

Оригинальные статьи

© Дулаев А.К., Кажанов И.В., Мануковский В.А., Петров А.В., Микитюк С.И., 2018

УДК [616.711.7+616.718.1]-001.5-089.227.94

DOI 10.18019/1028-4427-2018-24-3-282-289

Пояснично-тазовая транспедикулярная фиксация вертикально-нестабильных повреждений тазового кольца

А.К. Дулаев¹, И.В. Кажанов^{1,2}, В.А. Мануковский^{1,2}, А.В. Петров¹, С.И. Микитюк^{1,2}

¹Государственное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», г. Санкт-Петербург, Россия

²Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства Обороны Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Россия

Lumbopelvic transpedicular fixation of vertically unstable pelvic ring injuries

A.K. Dulaev¹, I.V. Kazhanov^{1,2}, V.A. Manukovsky^{1,2}, A.V. Petrov¹, S.I. Mikityuk^{1,2}

¹Saint-Petersburg research institute of emergency medicine named after I.I. Dzhanelidze, Saint-Petersburg, Russian Federation

²Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russian Federation

Введение. Выбор способа фиксации заднего полукольца тазового кольца является одним из сложных вопросов при лечении пострадавших с вертикально-нестабильными повреждениями таза. **Материалы и методы.** Проанализированы результаты лечения 29 пострадавших с политравмой и вертикально-нестабильными повреждениями таза в травмоцентре 1 уровня с 2013 по 2017 г. Средний возраст составил $34,8 \pm 9,9$ года. Для определения последовательности лечебно-диагностических мероприятий пострадавшим при поступлении производилась оценка тяжести повреждения и состояния по шкалам ISS, ВПХ-П (MT), ВПХ-СП и Ю.Н. Цибина (1975). Для детальной оценки тяжести состояния использовалась схема определения тяжести состояния по Н.С. Папе (2005). Тяжесть повреждения по шкале ISS составила $27,1 \pm 9,9$ балла. В ходе предоперационного планирования всем пострадавшим выполнялась КТ таза. Во всех клинических наблюдениях для окончательной фиксации вертикально-нестабильных повреждений тазового кольца применялась пояснично-тазовая транспедикулярная система в одной из конфигураций. При выборе конфигурации ПТФ и варианта ее установки учитывали морфологию повреждения заднего полукольца таза, необходимость выполнения декомпрессии нервных корешков крестцового сплетения, сроки после травмы. **Результаты.** При общей оценке результатов 22 пострадавших в сроки от 6 месяцев до 3-х лет после травмы хорошие и отличные результаты мы выявили в 72,7 % случаев, что соответствует данным литературы. **Дискуссия.** Современные требования при лечении пострадавших с вертикально-нестабильными повреждениями таза определяют необходимость применения биомеханически обоснованных способов погружного остеосинтеза с возможностью декомпрессии поврежденных невралных структур. Пояснично-тазовая фиксация с возможностью одновременного доступа для декомпрессии невралных структур является наиболее оптимальным способом лечения таких сложных повреждений.

Ключевые слова: нестабильные повреждения тазового кольца, переломы крестца, пояснично-тазовая фиксация, малоинвазивный остеосинтез

Introduction Identification of a proper fixation of the posterior pelvic ring is of paramount importance in treatment of patients with vertically unstable pelvic injuries. **Material and methods** Outcomes of 29 patients with polytrauma and vertically unstable pelvic injuries treated at Level I Trauma Center between 2013 and 2017 were analyzed. The mean age of the patients was 34.8 ± 9.9 years. The severity of the injuries and patients' condition were evaluated using Injury Severity Score (ISS), VPKh-P (MT), VPKh-SP, and Yu. N. Tsibin scales (1975) to determine the sequence of treatment and diagnostic procedures. Classification offered by Pape H. C. (2005) was used to evaluate physiological condition. The ISS score was 27.1 ± 9.9 . All patients underwent computed tomography (CT) scan of pelvic for preoperative planning. Lumbopelvic transpedicular fixation (LPTF) was employed as a definitive treatment of vertically unstable pelvic ring fractures in all clinical observations. Posterior half-ring morphology, a need for decompression of the nerve roots of the sacral plexus, timing of surgery were considered to decide on LPTF configuration. **Results** Three-month-to-six-year follow-ups of 22 patients showed good and excellent results achieved in 72.7 % of the cases that are in line with findings reported in the literature. **Discussion** Biomechanically adequate method of internal fixation is the method of choice in the definitive treatment of vertical unstable pelvic injuries with the possibility of decompression of compromised neural structures. Lumbopelvic fixation with the possibility of simultaneous access for decompression of neural structures is the most optimal technique for these complicated injuries.

Keyword: unstable pelvic ring injury, sacral fracture, lumbosacral fixation, minimally invasive osteosynthesis

ВВЕДЕНИЕ

Вертикально-нестабильные повреждения таза включают в себя многочисленную группу повреждений заднего полукольца таза, сопровождающихся нарушением взаимосвязи поясничного отдела позвоночника с поясом нижних конечностей (пояснично-тазовая диссоциация). Особенностями их является высокая частота несвоевременной диагностики – до 30 %, неврологические осложнения – до 98 % и инвалидизации – до 50 % [1, 2, 3]. Частота неудовлетворительных исходов лечения достигает 20–60 %, что подчеркивает высокую

актуальность исследований в этом направлении [4, 5]. Выбор способа фиксации вертикально-нестабильного повреждения таза во многом зависит от морфологии повреждений его заднего полукольца [1, 6].

Целью исследования являлась оценка результатов лечения пострадавших с вертикально-нестабильными повреждениями таза, которым выполнялась пояснично-тазовая фиксация (ПТФ) в одной из конфигураций (односторонней или двусторонней) в зависимости от морфологии повреждения заднего полукольца таза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проанализированы результаты лечения 29 пострадавших с вертикально-нестабильными повреждениями тазового кольца в Санкт-Петербургском НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе (травмоцентр первого уровня) за период с 2013 по 2017 г. Структура повреждений таза по классификации M.E. Muller-AO/ASIF включала: С1 – 19 (62,1 %), С2 – 3 (10,3 %), С3 – 7 (27,6 %) случаев. Повреждения были представлены различными переломами крестца, а также разрывом крестцово-подвздошного сочленения в одном случае. Пострадавших мужского пола было 17 (58,6 %), женского 12 (41,4 %) человек.

Обстоятельства получения травмы: падение с высоты – 18 (39,0 %), дорожно-транспортное происшествие – 10 (54,3 %), сдавление – 1 (4,7 %) наблюдение.

