаев [17]. Для определения ликвореи предпочтительно сравнивать снимки МРТ, сделанные непосредственно после вмешательства и через несколько месяцев, так как трудно дифференцировать ликворею от послеоперационных артефактов.

Магнитно-резонансная миелография (МР-миелография) в диагностике разрыва ТМО занимает ведущее место. Это метод, основанный на исследовании 14 разновидностей биохимической информации (содержания воды и жировой ткани) без использования радиационного облучения, но требующий введения контраста в субарахноидальное пространство. МР-миелографию впервые предложил A.G. Krudy в 1992 г. При МР-миелографии визуализируется дуральный мешок с его содержимым. Показаниями к проведению МР-миелографии становятся патологические состояния, вызывающие компрессию, деформацию и дефекты наполнения дурального мешка и субарахноидальных пространств — экстремедулярные и интрамедулярные опухоли, грыжи межпозвонковых дисков, повреждения позвоночника и спинного мозга.

ЛЕЧЕНИЕ

При хирургическом лечении ПСМТ проводят полноценную декомпрессию сосудисто-нервных образований позвоночного канала, устраняют или предотвращают вертебромедулярный или вертеброрадикулярный конфликт, восстанавливают форму позвоночного канала; при необходимости — герметизируют ТМО, восстанавливают проходимость субдурального пространства и нормализуют циркуляцию ликвора. Для этого требуются реклинация и репозиция травмированных позвоночно-двигательных сегментов и создание надежного спондилодеза.

Декомпрессию сосудисто-нервных образований позвоночного канала осуществляют для максимального сохранения невралных структур и создания условий для их восстановления. При ВПП в сочетании с переломом дужки существует риск грыжевого выпячивания невралных структур между фрагментами сломанной дужки, поэтому на 1-м этапе рекомендуют провести операцию при нейтральном положении больного на операционном столе без попыток постуральной редукции. Из расширенного заднего доступа выполняют ламинэктомию [12, 14, 17, 25, 26, 29] или ламинопластику [16, 27]. Невральные структуры, расположенные между фрагментами сломанной дужки, извлекают, а ущемленные корешки вправляют. Ушивают ТМО при выявлении ее разрыва. Только на 2-м этапе проводят редукционный маневр, так как в противном случае существует риск ущемления невралных структур. Заканчивают операцию фиксацией поврежденного позвоночно-двигательного сегмента различными транспедикулярными и/или ламинарными конструкциями [14, 16, 17, 26, 27].

Поврежденный участок ТМО при ВПП выявляют во время декомпрессии: в ложе раны обнаруживается истечение ЦСЖ из разрыва ТМО, как правило на уровне поврежденного сегмента позвоночника [18, 34]. Тем не менее для ВПП не свойственна утечка ЦСЖ из-за активной воспалительной реакции и формирования гематомы.

Этим и объясняется редкость развития псевдоменингецеле после ПСМТ с разрывом ТМО по сравнению с ятрогенными повреждениями ТМО [31, 51]. Восстановление целостности поврежденного участка ТМО при ПСМТ сложнее, чем при ее ятрогенном повреждении [31].

Несмотря на технические трудности, герметизация поврежденного участка ТМО при ПСМТ необходима для профилактики послеоперационных осложнений [52]. В экспериментальных исследованиях выявлено, что благодаря восстановлению целостности ТМО уменьшается формирование фиброзной ткани в субдуральном пространстве и в поврежденной зоне паренхимы спинного мозга [53, 54]. Ряд авторов при повреждении задней поверхности ТМО при ПСМТ предпочитают восстанавливать ее герметичность путем прямого ушивания [16, 17, 46]. При массивных разрывах и разволокнениях ТМО проводят пластику искусственными материалами. Для уменьшения выраженности ликвореи применяют эпидуральные герметики типа Dura-Seal Hact [52]. Ушить дефект передних отделов ТМО из заднего доступа часто невозможно [55]. Также весьма сложно ушить ТМО при ее разрыве в области манжетки корешка, поскольку это может вызвать стеноз дурального мешка и компрессию этого корешка. В таких случаях целесообразно восстановление ТМО без прямого ушивания — с применением герметиков и клеевых композиций.

