

# ДИАГНОСТИКА, ХИРУРГИЧЕСКОЕ И КОНСЕРВАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ НЕСТАБИЛЬНЫХ ПЕРЕЛОМОВ КРЕСТЦА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

**З.Б. Хаджиев, А.А. Гринь**

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

**Контакты:** Заур Бахмудович Хаджиев [zaur.xadzhiev@mail.ru](mailto:zaur.xadzhiev@mail.ru)

**Введение.** В структуре тяжелой сочетанной травмы повреждения костей таза, особенно крестца, встречаются относительно редко, но их количество неуклонно возрастает в связи с научно-техническим прогрессом и урбанизацией населения. Несмотря на широкое распространение современных диагностических методов, таких как компьютерная и магнитно-резонансная томография, и повсеместное распространение рентгенодиагностики, переломы крестца получается диагностировать не у всех пострадавших с данной травмой или не в полном объеме. У 50 % пациентов переломы крестца не диагностируют при первичном обследовании, включающем рентгенографию в передне-задних проекциях. Кроме того, у 30 % больных переломы крестца на обзорной рентгенограмме таза распознаются неверно, а неудовлетворительные исходы лечения у этих пострадавших в отдаленном периоде могут составлять от 30 до 60 %.

**Цель исследования** – анализ научных работ, посвященных вопросам диагностики, клинической картины и лечения пациентов с тяжелой сочетанной травмой, нестабильными переломами крестца.

**Материалы и методы.** Собраны данные из 232 отечественных и иностранных публикаций за 1971–2020 гг. Представлена эпидемиология сочетанной травмы и нестабильных переломов крестца, рассмотрены различные классификации, описаны клиническое течение и тактика консервативного, а также хирургического лечения пострадавших с вертикально нестабильными переломами заднего тазового кольца.

**Результаты.** Большое число зарубежных работ посвящено как диагностике, так и различным методам лечения при нестабильных повреждениях тазового кольца. В работах освещаются разные аспекты диагностики, клинического течения, тактики ведения, объемов и сроков операции, а также консервативного лечения при переломах крестца. Однако русскоязычные публикации, посвященные особенностям диагностического поиска, срокам и объему операции, а также выбору окончательной тактики лечения пациентов с переломами крестца, составляют незначительное число.

**Заключение.** Необходимо дальнейшее изучение проблем диагностики и лечения пострадавших с тяжелой сочетанной травмой и вертикально нестабильными переломами заднего тазового кольца с целью разработки оптимальных алгоритмов диагностики и окончательной тактики лечения, что позволит снизить частоту ошибок, осложнений и летальных исходов, а также улучшить качество жизни таких пациентов.

**Ключевые слова:** диагностика, хирургическое лечение, переломы, перелом крестца, заднее тазовое кольцо, нарушение функций тазовых органов, компьютерная томография

**Для цитирования:** Хаджиев З.Б., Гринь А.А. Диагностика, хирургическое и консервативное лечение нестабильных переломов крестца (обзор литературы). *Нейрохирургия* 2023;25(1):103–112. DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-1-103-112

## Diagnosis, surgical and conservative treatment of unstable sacral fractures (literature review)

**Z. B. Khadzhiev, A. A. Grin**

*N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow Healthcare Department; 3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090, Russia*

**Contacts:** Zaur Bakhmudovich Khadzhiev [zaur.xadzhiev@mail.ru](mailto:zaur.xadzhiev@mail.ru)

**Background.** In the structure of severe combined trauma, injuries to the pelvic bones, especially the sacrum, are relatively rare but increase steadily with the scientific and technological progress and the urbanization. Despite the widespread

use of modern diagnostic methods, such as computer and magnetic resonance imaging, and the ubiquity of X-ray diagnostics, sacral fractures are diagnosed not in all patients or not in full. In 50 % of patients, sacral fractures are not diagnosed during the initial examination, including anteroposterior X-ray examination. In addition, in 30 % of the patients, sacral fractures are recognized on a pelvic X-ray film incorrectly, and the long-term outcomes of their treatment are unsatisfactory from 30 to 60 % of the cases.

**Aim.** To analyze scientific published sources on the issues of diagnosis, clinical picture, and treatment of patients with severe combined trauma and unstable sacral fractures.

**Materials and methods.** The data of 232 domestic and foreign publications from 1971 to 2020. We present the epidemiology of combined trauma and unstable sacral fractures, consider various classifications, and describe the clinical course and tactics in conservative and surgical treatment of vertically unstable fractures in the posterior pelvic ring.

**Results.** Many foreign publications describe both diagnostics and various methods of treatment for unstable pelvic ring injuries. The publications cover various aspects of diagnosis, clinical course, management tactics, extent and timing of surgery, and conservative treatment for sacral fractures. However, only a few publications in Russian discuss features of diagnostic search, the timing and extent of surgery, as well as the choice of the final tactics to treat patients with sacral fractures.