В исследуемую группу включали пострадавших, имевших трудоспособный возраст (от 18 до 65 лет), нетяжелую черепно-мозговую травму (AIS ≤ 4 баллов), морфологию повреждения тазового кольца, позволяющую применить технологии остеосинтеза металлоконструкциями в виде транспедикулярной ПТФ.

При поступлении в противошоковую операционную пострадавшего с вертикально-нестабильным повреждением тазового кольца устанавливали тяжесть повреждения по шкалам ISS и ВПХ-П (МТ), оценивали ориентировочную тяжесть состояния по шкале ВПХ-СП, проводили балльную оценку шокогенности травмы по методике Ю.Н. Цибина [7, 8]. Основные характеристики изучаемой группы приведены в таблице 1.

Таблица 1

Структура и характеристика изучаемой группы пострадавших, М ± m

Показатель	Значение
Возраст, лет	34,8 ± 9,9
Тяжесть повреждения по шкале ISS, баллов	27,1 ± 9,9
Тяжесть повреждения по шкале ВПХ-П (МТ), баллов	12,4 ± 5,6
Тяжесть состояния по шкале ВПХ-СП, баллов	24,7 ± 8,0
Тяжесть повреждения по шкале Ю.Н. Цибина, баллов	9,6 ± 3,9
Критерий Т по шкале балльной оценки тяжести политравмы при шоке, часы (Ю.Н. Цибин)	3,4 ± 18,9

Для определения последовательности оперативных пособий на тазовом кольце и других областях тела проводили более детальную оценку тяжести состояния пострадавших с использованием схемы-таблицы Н.С. Раре [9]. Согласно данной схеме, пострадавшие были распределены на следующие клинические классы: стабильные – 5 (17,2 %), пограничные – 17 (58,6 %), нестабильные – 6 (20,7 %), критические – 1 (3,4 %) наблюдение.

При наличии у пострадавшего жизнеугрожающих последствий повреждений проводили неотложные операции по их устранению. Два и более жизнеугрожающих последствий травм развились у 15 (51,7 %) пострадавших: продолжающееся тазовое – в 3-х, внутрибрюшное – в 6-ти и наружное кровотечение – в 2-х случаях; асфиксия различного генеза – в 1-ом; напряженный пневмоторакс – в 3-х случаях.

У четырех пострадавших была множественная травма таза в виде внебрюшинного разрыва мочевого

пузыря – 1; отрыв уретры в мембранозной части – 1; открытая травма таза (обширное мягкотканное повреждение или повреждения типа Моррель-Лавалье) – в 2-х наблюдениях.

В предоперационном периоде пострадавшим выполняли компьютерную томографию (КТ) таза и других поврежденных областей тела. Уточняли характер повреждений переднего и заднего отделов тазового кольца, вертлужной впадины, степень передне-заднего, вертикального, наружного и внутреннего ротационных смещений.

Во всех клинических наблюдениях для пояснично-тазовой фиксации применяли систему на основе транспедикулярных винтов. Выбор между одно- или двусторонней конфигурациями ПТФ зависел от расположения линии перелома крестца по отношению к суставной фасетке L5/S1 позвонков. При продольных переломах крестца, проходящих кнаружи от суставной фасетки L5/S1 позвонков, а также при полном разрыве крестцово-подвздошного сочленения использовали одностороннюю ПТФ. Напротив, при продольных переломах крестца с расположением линии перелома кнутри или через суставную фасетку L5/S1 позвонков, билатеральных переломах крестца, особенно Н- и U-образных, использовали двустороннюю ПТФ изолированно или в комбинации с подвздошно-крестцовыми винтами.

Если пострадавшему для первичной стабилизации таза применяли подвздошно-крестцовые винты, то при условии стабильного общего состояния продольный перелом крестца дополнительно стабилизировали ПТФ в течение первых 48 часов после получения травмы (так называемый треугольный остеосинтез). При тяжелом состоянии пострадавшего ПТФ выполняли дополнительно к подвздошно-крестцовым винтам только в период полного восстановления жизненно-важных функций организма и ликвидации осложнений (в сроки от 2-х до 3-х недель после травмы). Подвздошно-крестцовые винты использовали при наличии свободного коридора для их установки в телах S1 и S2 позвонков. Изолированно двустороннюю ПТФ применяли при двусторонних оскольчатых или Н- и U-образных переломах крестца с остаточным посттравматическим кифозом более 10 градусов, несмотря на выполненную непрямую репозицию, так как при таких морфологических вариантах переломов крестца нет возможности выполнить стабилизацию подвздошно-крестцовыми винтами. Транспедикулярные системы устанавливали в остром периоде травмы по малоинвазивной методике. Открытую методику ПТФ использовали при необходимости выполнения открытой репозиции, декомпрессии нервных структур в области крестца, а также в поздние периоды травматической болезни после купирования осложнений и улучшения общего состояния пострадавшего.

Интраоперационно выполняли полипроеctionную рентгеноскопию таза с помощью С-дуги ОЕС 9900 Elit (General Electric, США). Использовали дополнительные проекции входа (Inlet) и выхода малого таза (Outlet), при этом, исследования в данных проекциях выполняли под углом, близким к 90 градусам друг к другу.

Ближайшие результаты оценивали перед выпиской пострадавшего. Учитывали уровень болевого синдрома при помощи визуально-аналоговой шкалы (ВАШ) и сроки ранней вертикализации после операций. Неврологический дефицит оценивали по шкале K.J. Gibbons [10]. Отдаленные результаты лечения наблюдали в срок от 6 месяцев до 3-х лет. Функциональные результаты лечения определяли по шкале S.A. Majeed [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ

При поступлении в противошоковую операционную пострадавшего с вертикально-нестабильным повреждением тазового кольца с целью временной фиксации использовали тазовый пояс (Медплант, Россия).

Пострадавшим, отнесенным по тяжести состояния к классам «стабильные» (n = 5) и «пограничные» (n = 7), при условии стабильной гемодинамики (сАД > 90 мм рт. ст.), в остром периоде травмы выполняли окончательный остеосинтез поврежденных передних и задних структур тазового кольца. Для фиксации переломов переднего полукольца таза устанавливали мостовидную трансподвздошную транспедикулярную систему (n = 1) или канюлированные винты в переднюю колонну вертлужной впадины (n = 7). Разрыв лонного сочленения фиксировали канюлированным винтом (n = 1), реконструктивной пластиной (n = 2), транспедикулярной системой (n = 1). Для дополнительной стабилизации заднего отдела таза применили ПТФ: одностороннюю – в 5-ти случаях, двустороннюю – в 7-ми случаях. В 7-ми наблюдениях исчерпывающий объем реконструктивно-восстановительных операций на поврежденных отделах тазового кольца был выполнен непосредственно в противошоковой операционной при поступлении пострадавшего в травмоцентр, а остальным - в сроки до 48 часов (период относительной стабилизации жизненно-важных функций организма). В 8-ми клинических наблюдениях ПТФ выполняли малоинвазивным способом через небольшие доступы-проколы с применением специальных направляющих систем.