Для лучшей герметизации при восстановлении целостности ТМО, а также для профилактики стеноза в зоне ее перемещения и создания дополнительного субдурального свободного пространства некоторые авторы рекомендуют выполнять расширяющую пластику ТМО. В ряде экспериментальных исследований на крысах выявлено преимущество расширяющей пластики ТМО с помощью дурального трансплантата [32, 56, 57], который, являясь барьером между паренхимой спинного мозга и окружающими тканями, уменьшает образование фиброзной ткани, предотвращает инфильтрацию субдурального пространства и непосредственно зоны повреждения паренхимы спинного мозга экзогенными воспалительными клетками. Таким образом удается лучше сохранить функцию спинного мозга [32, 55, 57].

При ятрогенном повреждении ТМО описаны различные варианты расширяющей пластики с использованием аутологичного жира [58], фасции и мышечного лоскута [59], ксенотрансплантатов [60, 61], синтетических заменителей ТМО [62, 63] и их комбинации с фибриновым клеем [64].

В литературе отсутствуют сведения о применении дренирования поясничного субарахноидального пространства и соблюдении постельного режима при ПСМТ с разрывом ТМО.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования, посвященные повреждениям ТМО при ПСМТ, достаточно немногочисленны, а частота

повреждения ТМО при ПСМТ варьирует, по разным данным, в широком диапазоне (от 7,7 до 65,0 %). Все это свидетельствует о сложности диагностики данной патологии.

Наиболее информативным методом диагностики повреждения ТМО при ПСМТ является МР-миелография. Однако ее специфичность не достигает 100 %, и зачастую повреждения ТМО выявляются лишь интраоперационно.

Для выбора тактики хирургического лечения при ПСМТ очень важно выявить повреждения ТМО на дооперационном этапе, поэтому учет факторов риска разрыва ТМО в дооперационном периоде должен стать первостепенной задачей.

При анализе литературы обращает на себя внимание скудность данных о методах восстановления поврежденной ТМО и их эффективности. Герметизация ТМО — одно из основных мероприятий для профилактики ранних и поздних осложнений в послеоперационном периоде. Эксперименты показали, что оптимальным методом закрытия дефекта ТМО при ПСМТ является расширяющая пластика.