**Conclusions.** It is necessary to study the problem of diagnosis and treatment of severe combined trauma and vertically unstable fractures of the posterior pelvic ring to develop optimal diagnostic algorithms and final treatment tactics aimed at reduction of the frequency of errors, complications, and deaths, and at improvement in the quality of life of such patients.

**Keywords:** diagnosis, surgical treatment, fractures, sacrum fracture, posterior pelvic ring, disturbance of pelvic organs function, computed tomography

**For citation:** Khadzhiev Z.B., Grin A.A. Diagnosis, surgical and conservative treatment of unstable sacral fractures (literature review). *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2023;25(1):103–12. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-1-103-112

## ВВЕДЕНИЕ

На протяжении всей истории развития нейрохирургии, травматологии и ортопедии одной из актуальных проблем остается лечение и реабилитация больных с сочетанной и множественной травмой. К основным причинам таких повреждений относят высокоэнергетические травмирующие силы, такие как дорожно-транспортные происшествия (ДТП) и кататравмы, которым подвержено не только трудоспособное население, но и дети и подростки [1–3].

Главными причинами множественных и сочетанных травм выступают: в Российской Федерации – ДТП (от 50 до 70 %), бытовые травмы (26–30 %), падения с высоты (6 %), производственные (3 %) и спортивные травмы (1 %) [4]; за рубежом – ДТП (57 %), автомобильные наезды на пешеходов (18 %), аварии с участием мотоциклов (9 %), падения с высоты (9 %) [5].

В структуре множественных и сочетанных травм у 60–80 % больных встречаются нарушения целостности тазового кольца, которые относят к тяжелым повреждениям опорно-двигательного аппарата [6]. Особенно разрушительны нестабильные переломы крестца, которые у 45 % пострадавших сочетаются с множественными переломами костей таза и всего лишь у 5 % являются изолированными. Переломы крестца часто сопровождаются неврологическими расстройствами в виде нарушения функций тазовых органов. Особенно тяжелый неврологический дефицит встречается при сочетании повреждений крестца с переломами вышележащих отделов позвоночника, являясь осложненными у 62 % пациентов [7].

## КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРЕЛОМОВ КРЕСТЦА

В последние десятилетия в медицине развиваются новые методы диагностики переломов крестца с учетом биомеханики травмы и анатомо-топографических особенностей распространения линии переломов, что позволило прогнозировать течение и исходы травмы. Накопленный опыт наблюдений позволил классифицировать повреждения крестца с учетом неврологических нарушений и определить показания и объем хирургического вмешательства [8].

Наиболее часто используют классификации F. Denis, M. Tile, R. Roy-Camille и универсальную.

*В классификации F. Denis* (1988) переломы крестца на основе особенностей анатомического строения подразделяют на трансаларную, трансфораминальную и центральную зоны, а в зависимости от их расположения относительно крестцовых отверстий еще на 3 зоны:

- I – переломы расположены латеральнее крестцовых отверстий,
- II – линия перелома проходит через крестцовые отверстия,
- III – линия перелома проходит медиально от крестцовых отверстий и через центральный канал [9].

*Классификация M. Tile* (1980) объединяет особенности повреждений, ожидаемые осложнения и степень нестабильности таза [10].

*Классификация по типу повреждения R. Roy-Camille.* В 1985 г., основываясь на исследованиях о механизме и характере смещения отломков при переломах крестца в сагиттальной плоскости и в зависимости от

характера повреждения, R. Roy-Camille выделил 3 типа переломов:

- I – сгибание,
- II – сгибание и ротация,
- III – разгибание и смещение отломков крестца в полость таза [11].

*Универсальная классификация переломов* – самая распространенная и часто используемая классификация АО/ASIF Европейской ассоциации остеосинтеза (АО), которая разработана под руководством М.Е. Мюллера (M.E. Muller) в 1990 г. Согласно этой классификации выделяют 3 типа повреждений таза (А, В и С), а также их 3 группы (А1–А3, В1–В3 и С1–С3) и 3 подгруппы (А1.1–А3.3, В1.1–В3.3 и С1.1–С3.3).

**Тип А** объединяет все переломы без повреждения тазового кольца и включает 3 группы:

- **А1:** стабильные переломы с минимальным смещением, без повреждения тазового кольца (отрыв передне-верхнего или передне-нижнего гребня подвздошной кости, седалищного бугра);
- **А2:** переломы с повреждением тазового кольца за счет двусторонних переломов лонных и седалищных костей, но без смещения фрагментов; при таких переломах тазовое кольцо остается стабильным;
- **А3:** поперечные переломы крестца и копчика, не нарушающие тазовое кольцо.