Пострадавшим, отнесенным по тяжести состояния к классам «нестабильные» (n = 6) и «пограничные» (n = 10) с неустойчивыми показателями гемодинамики (сАД < 90 мм рт. ст.), в противошоковой операционной производили временную фиксацию переднего отдела таза аппаратом внешней фиксации (АВФ), при этом у 3-х задние структуры были стабилизированы рамой Ганца (DePuy Synthes, Швейцария). Трех пострадавшим выполняли окончательную остановку внутритазового кровотечения при помощи диагностической тазовой ангиографии и последующей эмболизации поврежденного сосуда. После ликвидации всех жизнеугрожающих последствий повреждений была проведена стабилизация задних структур таза подвздошно-крестцовыми винтами у 2-х пострадавших, а остальным 4-м – в период относительной стабилизации (до 48 часов), из них у 3-х после демонтажа рамы Ганца. В одном случае, в связи с наличием неврологического дефицита в виде полного нарушения функции тазовых органов из-за компрессии корешков конского хвоста (по шкале K.J. Gibbons – 4 балла) [10], на 2 сутки произвели декомпрессию крестцового канала с ревизией содержимого дурального мешка на уровне

Оценку функциональных возможностей и качества жизни пострадавших с вертикально-нестабильными повреждениями таза проводили при помощи специализированной модифицированной шкалы SF-36 [12].

Базу данных на пострадавших создавали в программе Microsoft Office Excel 2010. Статистический анализ данных проводили с использованием пакета прикладных программ BioStat 2009 (Analyst SoftInc., США).

поперечного компонента Н-образного перелома крестца, устранение посттравматического кифоза крестца путем открытой репозиции и открытую двустороннюю ПТФ. Окончательный остеосинтез повреждений переднего отдела тазового кольца у всех пострадавших, также как ПТФ (из них одностороннюю – в 9-ти, двустороннюю – в 7-ми случаях), производили в период полной стабилизации жизненно-важных функций организма (в среднем спустя 2 недели после травмы).

Для стабилизации передних структур таза использовали следующие импланты: канюлированные винты, установленные в горизонтальную ветвь лонной кости (n = 7), пластину - при разрыве лонного сочленения (n = 5), мостовидную трансподвздошную транспедикулярную систему (n = 1), транспедикулярную систему на лонное сочленение (n = 2), АВФ применили в одном наблюдении при сопутствующей травме тазовых органов. ПТФ по малоинвазивной методике выполнена в 7-ми клинических наблюдениях.

У одного пострадавшего, отнесенного по тяжести состояния к классу «критические», в противошоковой операционной для временной остановки внутритазового кровотечения выполнили постановку баллона-обтуратора в аорту через бедренную артерию на стороне повреждения, стабилизацию таза рамой Ганца и передней рамкой АВФ, после чего выполнили внебрюшинную тампонаду таза. На вторые сутки после поступления демонтировали раму Ганца и осуществили остеосинтез продольного перелома крестца двумя подвздошно-крестцовыми винтами. На 4 сутки удалили тампоны из забрюшинного пространства полости таза. На 23 сутки после купирования осложнений (период полной стабилизации жизненно-важных функций организма) осуществили накостный остеосинтез повреждений переднего отдела тазового кольца реконструктивной пластиной, одностороннюю ПТФ.

В течение первых двух недель после травмы от тромбоэмболии легочной артерии скончался один (3,4 %) пострадавший. Осложнения развились у 18 (62,1 %) пострадавших, первично относящихся по тяжести состояния к классам «пограничные» и «нестабильные», и были связаны с сочетанной травмой других областей тела.

Миграция транспедикулярного винта в одном наблюдении была связана с неполноценной репозицией переломов заднего отдела таза и нестабильной фиксацией. Воспалительные изменения в области послеоперационной раны при использовании открытого способа установки ПТФ в остром периоде травмы у пострадавшей, отнесенной к классу «нестабильные», потребовали демонтажа транспедикулярной системы и фиксации тазового кольца в АВФ сложной компоновки.

У трех пострадавших с Н-образным переломом крестца наблюдали неврологический дефицит в виде нарушения функции тазовых органов (частичное – 1, полное – 1) и корешкового болевого синдрома – 1, по поводу чего выполнили декомпрессию крестцового канала.

Средний срок стационарного лечения составил $41,0 \pm 20,8$ суток. Средний показатель уровня болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) при выписке пострадавших из травмоцентра составил $2,2 \pm 1,7$ балла. Все пострадавшие вертикализированы в срок от 2-х до 4-х недель после окончательной стабилизации заднего отдела таза.

Оценка отдаленных результатов лечения проведена у 22 пострадавших сроки от 6 месяцев до 3-х лет. Количественная оценка функционального состояния таза по шкале S.A. Majeed составила $83,2 \pm 19,6$ (min – 65, max – 100) балла [10]. Отличные и хорошие анатомо-функциональные результаты получены у 16-ти (72,7 %) пациентов, удовлетворительные – в 5-ти (22,7 %), неудовлетворительные – в одном (4,5 %) наблюдении. Неудовлетворительные результаты лечения были связаны с развитием вторичного смещения в задних структурах таза и несращением вертикального перелома крестца, а также неврологическим дефицитом в виде частичного нарушения функции тазовых органов. Следует отметить, что при использовании методики триангулярного остеосинтеза вертикализация и расширение двигательного режима пострадавших проведены в ранние сроки после операции. Выполнена оценка качества жизни 22 пострадавших с вертикально-нестабильными повреждениями таза с помощью опросника SF-36 (табл. 2) [12].