К настоящему времени не существует «золотого стандарта» закрытия дефекта ТМО при ПСМТ, что связано, вероятнее всего, с разнообразием форм повреждения ТМО и техническими сложностями ее пластики и герметизации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Леонтьев М.А. Эпидемиология спинальной травмы и частота полного анатомического повреждения спинного мозга. В сб.: Актуальные проблемы реабилитации инвалидов. Новокузнецк, 2003. С. 37–38. [Leont'yev M.A. Epidemiology of spinal injury and frequency of complete anatomical spinal cord injury. In: Actual problems of rehabilitation of disabled people. Novokuznetsk, 2003. Pp. 37–38. (In Russ.)].
2. Крылов В.В., Коновалов А.Н., Дашьян В.Г. и др. Состояние нейрохирургической службы Российской Федерации. Нейрохирургия. 2016;(3):3–44. [Krylov V.V., Kononov A.N., Dash'yan V.G. et al. The current state of neurosurgery in Russian Federation. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2016;(3):3–44. (In Russ.)].
3. Гринь А.А. Хирургическое лечение больных с повреждением позвоночника и спинного мозга при сочетанной травме: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2008. 48 с. [Grin' A.A. Surgical treatment of patients with the spine and spinal cord injuries in concomitant trauma: abstract of dis. ... of doctor of med. sciences. Moscow, 2008. 48 p. (In Russ.)].
4. Миронов Е.М. Анализ первичной инвалидности среди больных с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы. Медико-социальная экспертиза и реабилитация 2004;(1):33–4. [Mironov E.M. An analysis of the primary disablement among patients with aftermaths of the vertebro-spinal trauma. Mediko-sotsial'naya ekspertiza i reabilitatsiya = Medico-Social Expert Evaluation and Rehabilitation 2004;(1):33–4. (In Russ.)].
5. Spine surgery: techniques, complication avoidance, and management. Ed. by E.C. Benzel. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Churchill Livingstone, 2005. P. 1600.
6. Афаунов А.А., Кузьменко А.В., Басанкин И.В. Дифференциальный подход к лечению больных с травматическими стенозами позвоночного канала на нижнегрудном и поясничном уровне. Инновационная медицина Кубани 2016;(2):5–16. [Afaunov A.A., Kuz'menko A.V., Basankin I.V. Differential approach to treatment of patients with traumatic stenosis of the spinal canal at lower thoracic and lumbar level. Innovatsionnaya meditsina Kubani = Innovative Medicine of Kuban 2016;(2):5–16. (In Russ.)].
7. Mohanty S.P., Bhat N.S., Abraham R., Ishwara K.C. Neurological deficit and canal compromise in thoracolumbar and lumbar burst fractures. J Orthop Surg (Hong Kong) 2008;16(1):20–3. DOI: 10.1177/230949900801600105. PMID: 18453652.
8. Vaccaro A.R., Nachwalter R.S., Klein G.R. et al. The significance of thoracolumbar spinal canal size in spinal cord injury patients. Spine (Phila Pa 1976) 2001;26(4):371–6. PMID: 11224884.
9. Magerl F., Aebi M., Gertzbein S.D. et al. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. Eur Spine J 1994;3(4):184–201. PMID: 7866834.
10. Vaccaro A.R., Oner C., Kepler C.K. et al. AO Spine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. Spine (Phila Pa 1976) 2013;38(23):2028–37. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182a8a381. PMID: 23970107.
11. Крылов В.В., Гринь А.А., Луцик А.А. и др. Клинические рекомендации по лечению острой осложненной и неосложненной травмы позвоночника у взрослых. Н. Новгород, 2013. 43 с. [Krylov V.V., Grin' A.A., Lutsik A.A. et al. Clinical guidelines for the treatment of acute complicated and uncomplicated spine injuries in adults. Nizhny Novgorod, 2013. 43 p. (In Russ.)].
12. Aydinli U., Karaeminoğullari O., Tışkaya K., Oztürk C. Dural tears in lumbar burst fractures with greenstick lamina fractures. Spine (Phila Pa 1976) 2001;26(18):E410–5. PMID: 11547211.
13. Cammisia F.P.Jr, Eismont F.J., Green B.A. Dural laceration occurring with burst fractures and associated laminar fractures. J Bone Joint Surg Am 1989;71(7):1044–52. PMID: 2760080.
14. Kahamba J.F., Rath S.A., Antoniadis G. et al. 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(2):114–9. PMID: 10398989.
15. Keenen T.L., Antony J., Benson D.R. Dural tears associated with lumbar burst fractures. J Orthop Trauma 1990;4(3):243–5. PMID: 2231119.
16. Ozturk C., Ersozlu S., Aydinli U. Importance of greenstick lamina fractures in low lumbar burst fractures. Int Orthop 2006;30(4):295–8. DOI: 10.1007/s00264-005-0052-0. PMID: 16501977.
17. Park J.K., Park J.W., Cho D.C., Sung J.K. Predictable factors for dural tears in lumbar burst fractures with vertical laminar fractures. J Korean Neurosurg Soc 2011;50(1):11–6. DOI: 10.3340/jkns.2011.50.1.11. PMID: 21892398.
18. 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(3–4):186–7. PMID: 7847161.
19. Pickett J., Blumenkopf B. Dural lacerations and thoracolumbar fractures.