**Тип В** охватывает ротационно нестабильные, но вертикально стабильные повреждения, возникающие вследствие воздействия на таз латеральной компрессии или ротационных травмирующих сил, и подразделяется на 3 группы:

- **В1:** повреждения типа «открытая книга», т.е. наружно-ротационное, при этом обе половины таза нестабильны, развернуты с 1 или 2 сторон, а лобковый симфиз разорван;
- **В2:** разрыв крестцово-подвздошных (КП) связок с односторонним переломом лобковых и седалищных костей той же половины таза, при этом не происходит смещения тазового кольца вертикально;
- **В3:** двусторонние переломы заднего и переднего полукольца таза, как правило, с разрывом лобкового симфиза по типу «открытая книга»;

**Тип С** включает в себя повреждения с ротационной и вертикальной нестабильностью таза, которые подразделяются на 3 группы:

- **С1:** выраженное одностороннее смещение, может быть односторонний перелом подвздошной кости, переломовывих в КП-сочленении или полный вертикальный перелом крестца;
- **С2:** разрушения тазового кольца, которые более существенны, особенно в задних отделах; со смещением полностью ломаются подвздошная кость и крестец, смещение к задней части – более 10 мм;
- **С3:** всегда двустороннее повреждение с более значительным смещением половины таза в передне-

заднем направлении, а также в сочетании с переломом вертлужной впадины [12].

### КЛИНИЧЕСКАЯ КАРТИНА И ДИАГНОСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ КРЕСТЦА

В диагностике повреждений костей таза большое значение имеет сбор анамнеза с выявлением обстоятельств и механизма травмы, а также внешний вид, общее состояние и поза пациента. Зная механизм травмы и место приложения травмирующей силы, легче заподозрить повреждения костей таза и, соответственно, назначить оптимальные методы диагностики и лечения [13].

При клиническом обследовании пострадавших для установления диагноза, после сбора анамнеза и выяснения механизма травмы, необходимо провести внешний осмотр, оценить общее состояние пациента и неврологические расстройства (двигательные и чувствительные нарушения), а также нарушения функций тазовых органов. Видимые при внешнем осмотре повреждения целостности кожных покровов и мягких тканей, такие как травматические припухлости, гематомы, ссадины и раны, могут уже указывать на повреждение костей таза в этой области [14].

На тяжесть клинических проявлений переломов костей таза влияют массивные забрюшинные кровотечения, которые достигают значительного объема в полости малого таза и распространяются в поясничную область [15]. Источники этих кровотечений – подвздошные сосуды, вены перисакрального сплетения и верхняя ягодичная артерия. Они могут повредиться при распространении линии перелома на крестец и при КП-разобщении [16]. Переломы крестца протекают значительно тяжелее в случае открытых повреждений кожи и разможения мягких тканей перианальной области. Такие повреждения способствуют инфицированию глубоко лежащих тканей и приводят к развитию флегмоны или остеомиелита [17].

Таким образом, характерный анамнез и механизм получения травмы, локализация и характер боли при наличии внешних и внутренних повреждений в сочетании с неврологическими тазовыми нарушениями служат ведущими клиническими признаками повреждений костей таза [14].

Многие авторы предпочитают выполнять рентгенографию таза всем пациентам, поступившим с сочетанной травмой. Исследование должно включать в себя комбинацию прямых, передне-задних и боковых проекций (обзорная рентгенография таза), косых с направлением луча во вход в малый таз (каудальная проекция), а также в противоположном направлении (краниальная проекция) – в сторону выхода из малого таза. Эти рентгеновские проекции дают обзор всех отделов тазового кольца и крестца. При хорошем качестве выполненных снимков отчетливо различимы переломы как в переднем, так и в заднем отделах

тазового полукольца, а также степень смещения отломков. При этом важно, чтобы крылья подвздошных костей были захвачены в снимок: по уровню их расположения можно судить о наличии вертикального смещения каждой половины таза и крестца [18].

Некоторые авторы считают, что переломы костей таза на рентгенограммах часто остаются невыявленными [19], что наиболее характерно при повреждениях костных структур, формирующих задний отдел тазового кольца. По данным зарубежных исследователей, у 50 % пациентов переломы крестца не диагностируют при первичном обследовании, включающем рентгенографию в передне-задних проекциях. Кроме того, у 30 % пострадавших переломы крестца на обзорной рентгенограмме таза распознаются неверно [20].