Таблица 2

Основные параметры качества жизни (SF-36), n = 22

Показатели качества жизни	Средний балл
Физическое функционирование, PF	$80,5 \pm 22,7$
Рольное функционирование, RP	$69,2 \pm 38,7$
Интенсивность боли, BP	$72,3 \pm 27,2$
Общее состояние здоровья, GH	$89,0 \pm 3,1$
Жизнеспособность, VT	$68,6 \pm 27,4$
Социальное функционирование, SF	$48,9 \pm 15,9$
Эмоционально-ролевое функционирование, RE	$71,1 \pm 37,9$
Психическое здоровье, MH	$70,9 \pm 19,8$
PH (общий физический компонент здоровья)	$48,4 \pm 9,1$
MH (общий психический компонент здоровья)	$44,9 \pm 9,2$

При проведении анализа показателей качества жизни по шкалам SF-36 получены хорошие результаты, отражающие физическое и психическое состояние здоровья. Большие количественные значения шкал «физическое» и «ролевое физическое функционирование» указывают на эффективность выбранной стратегии специализированной медицинской помощи, включающей выполнение оперативных пособий на поврежденном заднем отделе тазового кольца в ранние сроки после получения травмы, правильный выбор имплантов или их комбинации для окончательной стабильной погружной фиксации и своевременную декомпрессию вовлеченных в повреждение нервных структур при осложненных переломах крестца.

Клиническое наблюдение. Пострадавшим было дано добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

Пострадавший Б., 38 лет, доставлен спустя 1 час после дорожно-транспортного происшествия. При поступлении АД 85 и 60 мм рт. ст., ЧСС 110 уд. в мин., сознание по шкале ком Глазго CGS – 12 баллов. При обследовании выявлены клинические признаки нестабильного повреждения тазового кольца. Выполнена временная иммобилизация таза тазовым поясом (Медплан, Россия). На СКТ таза выявлены переломы лонной и седалищной костей, трансфориамальный оскольчатый переломом боковой массы крестца слева с передне-задним и вертикальным смещением (рис. 1).

Линия трансфориамального перелома крестца располагалась кнаружи от суставной фасетки L5/S1 позвонков, перелом крестца классифицирован как тип 1 по В. Isler [13]. Общая тяжесть повреждения по шкале ISS составила 29 баллов. Пострадавший отнесен к клинической группе «нестабильные» и нуждался в применении лечебной тактики Damage Control Orthopedics. Выполнили закрытую репозицию, внеочаговый остеосинтез переломов костей таза стержневым АВФ, а также неотложные хирургические операции на других областях. После чего осуществлен остеосинтез перелома боковой массы крестца слева подвздошно-крестцовыми винтами, установленными в тела S1 и S2 позвонков (рис. 2).

После стабилизации общего состояния пострадавшего на 2-ые сутки после травмы выполнили демонтаж АВФ, фиксацию перелома лонной кости канюлированным винтом и одностороннюю ПТФ левой половины тазового кольца транспедикулярной системой (рис. 3).

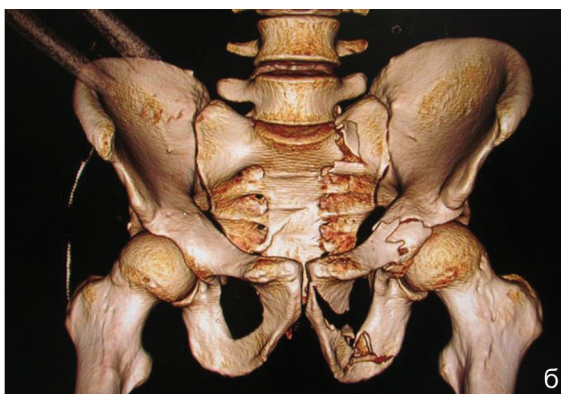


Рис. 1. КТ таза пострадавшего Б. перед операцией: а – аксиальная плоскость; б – 3D-реконструкция

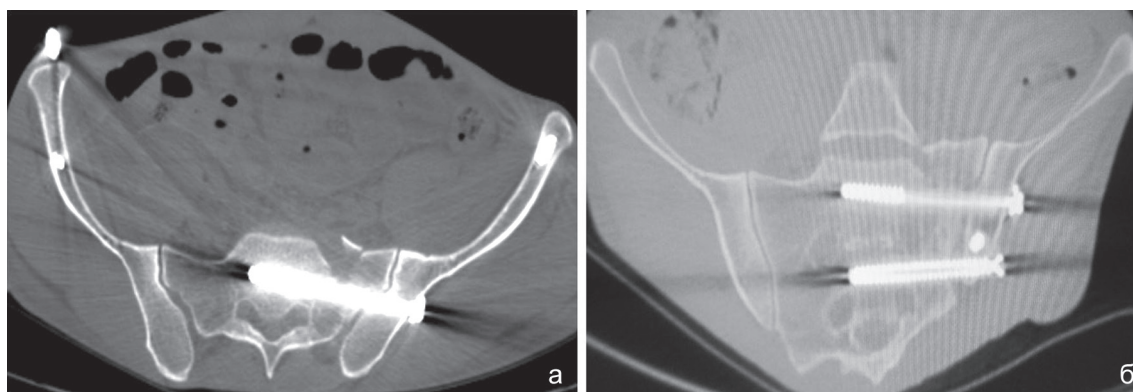


Рис. 2. КТ таза пострадавшего Б. после операции: а – аксиальная плоскость; б – коронарная плоскость

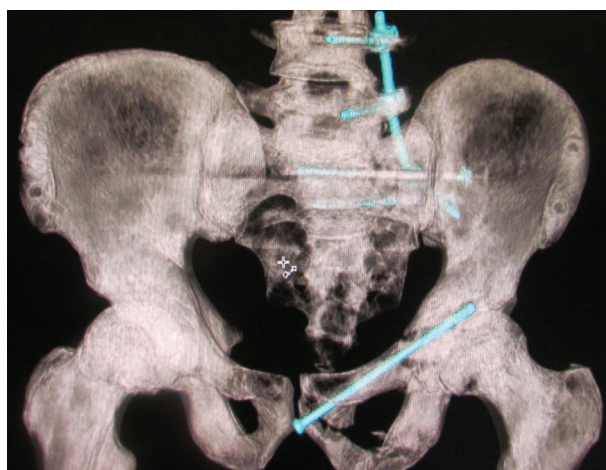


Рис. 3. КТ таза пострадавшего Б. после ПТФ (3D-реконструкция)

Разрешена ходьба на костылях с ограничением нагрузки на левую нижнюю конечность до 10 % от массы тела на 5-е сутки после операции. Выписан в удовлетворительном состоянии на 20 сутки после травмы.

Оценка отдаленных результатов лечения проведена в срок до 1,5 лет. Количественное значение по шкале S.A. Majeed составило 92 балла [11], что соответствует отличному функциональному результату лечения.