- J Spinal Disord 1989;2(2):99–103. PMID: 2520069.
20. Млявых С.Г. Хирургическая тактика при нестабильных изолированных и сочетанных повреждениях грудного и поясничного отделов позвоночника: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2009. 27 с. [Mlyavkh S.G. Surgical tactics in unstable isolated and concomitant injuries of the thoracic and lumbar spine regions: abstract of dis. ... of cand. of med. sciences. Moscow, 2009. 27 p. (In Russ.)].
21. Reinhold M., Knop C., Beisse R. et al. Operative treatment of traumatic fractures of the thoracic and lumbar spinal column. Part I: epidemiology. Unfallchirurg 2009;112(1):33–42. DOI: 10.1007/s00113-008-1524-7. PMID: 19099280.
22. Крылов В.В., Гринь А.А. Травма позвоночника и спинного мозга. М.: Принт-Студио, 2014. 420 с. [Krylov V.V., Grin' A.A. Trauma of the spine and spinal cord. Moscow: Print-Studio, 2014. 420 p. (In Russ.)].
23. Рерих В.В., Борзых К.О., Рахматиллаев Ш.Н. Хирургическое лечение взрывных переломов грудных и поясничных позвонков, сопровождающихся сужением позвоночного канала. Хирургия позвоночника 2007;(2):8–15. [Rerikh V.V., Borzykh K.O., Rakhmatillaev Sh.N. Surgical treatment of burst fractures of the thoracic and lumbar spine accompanied with spinal canal narrowing. Khirurgiya pozvonochnika = Spine Surgery 2007;(2):8–15. (In Russ.)].
24. Tang P., Long A., Shi T. et al. Analysis of the independent risk factors of neurologic deficit after thoracolumbar burst fracture. J Orthop Surg Res 2016;11(1):128. DOI: 10.1186/s13018-016-0448-0. PMID: 27788683.
25. Miller C.A., Dewey R.C., Hunt W.E. Impaction fracture of the lumbar vertebrae with dural tear. J Neurosurg 1980;53(6):765–71. DOI: 10.3171/jns.1980.53.6.0765. PMID: 7441336.
26. Skiak E., Karakasli A., Harb A. et al. The effect of laminae lesion on thoracolumbar fracture reduction. Orthop Traumatol Surg Res 2015;101(4):489–94. DOI: 10.1016/j.otsr.2015.02.011. PMID: 25933705.
27. Yoshiwa T., Miyazaki M., Kadera R. et al. Predictable imaging signs of cauda equine entrapment in thoracolumbar and lumbar burst fractures with greenstick lamina fractures. Asian Spine J 2014;8(3):339–45. DOI: 10.4184/asj.2014.8.3.339. PMID: 24967048.
28. Denis F. Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma. Clin Orthop Relat Res 1984;(189):65–76. PMID: 6478705.
29. Denis F., Burkus K.J. Diagnosis and treatment of cauda equina entrapment in the vertical lamina fracture of lumbar burst fractures. Spine (Phila Pa 1976) 1991; 16(8Suppl):S433–9. PMID: 1785101.
30. Bridwell K.H. Low lumbar (L3–L4–L5) burst fractures. In: Thoracolumbar spine fracture. Ed. by Y. Floman, J.P.C. Farcy, C. Argenson. New York: Raven, 1993. Pp. 223–34.
31. Luszczek M.J., Blaisdell G.Y., Wiater B.P. et al. Traumatic dural tears: what do we know and are they a problem? Spine J 2014;14(1):49–56. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.03.049. PMID: 23669121.
32. Park Y.K., Tator C.H. Prevention of arachnoiditis and postoperative tethering of the spinal cord with Gore-Tex surgical membrane: an experimental study with rats. Neurosurgery 1998;42(4):813–23. PMID: 9574646.
33. Sharma M., Sharma A.K., Maneet G., Gaurav K. Dural tears associated with burst fractures of lumbar vertebrae: a series of three cases. Indian J Neurosurg 2017;6(1):10–4.
34. Silvestro C., Francaviglia N., Bragazzi R. et al. 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(1):49–53. PMID: 1807530.