В ретроспективном исследовании 236 пациентов с сочетанной травмой F. Denis и соавт. (1988) выяснили, что у 30 % пострадавших переломы крестца пропущены или диагностированы поздно [21]. В проспективном исследовании 100 пациентов с сочетанной травмой K. Lunsjö и соавт. (2007) показали, что у 5 % из них изолированные переломы крестца из-за ошибок диагностики оставались невыявленными, в связи с чем пострадавшие получали несвоевременное лечение, что привело к осложнениям — хроническому болевому синдрому в области крестца и КП-сочленения. Такие переломы называют «переломами-невидимками» [22]. Ограниченная информативность рентгенологического исследования может быть существенно повышена за счет выполнения компьютерной томографии (КТ) костей таза, которая в настоящее время стала более доступной [23].

Мультиспиральная КТ — наиболее информативный метод исследования тазового кольца и крестца, поскольку позволяет получать изображения срезов толщиной 1–1,5 мм, создавать 3D- и мультипланарные реконструкции и проекции, соответствующие рентгенограммам входа и выхода в полость малого таза, а также передне-заднюю и боковую реконструкции. Это значительно уменьшает вероятность диагностической ошибки и незаменимо в диагностике поврежденного крестца [24].

Для пациентов с повреждениями таза, пострадавшим в ДТП, мультиспиральная КТ должна быть методом диагностики 1-го этапа, поскольку обладает наибольшей информативностью и точностью [25]. Данное исследование позволяет определить тип перелома тазового кольца и крестца, характер смещения отломков, стенок вертлужных впадин, выявить внутритазовые гематомы и повреждения органов малого таза.

Ангиографию таза выполняют пострадавшим с нестабильными переломами крестца, у которых при проведении интенсивной инфузионной терапии и внешней фиксации таза аппаратами наружной фиксации (АНФ) не нормализуются гемодинамические расстройства, а также при подозрении на травму магист-

ральных сосудов тазового кольца. Данное исследование при выявлении артериального кровотечения позволяет одновременно выполнить эндоваскулярную эмболизацию поврежденного сосуда [26].

### КОНСЕРВАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ПРИ НЕСТАБИЛЬНЫХ ПЕРЕЛОМАХ КРЕСТЦА

Существуют травмы тазового кольца и крестца, которые изначально подлежат консервативному лечению [27]. Таким пациентам при нестабильных повреждениях таза (типы В и С по классификации АО/ASIF) с незначительным смещением костных отломков в области перелома назначают строгий постельный режим на срок от 5 до 8 нед. Для обезболивания проводят внутритазовые блокады по Школьникову—Селиванову. Хороший эффект оказывает непосредственное введение 150–200 мл анальгетика в область переломов 2–3 раза в неделю. Снижение болевого синдрома позволяет частично активизировать пациента с последующим занятием лечебной физкультурой. Прогноз лечения у таких больных благоприятный [28].

В 2011 г. В. Вгусе и соавт. в своем исследовании 22 пациентов с нестабильными переломами крестца определили, что односторонние переломы крестца с незначительным смещением костных отломков можно лечить консервативно, тогда как при билатеральных переломах крестца показано хирургическое лечение [29]. Это подтвердили в своей работе G.L. Sembler Soles и соавт. (2012). Они консервативно вылечили 117 пациентов с односторонними переломами крестца со смещением отломков менее 10 мм. В отдаленном периоде у таких пострадавших хорошие клинические исходы [30].

Среди недостатков консервативного лечения при переломах тазового кольца и крестца выделяют отсутствие жесткой стабильной фиксации переломов, невозможность выполнения достаточной репозиции отломков и необходимость длительного постельного режима, который служит одной из причин развития гипостатических осложнений (гипостатическая пневмония, тромбозы вен нижних конечностей, пролежни, гипотрофия конечностей и т.д.). Все эти факторы у 20–38,5 % больных с нестабильными переломами тазового полукольца и крестца приводят к неблагоприятным исходам лечения. Неэффективность консервативного лечения, а также значительное смещение костных отломков и нестабильность тазового кольца служат показанием к оперативному лечению [31].

### НАРУЖНЯЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ АППАРАТОМ ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ КРЕСТЦА

Особенность хирургической тактики при оказании помощи пострадавшим с повреждениями таза в остром периоде травмы — это высокая хирургическая активность с преимущественным применением малоинвазивных методов лечения [32].

Несмотря на широкое распространение в последнее время методов внутреннего остеосинтеза, внешняя фиксация тазового кольца не утратила своей актуальности: малая травматичность, возможность использования при открытых переломах, быстрота и надежность делают ее незаменимой для пациентов с политравмой [33, 34].