ДИСКУССИЯ

В настоящее время при лечении нестабильных повреждений таза предпочтение отдается минимально инвазивным способам внутренней фиксации [1, 5]. Стабилизация таза АВФ в ранние сроки после травмы, являясь компонентом противошоковых мероприятий, остается «золотым стандартом». АВФ позволяет эффективно фиксировать тазовое кольцо, но не способен длительно обеспечивать стабильную фиксацию задних структур таза при вертикально-нестабильных повреждениях. Среди методов лечения вертикально-нестабильных повреждений таза концепция «Damage Control Orthopedics» отводит АВФ роль временной фиксации. Она реализуется за счет последующего перехода внешней фиксации на внутреннюю после стабилизации состояния пострадавшего [2, 5, 14, 15].

Подвздошно-подвздошная фиксация включает в себя использование трансподвздошных стяжек, трансакральных стяжек, трансподвздошных пластин и стержневых трансподвздошных внутренних фиксаторов. Фиксация трансподвздошными стяжками считается доступной и технически несложной. Однако имеются данные о недостаточной механической прочности этих систем, особенно при оскольчатых переломах крестца. Фиксация трансакральными стяжками обеспечивает достаточную жесткость и имеет больший

предел прочности к циклическим нагрузкам по сравнению с задним триангулярным остеосинтезом. Принцип компрессии задних структур стяжками нежелательно использовать при переломах крестца типа Denis 2, неврологических осложнениях. При дисморфии крестца могут отсутствовать «безопасные коридоры» для проведения трансакральных стяжек [6, 15, 16, 17].

Подвздошно-крестцовая фиксация канюлированными винтами возможна в ранние сроки после травмы, в том числе с дополнительной внешней фиксацией переднего полукольца. Классическая технология, предложенная в конце 80-х годов и доработанная в 90-х годах, заключается в фиксации крестцово-подвздошного сочленения винтами, проведенными в тела S1/S1–S2 позвонков [2, 18]. Малоинвазивность и хорошие результаты привели к широкому распространению способа. Однако многие авторы считают, что при этом важна хорошая репозиция, и при остаточном смещении задних структур более 0,5-1 см применение илиосакральных винтов не оправдано. Переломы крестца типа Denis 2, осложненные неврологической симптоматикой, и поперечные переломы крестца (тип Denis 3) являются противопоказанием для этого способа. Установка только одного илиосакрального винта не позволяет рекомендовать пациентам в ранние сроки даже

дозированную нагрузку на нижнюю конечность [19]. Риск мальпозиции винтов возрастает при дисморфии крестца [20], введении винта в S2 позвонок и в случаях двухстороннего или осакрального блокирования, когда уже введенный винт является препятствием для другого [19]. Имеются неоднозначные данные по выбору длины винтов: ряд исследователей в своих работах не смогли продемонстрировать существенных различий в стабильности подвздошно-крестцовых винтов различной длины [21]. Повреждения нервных корешков при установке или осакральных винтов встречаются достаточно часто, до 20 % случаев [18]. Миграция или поломки винтов отмечаются в большом количестве наблюдений – до 30 % [19, 21].

Открытая репозиция и фиксация задних структур таза пластинами (типа «Matta», «Double Cobra») актуальны при сопутствующих переломах крестца по типу Denis 2 – 3, когда есть необходимость декомпрессии невральных структур. Однако этот способ имеет некоторые недостатки в виде необходимости билатеральной установки импланта в случае одностороннего повреждения, трудности анатомического контурирования, травматичности хирургического доступа, большой вероятности ятрогенного повреждения невральных структур винтами. Имеются сообщения о малоинвазивной технике установки пластин [22]. Биомеханические стендовые испытания показали, что пластины имеют удовлетворительную прочность фиксации в области задних структур таза, но не могут предотвращать ротационные смещения в переднем полукольце. Трансподвздошная фиксация пластинами (по переднему контуру крестца) отличается более высокой стабильностью, но сопряжена с высоким риском ятрогенных осложнений [6, 16].

Способ трансподвздошной внутренней фиксации задних отделов таза транспедикулярными винтами обеспечивает устойчивость к ротационным смещениям в заднем отделе, при этом сохраняется тенденция к вертикальным смещениям. Для более стабильной фиксации необходимо применение двух мостовидных стяжек. Некоторые авторы указывают, что противопоставлением к установке трансподвздошных внутренних фиксаторов является двусторонняя нестабильность заднего отдела таза [16, 23].

Способ пояснично-тазовой фиксации при вертикально-нестабильной травме таза становится в последнее время более актуальным. ПТФ в вертебрологии стала широко применяться в 80-х годах. Методика пояснично-тазового дистракционного спондилодеза для фиксации переломов крестца впервые была описана в 1994 году [24]. Известно два основных вида ПТФ, при которых установленные на позвоночнике фиксирующие элементы (винты, крючки, проволока): 1) крепятся к крыльям подвздошных костей при помощи контурированных стержней или упираются на них сверху (Galveston technique, STIF); 2) соединяются через стержни с введенными в кости таза винтами. Недостатком первого вида фиксации является неудовлетворительная стабильность имплантов. При обоих видах фиксации высок риск развития поломок стержней, нестабильности фиксаторов в связи с малой площадью контакта и большой нагрузкой, недостаточной осевой фиксации [25].

Современная методика ПТФ подразумевает использование систем транспедикулярных винтов, фиксированных в телах L4–L5 позвонков и в задних отделах крыльев подвздошных костей, соединенных между собой стержнями. Варианты введения транспедикулярных винтов в таз разнообразны: в задние отделы подвздошных костей напрямую или через тело S2 позвонка, в боковые массы крестца или тела S1/S2 позвонков, комбинации этих способов. Опыт показывает, что эти методики не всегда гарантируют устойчивость задних структур таза к ротационным нагрузкам. В дальнейшем была предложена методика треугольной пояснично-тазовой фиксации, которая сочетает в себе вертикальную пояснично-тазовую транспедикулярную фиксацию и поперечную фиксацию подвздошно-крестцовыми винтами. В литературе появляется все больше данных об успешном ее применении при вертикально-нестабильных повреждениях таза [1, 4, 26, 27, 28]. В ходе проведенных сравнительных экспериментальных исследований треугольная пояснично-тазовая фиксация продемонстрировала биомеханическое превосходство по сравнению с изолированной подвздошно-крестцовой фиксацией или илио-сакральной фиксацией канюлированными винтами. С помощью стендовых биомеханических испытаний доказана устойчивость данной комбинации металлоконструкций к вертикальным и ротационным смещениям, поэтому данный способ остеосинтеза заднего отдела таза биомеханически обоснован [28].