35. Lee I.S., Kim H.J., Lee J.S. et al. Dural tears in spinal burst fractures: predictable MR imaging findings. AJNR Am J Neuroradiol 2009;30(1):142–6. DOI: 10.3174/ajnr.A1273. PMID: 18768720.
36. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine (Phila Pa 1976) 1983;8(8):817–31. PMID: 6670016.
37. Atlas S.W., Regenbogen V., Rogers L.F., Kim K.S. The radiologic characterization of burst fractures of the spine. AJR Am J Roentgenol 1986;147(3):575–82.
38. Rasmussen P.A., Rabin M.H., Mann D.C. et al. Reduced transverse spinal area secondary to burst fractures: is there a relationship to neurologic injury? J Neurotrauma 1994;11(6):711–20. DOI: 10.1089/neu.1994.11.711. PMID: 7723070.
39. Усиков В.Д., Куфтов В.С., Ершов Н.И. Тактика хирургического лечения при позвоночно-спинномозговой травме грудного и поясничного отделов позвоночника. Травматология и ортопедия России 2013;(3):103–12. [Usikov V.D., Kuflov V.S., Ershov N.I. Tactics of surgical treatment for thoracic and lumbar spinal injuries. Travmatologiya i ortopediya Rossii = Traumatology and Orthopedics of Russia 2013;(3):103–12. (In Russ.)].
40. Andreychik D.A., Alander D.H., Senica K.M., Stauffer E.S. Burst fractures of the second through fifth lumbar vertebrae. Clinical and radiographic results. J Bone Joint Surg Am 1996;78(8):1156–66. PMID: 8753707.
41. Harrop J.S., Hunt G.E. Jr, Vaccaro A.R. Conus medullaris and cauda equina syndrome as a result of traumatic injuries: management principles. Neurosurg Focus 2004;16(6):e4. PMID: 15202874.
42. Alpantaki K., Bano A., Pasku D. et al. Thoracolumbar burst fractures: a systematic review of management. Orthopedics 2010;33(6):422–9. DOI: 10.3928/01477447-20100429-24. PMID: 20806752.
43. Katonis P., Pasku D., Alpantaki K. et al. Combination of the AO-Magerl and load-sharing classifications for the management of thoracolumbar burst fractures. Orthopedics 2010;33(3). DOI: 10.3928/01477447-20100129-07. PMID: 20349867.
44. Vaccaro A.R., Rihn J.A., Saravanja D. et al. Injury of the posterior ligamentous complex of the thoracolumbar spine: a prospective evaluation of the diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging. Spine (Phila Pa 1976) 2009;34(23):E841–7. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181bd11be. PMID: 19927090.
45. Ki-Chan A., Park D.H., Yong-Wook Kwon. Relationship between lamina fractures and dural tear in low lumbar burst fractures. J Korean Fract Soc 2011;24(3):256–61.
46. Lee J.Ch., Kim Y.-I., Shin B.-J. Dural tear and rootlet entrapment in the lumbar burst fractures associated with the laminar fracture. Spine J 2005;5(4 Suppl): S143.
47. Jensen M.C., Kelly A.P., Brant-Zawadzki M.N. MRI of degenerative disease of the lumbar spine. Magn Reson Q 1994;10(3):173–90. PMID: 7811610.
48. Marciello M.A., Flanders A.E., Herbison G.J. et al. Magnetic resonance imaging related to neurologic outcome in cervical spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 1993;74(9):940–6. PMID: 8379840.
49. Bosacco S.J., Gardner M.J., Guille J.T. Evaluation and treatment of dural tears in lumbar spine surgery: a review. Clin Orthop Relat Res 2001;(389):238–47. PMID: 11501817.
50. Johnson D.B., Brennan P., Toland J., O'Dwyer A.J. Magnetic resonance imaging in the evaluation of cerebrospinal fluid fistulae. Clin Radiol 1996;51(12):837–41. PMID: 8972647.
51. Kandathil J.C., George M. Dural tear and pseudomeningocele due to lumbar burst fractures: Detection by multidetector computed tomography and magnetic resonance imaging. Hong Kong J Radiol 2011;14(2):84–8.