Данный метод фиксации также предотвращает наступление шока, так как способствует остановке внутритазовых и забрюшинных кровотечений и снижает выраженность болевого синдрома в области переломов [20]. А.В. Бондаренко и соавт. (2018) на основании результатов лечения 165 пациентов с нестабильными повреждениями тазового кольца при политравме методом внешнего остеосинтеза АНФ выявили, что отдаленные результаты лечения в сроки от 3 до 6 лет после травмы, оцененные по шкале Majid, были отличными у 20 (23,8 %) больных, хорошими — у 29 (34,5 %), удовлетворительными — у 28 (33,3 %), плохими — у 7 (8,4 %), т.е. преобладали положительные результаты, что доказывает эффективность данной методики, однако значительное число удовлетворительных результатов лечения сдерживает более широкое применение методики, в частности, в качестве изолированного метода фиксации.

Наибольшее число осложнений, более длительные сроки фиксации, продолжительность стационарного лечения и худшие отдаленные результаты наблюдались у пациентов с нестабильными билатеральными повреждениями тазового кольца с преимущественной травмой связочного аппарата [35]. Фиксация нестабильных переломов тазового полукольца АНФ как единый метод лечения признается не всеми авторами, его рассматривают как дополнительный способ фиксации переломов [36].

Среди недостатков внешней фиксации в основном преобладают инфекционные осложнения в области стояния чрескожных металлофиксаторов, сложность правильной установки стержней, громоздкость конструкций, необходимость находиться в АНФ до полной консолидации переломов, расположение внешнего фиксатора на некотором расстоянии от кости (во избежание травмирования мягких тканей), что снижает жесткость конструкции.

Следовательно, значительное число осложнений и низкое качество жизни сдерживают более широкое использование методов внешней фиксации в хирургии тазового кольца [37].

### КРЕСТЦОВО-ПОДВЗДОШНАЯ ФИКСАЦИЯ

Метод чрескожной КП-фиксации канюлированными винтами общепризнан в хирургии переломов заднего тазового полукольца [38]. Данная техника хирургического лечения совершенствуется и остается актуальной по сей день [39].

M.L. Routt Jr и соавт. в 1995 г. впервые выполнили малоинвазивную чрескожную стабилизацию при вывихе КП-сочленения под контролем рентгеноскопии. Показано, что этот метод фиксации прост, надежен и может существенно снизить количество осложнений, наблюдаемых при выполнении открытых хирургических методов [40].

И.В. Кажанов и соавт. (2019), изучив результаты лечения у 105 пострадавших с нестабильными повреждениями таза (тип С по АО/ASIF), выявили, что выполнение закрытой репозиции с последующей фиксацией крестца позволило получить хорошие анатомо-функциональные исходы лечения у 94,9 % пациентов с политравмой [41].

А.Р. Shetty и соавт. (2017) по изучению функциональных исходов лечения у 15 больных с нестабильными переломами тазового кольца показали, что при выполнении передней и задней минимально инвазивной фиксации в остром периоде травмы отдаленные результаты лечения в сроки до 2,5 лет по шкале Majid были отличными у 8 (53,3 %) пациентов, хорошими — у 7 (46,6 %) [42].

Это доказывает, что в остром периоде травмы методика погружного малоинвазивного остеосинтеза при переломах таза (типы В и С по АО/ASIF) позволяет получить хорошие анатомо-функциональные исходы в отдаленном послеоперационном периоде [43].

Согласно данным литературных источников, при вертикально нестабильных переломах тазового кольца со смещением костных отломков (тип С по АО/ASIF) наиболее приемлема тактика закрытой репозиции перелома крестца с помощью специальных укладок на операционном столе с последующим выполнением чрескожной КП-фиксации. Как показывают исследования, при таких переломах тазового кольца и крестца это надежный метод фиксации. Данная методика является малоинвазивной, что снижает риск развития послеоперационных осложнений и позволяет выполнять лечение в остром периоде травмы [44].

Для стабилизации заднего полукольца и крестца, помимо КП-винтов, также используют крестцовые стяжки или артрорез КП-сочленения пластинами [45]. При двустороннем повреждении КП-сочленения и посттравматической деформации крестца без вертикального смещения рационально применять крестцовые винты-стяжки. Опыт доказывает надежность данного способа фиксации при установке не менее 2 стяжек [45].

Открытые погружные методы фиксации заднего тазового полукольца и крестца в настоящее время применяют только в случаях аномалии развития S1-позвонка, застарелых переломов крестца и невозможности выполнения чрескожной КП-фиксации. Используют как передний доступ по крылу подвздошной кости с последующим остеосинтезом пластинами, так и задний доступ с последующим остеосинтезом компрессионной

штангой по М. Tile или реконструктивными пластинами [46].