К недостаткам открытой ПТФ, выполняемой в ранние сроки после травмы, относят вероятность вскрытия забрюшинной тазовой гематомы, дополнительную кровопотерю, местные инфекционные осложнения [29]. Малоинвазивная методика ПТФ лишена этих недостатков. Операция выполняется из нескольких небольших доступов, что минимизирует интраоперационную травму, позволяет выполнить более высокий спондилодез, а также сократить сроки лечения и реабилитации. К особенностям малоинвазивной методики ПТФ следует отнести невозможность установки дистрактора на элементы самой металлоконструкции и последующего низведения поврежденной половины таза, необходимость формирования отдельной раны для крестцовой ламинэктомии и установки поперечного коннектора при двусторонней ПТФ, время операции и облучение больше, чем при открытой методике [27].

Ранняя репозиция переломов крестца сокращает частоту вторично развивающихся неврологических расстройств, возникающих из-за формирования костной мозоли или фиброза. Выполнение этих манипуляций в ранние сроки позволяет активизировать пострадавшего и способствует благоприятному неврологическому прогнозу [14].

Современные взгляды на лечение пострадавших с вертикально-нестабильными повреждениями тазового кольца требуют применения биомеханически обоснованных способов погружного остеосинтеза с возможностью устранения компрессии поврежденных невральных структур. Пояснично-тазовая фиксация или треугольная фиксация с возможностью одновременного доступа для декомпрессивной ламинэктомии крестца или локальной фораминотомии в случаях выраженного неврологического дефицита являются оптимальной тактикой лечения при таких повреждениях.

ВЫВОДЫ

1. При вертикально-нестабильных повреждениях тазового кольца пояснично-тазовая фиксация на основе транспедикулярных винтов может активно применяться у пострадавших в остром периоде травмы, при этом предпочтение следует отдавать малоинвазивной методике ее установки.

2. Большое разнообразие морфологических вариантов повреждения задних структур таза требует тща-

тельного подбора импланта или их комбинации.

3. Пояснично-тазовая фиксация может использоваться изолированно либо в дополнение к подвздошно-крестцовым винтам в виде треугольного остеосинтеза.

4. Расширение объема операции и использование операционных доступов к задним структурам таза требуется при необходимости выполнения открытой репозиции и декомпрессии нервных структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Донченко С.В., Слияков Л.Ю., Черняев А.В. Применение позвоночно-тазовой транспедикулярной фиксации при лечении нестабильных повреждений тазового кольца // Травматология и ортопедия России. 2013. № 4. С. 67-74.
2. Шапкин Ю.Г., Селиверстов П.А. Тактика лечения нестабильных повреждений таза при политравме // Новости хирургии. 2015. № 4. С. 452-459.
3. Denis F., Davis S., Comfort T. Sacral fractures: an important problem. Retrospective analysis of 236 cases // Clin. Orthop. Relat. Res. 1988. Vol. 227. P. 67-81.
4. Тутынин К.В., Шнякин П.Г., Шубкин В.Н. Опыт хирургического лечения вертикально-нестабильных повреждений тазового кольца методом дистантной треугольной пояснично-подвздошной фиксации // Политравма. 2017. № 4. С. 38-43.
5. Fractures of the pelvis and acetabulum (AO): Principles and Methods of Management. 4 ed. / M. Tile, D.L. Helfet, J.F. Kellam, M. Vrahas; AO Education AO Foundation. Davos: AO Publishing, 2015. 1000 p.
6. Trans-iliosacral plating for vertically unstable fractures of sacral spine associated with spinopelvic dissociation: A cadaveric study / P. Padalkar, V.P. Pereira, A. Kathare, K.K. Sun, F. Kagda, T. Joseph // Indian J. Orthop. 2012. Vol. 46, No 3. P. 274-278. DOI: 10.4103/0019-5413.96376.
7. Быков И.Ю., Ефименко Н.А., Гуманенко Е.К. Военно-полевая хирургия: национальное руководство. М.: ГЭОТАР – Медиа. 2009. 860 с.
8. Цибин Ю.Н., Гальцева И.В., Рыбаков И.П. Прогнозирование тяжести травматического шока в клинике // Травматический шок. 1975. С. 75-80.
9. Timing of fixation of major fractures in blunt polytrauma: role of conventional indicators in clinical decision making / H.C. Pape, P.V. Giannoudis, C. Krettek, O. Trentz // J. Orthop. Trauma. 2005. Vol. 19, No 8. P. 551-562.
10. Gibbons K.J., Soloniuk D.S., Razack N. Neurological injury and patterns of sacral fractures // J. Neurosurg. 1990. Vol. 72, No 6. P. 889-993.
11. Majeed S.A. Grading the outcome of pelvic fracture // J. Bone Joint Surg. Br. 1989. Vol. 71, No 2. P. 304-306.
12. Ware J.E. Jr., Sherbourne C.D. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection // Med. Care. 1992. Vol. 30, No 6. P. 473-483.
13. Isler B. Lumbosacral lesions associated with pelvic ring injuries // J. Orthop. Trauma. 1990. Vol. 4, No. 1. P. 1-6.
14. Дятлов М.М. Повреждения магистральных нервов таза (обзор литературы) // Проблемы здоровья и экологии. 2005. С. 44-49.
15. Козопас В. С. Современные способы и методы лечения переломов костей таза // Новости хирургии. 2016. Т. 24, № 6. С. 601-609.
16. Шаповалов В.М., Дулаев А.К., Дыдыкин А.В. Экспериментальная разработка и клиническое применение минимально инвазивной внутривенной стержневой фиксации тазового кольца // Травматология и ортопедия им. Н.Н. Приорова. 2001. № 4. С. 21-33.
17. Triangular osteosynthesis and iliosacral screw fixation for unstable sacral fractures: a cadaveric and biomechanical evaluation under cyclic loads / T.A. Schildhauer, W.R. Ledoux, J.R. Chapman, M.B. Henley, A.F. Tencer, M.L. Routt Jr. // J. Orthop. Trauma. 2003. Vol. 17, No 1. P. 22-31.
18. Близнац Д.Г., Рунков А.В., Кочетков В.В. Использование индивидуальных проекций для интраоперационного контроля положения илиосакральных винтов и концепция коридоров безопасности // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 2. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26294> (дата обращения: 16.07.2018).
19. Малоинвазивная фиксация крестцово-подвздошного сочленения винтами / Г.М. Кавалерский, Л.Ю. Слияков, А.В. Черняев, С.В. Донченко // Кафедра травматологии и ортопедии. 2014. №1(9). С. 5-6.
20. Miller A.N., Routt M.L. Jr. Variations in sacral morphology and implications for iliosacral screw fixation // J. Am. Acad. Orthop. Surg. 2012. Vol. 20, No 1. P. 8-16. DOI: 10.5435/JAAOS-20-01-008.
21. Vertically unstable pelvic fractures fixed with percutaneous iliosacral screws: does posterior injury pattern predict fixation failure? / D.R. Griffin, A.J. Starr, C.M. Reinert, A.L. Jones, S. Whitlock // J. Orthop. Trauma. 2003. Vol. 17, No 6. P. 399-405.
22. Lindahl J. Management of pelvic ring injuries. Academic dissertation. Helsinki, Finland: Helsinki University Hospital, University of Helsinki. 2015. P. 26-29.
23. A minimally invasive stabilizing system for dorsal pelvic ring injuries / T. Dienstknecht, A. Berner, A. Lenich, M. Nerlich, B. Fuechtmeier // Clin. Orthop. Relat. Res. 2011. Vol. 469, No 11. P. 3209-3217. DOI: 10.1007/s11999-011-1922-y.
24. Käch K., Trentz O. Distraction spondylodesis of the sacrum in "vertical shear lesions" of the pelvis // Unfallchirurg. 1994. Vol. 97, No 1. P. 28-38.
25. Kebaish K.M. Sacropelvic fixation: techniques and complications // Spine. 2010. Vol. 35, No 25. P. 2245-2251. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181f5cfae.
26. Hoffmann M.F., Dudda M., Schildhauer T.A. Unilateral triangular lumbopelvic stabilization: indications and techniques // Unfallchirurg. 2013. Vol. 116, No 11. P. 985-990. DOI: 10.1007/s00113-012-2337-2.
27. Williams S.K., Quinlan S.M. Percutaneous lumbopelvic fixation for reduction and stabilization of sacral fractures with spinopelvic dissociation patterns // J. Orthop. Trauma. 2016. Vol. 30, No 9. P. e318-e324. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000559.
28. Toogood P., McDonald E., Pekmezci M. A biomechanical comparison of ipsilateral and contralateral pedicle screw placement for modified triangular osteosynthesis in unstable pelvic fractures // J. Orthop. Trauma. 2013. Vol. 27, No 9. P. 515-520. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3182787d54.
29. Complications associated with surgical stabilization of high-grade sacral fracture dislocations with spino-pelvic instability / C. Bellabarba, T.A. Schildhauer, A.R. Vaccaro, J.R. Chapman // Spine. 2006. Vol. 31, No 11 Suppl. P. S80-S88. DOI: 10.1097/01.brs.0000217949.31762.be.