52. Гринь А.А., Кайков А.К., Крылов В.В. Осложнения и их профилактика у больных с позвоночно-спинномозговой травмой. Часть 2. Нейрохирургия 2015;(1):55–66. [Grin' A.A., Kaykov A.K., Krylov V.V. Complications and their prevention in patients with spinal cord injury. Part 2. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2015;(1):55–66. (In Russ.)].
53. Iannotti C., Zhang Y.P., Shields L.B. et al. Dural repair reduces connective tissue scar invasion and cystic cavity formation after acute spinal cord laceration injury in adult rats. *J Neurotrauma* 2006;23(6):853–65. DOI: 10.1089/neu.2006.23.853. PMID: 16774471.
54. Zhang Y.P., Iannotti C., Shields L.B. et al. Dural closure, cord approximation, and clot removal: enhancement of tissue sparing in a novel laceration spinal cord injury model. *J Neurosurg* 2004; 100(4 Suppl Spine):343–52. PMID: 15070142.
55. Кайков А.К. Ошибки и их профилактика в диагностике и лечении больных с травмой позвоночника и спинного мозга: дис. ... канд. мед. наук. М., 2013. 132 с. [Kaykov A.K. Mistakes and their prevention in the diagnosis and treatment of patients with the spine and spinal cord injury: dis. ... of cand. of med. sciences. Moscow, 2013. 132 p. (In Russ.)].
56. Liang H., Li C., Gao A. et al. Spinal duraplasty with two novel substitutes restored locomotor function after acute laceration spinal cord injury in rats. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2012;100(8):2131–40. DOI: 10.1002/jbm.b.32778. PMID: 22848005.
57. Song Y., Li S., Song B. et al. The pathological changes in the spinal cord after dural tear with and without autologous fascia repair. *Eur Spine J* 2014;23(7):1531–40. DOI: 10.1007/s00586-014-3326-7. PMID: 24801575.
58. Black P. Cerebrospinal fluid leaks following spinal surgery: use of fat grafts for prevention and repair. Technical note. *J Neurosurg* 2002;96(2 Suppl): 250–2. PMID: 12450290.
59. Sun X., Sun C., Liu X. et al. The frequency and treatment of dural tears and cerebrospinal fluid leakage in 266 patients with thoracic myelopathy caused by ossification of the ligamentum flavum. *Spine (Phila Pa 1976)* 2012;37(12):702–7. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31824586a8. PMID: 22609726.
60. Haq I., Cruz-Almeida Y., Siqueira E.B. et al. Postoperative fibrosis after surgical treatment of the porcine spinal cord: a comparison of dural substitutes. Invited submission from the Joint Section Meeting on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves, March 2004. *J Neurosurg Spine* 2005;2(1):50–4. DOI: 10.3171/spi.2005.2.1.0050. PMID: 15658126.
61. Narotam P.K., José S., Nathoo N. et al. Collagen matrix (DuraGen) in dural repair: analysis of a new modified technique. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004;29(24):2861–7. PMID: 15599291.
62. Shibayama M., Mizutani J., Takahashi I. et al. Patch technique for repair of a dural tear in microendoscopic spinal surgery. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90(8):1066–7. DOI: 10.1302/0301-620X.90B8.20938. PMID: 18669964.
63. Sugawara T., Itoh Y., Hirano Y. et al. Novel dural closure technique using polyglactin acid sheet prevents cerebrospinal fluid leakage after spinal surgery. *Neurosurgery* 2005;57(4 Suppl):290–4. PMID: 16234677.
64. Shimada Y., Hongo M., Miyakoshi N. et al. Dural substitute with polyglycolic acid mesh and fibrin glue for dural repair: technical note and preliminary results. *J Orthop Sci* 2006;11(5):454–8.

Вклад авторов

А.Г. Мартикян: разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи;
А.А. Гринь: разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи.

Authors' contributions

A.G. Martikyan: developing the research design, reviewing of publications of the article's theme, article writing;
A.A. Grin': developing the research design, reviewing of publications of the article's theme, article writing.

ORCID авторов

А.А. Гринь: <https://orcid.org/0000-0003-3515-8329>

ORCID of authors

A.A. Grin': <https://orcid.org/0000-0003-3515-8329>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Статья поступила: 01.12.2017. **Принята к публикации:** 23.03.2018.

Article received: 01.12.2017. **Accepted for publication:** 23.03.2018.