Основными факторами, которые не позволяют выполнить стабилизацию КП-винтами при повреждениях заднего отдела тазового полукольца выступают: глубокие пролежни в области хирургического вмешательства, Н- и U-образные переломы крестца с остаточным посттравматическим кифозом более  $10^\circ$ , отсутствие анатомического свободного пространства для установки винта в телах S1- и S2-позвонков, так называемой безопасной зоны, или «коридора». Неврологически осложненные травмы тазового кольца и крестца в виде нарушений функций тазовых органов также служат противопоказанием для применения данной методики [47, 48].

### ТРИАНГУЛЯРНЫЙ ОСТЕОСИНТЕЗ

Триангулярный остеосинтез задних отделов таза заключается в вертикальной фиксации подвздошной кости к ниже-поясничным позвонкам с дополнительной установкой КП-винтов, что приводит к стабильности в области повреждений задних отделов таза, допускающей раннюю нагрузку на нижние конечности при вертикализации больных [49].

Методика пояснично-тазовой фиксации при переломах крестца впервые описана в 1994 г. Данная техника остеосинтеза не гарантировала устойчивость задних структур таза к ротационным нагрузкам. Позже предложена методика триангулярного заднего остеосинтеза, которая сочетала в себе вертикальную пояснично-тазовую транспедикулярную стабилизацию и поперечную КП-фиксацию канюлированными винтами [50].

В ходе экспериментальных исследований доказано, что триангулярный задний остеосинтез при вертикально нестабильных переломах крестца обеспечивает большую стабильность по сравнению с изолированной КП-фиксацией. Устойчивость к вертикальным и ротационным нагрузкам данной комбинации металлоконструкций доказана опытным путем с помощью стеновых биомеханических исследований. Поэтому данный способ остеосинтеза задних отделов таза обеспечивает наибольшую вертикальную и ротационную стабильность [50]. Из этого следует, что пояснично-подвздошную фиксацию (ПП-фиксацию) следует выполнять дополнительно к фиксации КП-винтами в период полного восстановления общего состояния больного и нормализации гемодинамических нарушений [51].

Открытую методику пояснично-тазовой фиксации используют при необходимости выполнения открытой репозиции и декомпрессии невральных структур крестца, а также в поздние периоды травмы после улучшения общего состояния пострадавшего [52]. В своем исследовании М.А. Ауоуб (2012) выполнил открытую декомпрессию крестцового канала и ПП-фиксацию транспедикулярной системой 28 пациентам

с вертикально нестабильными переломами крестца и синдромом конского хвоста в виде нарушения функций тазовых органов по типу задержки. В результате лечения у 19 (67,9 %) пациентов отметили хорошие клинические исходы: среднее значение баллов по шкале Gibbons у больных в эффективной группе снизилось с  $3,1 \pm 0,83$  до  $1,5 \pm 0,84$  после лечения [53].

Относительно новым направлением в хирургии переломов заднего тазового полукольца стала перкутанная транспедикулярная фиксация таза, позволяющая избежать обширных хирургических доступов. Чрескожную транспедикулярную фиксацию отломков костей таза проводят в раннем периоде травмы и после непрямой закрытой репозиции костных отломков у пострадавших с неврологическими расстройствами [54].

В ретроспективном исследовании 24 пациентов с нестабильными переломами крестца, которым выполнили минимально инвазивную ПП-фиксацию, Е. Jazini и соавт. (2017) выявили, что по сравнению с открытой ПП-фиксацией малоинвазивная чрескожная техника имеет ряд преимуществ: обеспечивает надежную фиксацию переломов, снижает общую кровопотерю и риски послеоперационных осложнений [55].

На фоне активного распространения и внедрения минимально-инвазивных техник стабилизаций при лечении нестабильных переломов тазового кольца отмечается значительный рост применения малоинвазивной ПП-фиксации даже у пациентов с неосложненной травмой [55].

Среди недостатков ПП-фиксации при вертикально нестабильных повреждениях заднего тазового полукольца выделяют такие осложнения, как замедленная консолидация и образование ложного сустава в области повреждения, перелом металлоконструкции, болевой синдром в проекции фиксирующей системы и ятрогенное повреждение поясничных и крестцовых корешков [53]. К недостаткам малоинвазивной методики ПП-фиксации также следует отнести невозможность установки дистрактора на элементы самой металлоконструкции и последующего низведения поврежденной половины таза [53]. Однако, как показывает практика, поперечными коннекторами пользуются не все хирурги. Кроме того, установленные подвздошно-крестцовые канюлированные винты обеспечивают устойчивость к ротационным нагрузкам [52, 56]. Несмотря на многочисленные хирургические методы, описанные отечественными и иностранными авторами за последние 30 лет, нет единого мнения по поводу окончательной тактики хирургического лечения нестабильных переломов тазового кольца и крестца [53].