REFERENCES

1. Donchenko S.V., Sliakov L.Iu., Cherniaev A.V. Primenenie pozvonочно-tazovoi transpedikuliarnoi fiksatsii pri lechenii nestabilnykh povrezhdenii tazovogo koltsa [The use of spinopelvic transpedicular fixation in treatment of pelvic ring instable injuries]. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii*, 2013, no. 4, pp. 67-74. (in Russian)
2. Shapkin Iu.G., Seliverstov P.A. Taktika lecheniya nestabilnykh povrezhdenii taza pri politravme [The tactic of treating instable pelvic injuries for polytrauma]. *Novosti Khirurgii*, 2015, no. 4, pp. 452-459. (in Russian)
3. Denis F., Davis S., Comfort T. Sacral fractures: an important problem. Retrospective analysis of 236 cases. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 1988, vol. 227, pp. 67-81.
4. Tutynin K.V., Shniakin P.G., Shubkin V.N. Opyt khirurgicheskogo lecheniya vertikalno-nestabilnykh povrezhdenii tazovogo koltsa metodom distantnoi triuguliarnoi poiasnicho-podvzdoshnoi fiksatsii [The experience of surgical treating vertically instable injuries of the pelvic ring by the technique of distant triangular lumbo-iliac fixation]. *Politravma*, 2017, no. 4, pp. 38-43. (in Russian)
5. Tile M., Helfet D.L., Kellam J.F., Vrahas M.; AO Education AO Foundation. *Fractures of the pelvis and acetabulum (AO): Principles and Methods of Management*. 4 ed. Davos, AO Publishing, 2015. 1000 p.