### ОСЛОЖНЕНИЯ

Неврологический дефицит при осложненной травме крестца — основной фактор, определяющий качество жизни пациента. При нестабильных повреждениях заднего тазового полукольца число неврологических

осложнений гораздо выше [48]. К примеру, травматическая компрессия невралжных структур с S2 до S5 проявляется в виде нарушения функций кишечника, мочевого пузыря и сексуальной дисфункции [57]. Хирургические ошибки и ятрогения, вызванные плохой оснащённостью операционной, а также избыточной массой тела пациента, дополняют число осложнений, которые развиваются в послеоперационном периоде [49].

V.M. Huittinen (1972) провел патологоанатомические исследования (в сочетании с гистологическим и рентгеновским методами) 42 трупов с нестабильными повреждениями тазового кольца типа В и С и определил характер повреждения нервов в области переломов костей тазового кольца [58]. Повреждения нервов выявлены у 48 % больных. При латеральных компрессионных переломах были сдавлены крестцовые нервы, тогда как при вертикально нестабильных повреждениях возникали тракции или разрывы вентральных корешков. В 12 случаях выявлены травмы пояснично-крестцового нервного ствола, в 11 – верхнего ягодичного нерва, в 6 – корешков конского хвоста, в 5 – вентральных ветвей S1–S3-корешков, в 5 – запирающего нерва, в 3 – вентральной ветви L5-корешка. Установлено 21 тракционное повреждение, большей частью пояснично-крестцового ствола (часто при вывихах половины таза со значительной наружной ротацией и задневерхним смещением) и верхнего ягодичного нерва. Это объяснялось тем, что пояснично-крестцовый ствол расположен возле КП-сустава, а верхний ягодичный нерв относительно короткий и прочно прикрепляется к ягодичным мышцам, а также легко повреждается осколками при переломах возле КП-сустава. Повреждение запирающего нерва в наблюдениях V.M. Huittinen отмечалось нечасто, но встречалось при разрыве заднего полукольца на уровне запирающего отверстия тазовой кости. В 15 случаях установлен разрыв нервов, чаще корешков конского хвоста, причем дистальнее крестцового отверстия, что не позволяло визуализировать нарушение целостности нерва во время ламинэктомии. Компрессионные повреждения нервов происходили реже. В 4 случаях обнаружена компрессия вентральных ветвей поясничных нервов отломками крестца [58].

Среди научных работ, которые посвящены половой дисфункции после перелома таза, большинство

рассматривает проблемы, характерные для пациентов мужского пола, страдающих, в частности, импотенцией. Хотя половая дисфункция после повреждения крестца также выявляется и у женщин во множестве исследований, но они не располагают достаточными данными для оценки проблемы [59].

J.L. Wright и соавт. (2006) информировали, что после переломов таза 49 % женщин детородного возраста сообщили о половых и мочеполювых жалобах, 38 % отметили боль во время полового акта. Кроме того, 45 % пациенток ответили утвердительно на вопрос о снижении либидо и меньшем количестве оргазмов. Из 26 женщин, которые рожали детей после перелома таза с последующей хирургической фиксацией, только у 10 (38 %) роды проходили естественным путем [60].

Переломы крестца в зоне повреждения III по F. Denis могут вызвать полную потерю функции кишечника и мочевого пузыря, а также сексуальную дисфункцию. Главное, что почти все переломы медиальнее крестцовых отверстий с клиникой неврологического дефицита чаще всего сочетаются с поперечным переломом крестца. Сагитальные переломы без поперечной линии перелома редко вызывают неврологический дефицит [61].

## ВЫВОДЫ

Современные взгляды на лечение пострадавших с вертикально нестабильными повреждениями тазового кольца требуют применения обоснованных способов погружного остеосинтеза с возможностью устранения компрессии поврежденных невралжных структур. В случаях выраженного неврологического дефицита оптимальной тактикой лечения служат перкутанная транспедикулярная или триангулярная фиксация с возможностью одновременного доступа для декомпрессионной ламинэктомии крестца или локальной фораминотомии.