6. Padalkar P., Pereira B.P., Kathare A., Sun K.K., Kagda F., Joseph T. Trans-iliosacral plating for vertically unstable fractures of sacral spine associated with spinopelvic dissociation: A cadaveric study. *Indian J. Orthop.*, 2012, vol. 46, no. 3, pp. 274-278. DOI: 10.4103/0019-5413.96376.
7. Bykov I.Iu., Efimenko N.A., Gumanenko E.K. *Voenno-polevaia khirurgiia: natsionalnoe rukovodstvo* [Military field surgery: national manual]. M., GEOTAR-Media, 2009. 860 p. (in Russian)
8. Tsibin Iu.N., Galtseva I.V., Rybakov I.R. *Prognozirovaniie tiazhesti travmaticheskogo shoka v klinike* [Prediction of traumatic shock severity in the clinic]. *Travmaticheskii Shok* [Traumatic Shock]. L., 1975, pp. 75-80. (in Russian)
9. Pape H.C., Giannoudis P.V., Krettek C., Trentz O. Timing of fixation of major fractures in blunt polytrauma: role of conventional indicators in clinical decision making. *J. Orthop. Trauma*, 2005, vol. 19, no. 8, pp. 551-562.
10. Gibbons K.J., Soloniuk D.S., Razack N. Neurological injury and patterns of sacral fractures. *J. Neurosurg.*, 1990, vol. 72, no. 6, pp. 889-993.
11. Majeed S.A. Grading the outcome of pelvic fracture. *J. Bone Joint Surg. Br.*, 1989, vol. 71, no. 2, pp. 304-306.
12. Ware J.E. Jr., Sherbourne C.D. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med. Care*, 1992, vol. 30, no. 6, pp. 473-483.
13. Isler B. Lumbosacral lesions associated with pelvic ring injuries. *J. Orthop. Trauma*, 1990, vol. 4, no. 1, pp. 1-6.
14. Diatlov M.M. Povrezhdeniia magistralnykh nervov taza (obzor literatury) [Injuries of magistral pelvic nerves (Review of the literature)]. *Problemy Zdorovia i Ekologii*, 2005, no. 4 (6), pp. 44-49. (in Russian)
15. Kozopas V.S. Sovremennye sposoby i metody lecheniia perelomov kostei taza [Modern ways and techniques of treating pelvic bone fractures]. *Novosti Khirurgii*, 2016, vol. 24, no. 6, pp. 601-609. (in Russian)
16. Shapovalov V.M., Dulaev A.K., Dydykin A.V. Eksperimentalnaia razrabotka i klinicheskoe primeneniie minimalno invazivnoi vnutrennei sterzhnevnoi fiksatsii tazovogo koltsa [Experimental development and clinical use of minimally invasive internal rod fixation of the pelvic ring]. *Travmatologiya i Ortopediia im. N.N. Priorova*, 2001, no. 4, pp. 21-33. (in Russian)
17. Schildhauer T.A., Ledoux W.R., Chapman J.R., Henley M.B., Tencer A.F., Routh M.L. Jr. Triangular osteosynthesis and iliosacral screw fixation for unstable sacral fractures: a cadaveric and biomechanical evaluation under cyclic loads. *J. Orthop. Trauma*, 2003, vol. 17, no. 1, pp. 22-31.
18. Bliznets D.G., Runkov A.V., Kochetkov V.V. Ispolzovanie individualnykh proektsii dlia intraoperatsionnogo kontroliia polozheniia iliosakralnykh vintov i kontseptsii koridorov bezopasnosti [Using individual projections for intraoperative control of iliosacral screw position and the concept of safety corridors]. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniia*, 2017, no. 2. (in Russian). Available at: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26294> (accessed: 16.07.2018).
19. Kavalerskii G.M., Sliniakov L.Iu., Cherniaev A.V., Donchenko S.V. Maloinvazivnaia fiksatsiia kresttsovo-podvzdoshnogo sochleneniia vintami [Little-invasive fixation of the sacroiliac articulation using screws]. *Kafedra Travmatologii i Ortopedii*, 2014, no. 1(9), pp. 5-6. (in Russian)
20. Miller A.N., Routh M.L. Jr. Variations in sacral morphology and implications for iliosacral screw fixation. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.*, 2012, vol. 20, no. 1, pp. 8-16. DOI: 10.5435/JAAOS-20-01-008.
21. Griffin D.R., Starr A.J., Reinert C.M., Jones A.L., Whitlock S. Vertically unstable pelvic fractures fixed with percutaneous iliosacral screws: does posterior injury pattern predict fixation failure? *J. Orthop. Trauma*, 2003, vol. 17, no. 6, pp. 399-405.
22. Lindahl J. *Management of pelvic ring injuries*. Academic dissertation. Helsinki, Finland, Helsinki University Hospital, University of Helsinki, 2015, pp. 26-29.
23. Dienstknecht T., Berner A., Lenich A., Nerlich M., Fuechtmeier B. A minimally invasive stabilizing system for dorsal pelvic ring injuries. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 2011, vol. 469, no. 11, pp. 3209-3217. DOI: 10.1007/s11999-011-1922-y.
24. Käch K., Trentz O. Distraction spondylodesis of the sacrum in "vertical shear lesions" of the pelvis. *Unfallchirurg*, 1994, vol. 97, no. 1, pp. 28-38.
25. Kebaish K.M. Sacropelvic fixation: techniques and complications. *Spine*, 2010, vol. 35, no. 25, pp. 2245-2251. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181f5cfae.
26. Hoffmann M.F., Dudda M., Schildhauer T.A. Unilateral triangular lumbopelvic stabilization: indications and techniques. *Unfallchirurg*, 2013, vol. 116, no. 11, pp. 985-990. DOI: 10.1007/s00113-012-2337-2.
27. Williams S.K., Quinlan S.M. Percutaneous lumbopelvic fixation for reduction and stabilization of sacral fractures with spinopelvic dissociation patterns. *J. Orthop. Trauma*, 2016, vol. 30, no. 9, pp. e318-e324. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000559.
28. Toogood P., McDonald E., Pekmezci M. A biomechanical comparison of ipsilateral and contralateral pedicle screw placement for modified triangular osteosynthesis in unstable pelvic fractures. *J. Orthop. Trauma*, 2013, vol. 27, no. 9, pp. 515-520. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3182787d54.
29. Bellabarba C., Schildhauer T.A., Vaccaro A.R., Chapman J.R. Complications associated with surgical stabilization of high-grade sacral fracture dislocations with spino-pelvic instability. *Spine*, 2006, vol. 31, no. 11 Suppl., pp. S80-S88. DOI: 10.1097/01.brs.0000217949.31762.be.

Рукопись поступила 28.04.2018

Сведения об авторах:

1. Дулаев Александр Кайсинович, д. м. н., профессор, Заслуженный врач РФ, ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», г. Санкт-Петербург, Россия; Email: akdulaev@gmail.com
2. Кажанов Игорь Владимирович, к. м. н., ¹ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», г. Санкт-Петербург, Россия; ²ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, г. Санкт-Петербург, Россия; Email: carta400@rambler.ru
3. Мануковский Вадим Анатольевич, д. м. н., профессор, ¹ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», г. Санкт-Петербург, Россия; ²ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, г. Санкт-Петербург, Россия; Email: manukovskiy@emergency.spb.ru
4. Петров Артем Викторович, ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», г. Санкт-Петербург, Россия; Email: seductor@yandex.ru
5. Микитюк Сергей Иванович, к. м. н., ¹ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», г. Санкт-Петербург, Россия; ²ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, г. Санкт-Петербург, Россия; Email: smikityuk@yandex.ru

Information about the authors:

1. Alexander K. Dulaev, M.D., Ph.D., Professor, honored doctor of the Russian Federation, St. Petersburg Institute of Emergency Medicine named after I.I. Dzhanelidze, St. Petersburg, Russian Federation; Email: akdulaev@gmail.com
2. Igor V. Kazhanov, M.D., Ph.D., ¹St. Petersburg Institute of Emergency Medicine named after I.I. Dzhanelidze, St. Petersburg, Russian Federation; ²Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation; Email: carta400@rambler.ru
3. Vadim A. Manukovsky, M.D., Ph.D., Professor, ¹St. Petersburg Institute of Emergency Medicine named after I.I. Dzhanelidze, St. Petersburg, Russian Federation; ²Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation; Email: manukovskiy@emergency.spb.ru
4. Artem V. Petrov, M.D., St. Petersburg Institute of Emergency Medicine named after I.I. Dzhanelidze, St. Petersburg, Russian Federation; Email: seductor@yandex.ru
5. Sergey I. Mikityuk, M.D., Ph.D., ¹St. Petersburg Institute of Emergency Medicine named after I.I. Dzhanelidze, St. Petersburg, Russian Federation; ²Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation; Email: smikityuk@yandex.ru