Однако по-прежнему существует масса вопросов, касающихся метода, объема и тактики хирургического и консервативного лечения, так как пациентов с множественной и сочетанной травмой не всегда удается прооперировать в ранний период травмы из-за тяжести состояния. Вследствие этого вопрос о выборе хирургического или консервативного методов лечения остается открытым.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Андреева Т.М., Огрызко Е.В., Попова М.М. Травматизм, ортопедическая заболеваемость, состояние травматолого-ортопедической помощи населению России в 2011 году. М.: Минздрав России, ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова», 2012. 102 с.  
Andreeva T.M., Ogryzko E.V., Popova M.M. Traumatism, orthopedic morbidity, the state of traumatological and orthopedic care to the population of Russia in 2011. Moscow: Minzdrav Rossii, N.N. Priorov National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, 2012. 102 p. (In Russ.).
2. Истомин А.Г. Восстановление стабильности таза при повреждениях и заболеваниях крестцово-подвздошных суставов. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Харьков, 2002. 34 с.  
Istomin A.G. Restoration of pelvic stability in case of injuries and diseases of the sacroiliac joints. Abstract of the diss. ... of doctor of medical sciences. Kharkov, 2002. 34 p. (In Russ.).
3. Gao J.M., Tian X.Y., Hu P. et al. Management of severe pelvic fracture associated with injuries of adjacent viscera. *Chin J Traumatol* 2005;8(1):13–6.
4. Фирсов С.А. Сочетанная черепно-мозговая и скелетная травма: современные возможности прогноза состояния. Мир науки, культуры, образования 2012;4(35):293–5.  
Firsov S.A. Concomitant traumatic craniocerebral and skeletal trauma: modern possibility of forecast. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya = The World of Science, Culture, Education* 2012;4(35):293–5. (In Russ.).
5. Ушаков С.А., Никольский А.В., Лукин С.Ю. Лечение повреждений таза, осложненных травмой мочевого пузыря. В кн.: Современные технологии в травматологии и ортопедии: Материалы юбил. науч. конф. (Санкт-Петербург, 22–23 апреля 2010 г.). СПб, 2010. С. 82.  
Ushakov S.A., Nikolsky A.V., Lukin S.Yu. Treatment of pelvic injuries complicated by bladder injury. In: *Modern technologies in traumatology and orthopedics: Materials of the jubilee scientific conference (Saint Petersburg, April 22–23, 2010)*. Saint Petersburg, 2010. P. 82. (In Russ.).
6. Багненко С.Ф., Кашанский Ю.Б., Рзаев Р.С., Кучеев И.О. Анатомо-клиническое обоснование способа лечения повреждений таза с нарушением целостности его кольца. Травматология и ортопедия России 2009;2(52):46–52.  
Bagnenko S.F., Kashansky Yu.B., Rzaev R.S., Kucheev I.O. Anatomical and clinical substantiation of treatment technique of pelvic injuries with its disrupted rings. *Travmatologiya i ortopediya Rossii = Traumatology and Orthopedics of Russia* 2009;2(52):46–52. (In Russ.).
7. Bonnin J.G. Sacral fractures and injuries to the cauda equina lesions. *Med World* 1947;67(5):140–4.
8. Гуманенко Е.К., Шаповалов В.М., Дулаев А.К., Дыдыкин А.В. Современные подходы к лечению пострадавших с нестабильными повреждениями таза. Военно-медицинский журнал 2003;324(4):17–24.  
Gumanenko E.K., Shapovalov V.M., Dulaev A.K., Dydykin A.V. Modern approaches to treatment of victims with unstable pelvic ring injuries. *Voenno-meditsinskij zhurnal = Military Medical Journal* 2003;324(4):17–24. (In Russ.).
9. Хоурани М.Ю., Линник С.А., Кучеев И.О. и др. Диагностика и лечение переломов костей таза. Фундаментальные исследования 2014;10(Pt 9):1866–71.  
Khourani M.Yu., Linnik S.A., Kucheev I.O. et al. Diagnosis and treatment of pelvic bone fractures. *Fundamental'ny'e issledovaniya = Fundamental Research* 2014;10(Pt 9):1866–71. (In Russ.).
10. Tile M. Pelvic ring fractures: should they be fixed? *J Bone Joint Surg Br* 1988;70(1):1–12. DOI: 10.1302/0301-620X.70B1.3276697
11. Strange-Vögnsen H.H., Lebech A. An unusual type of fracture in the upper sacrum. *J Orthop Trauma* 1991;5(2):200–3. DOI: 10.1097/00005131-199105020-00014
12. Матвеев Р.П., Барачевский Ю.Е., Баранов А.В. Повреждения таза. Медико-тактическая характеристика травм таза в областном центре России. Архангельск: Северный государственный медицинский университет, 2014. 146 с.  
Matveev R.P., Barachevsky Yu.E., Baranov A.V. Pelvic injuries. Medical and tactical characteristics of pelvic injuries in the regional center of Russia. Arkhangelsk: Northern State Medical University, 2014. 146 p. (In Russ.).
13. Травматология и ортопедия: рук-во для врачей. Т. 2. Под ред. Н.В. Корнилова. СПб.: Гиппократ, 2005. 368 с.  
Traumatology and orthopedics: a guide for doctors. Vol. 2. Ed. by N.V. Kornilov. Saint Petersburg: Gippokrat, 2005. 368 p. (In Russ.).
14. Литвина Е.А., Скороглядыв А.В., Вершинин А.В. Диагностика и лечение переломов вертлужной впадины в остром периоде травмы. В кн.: Травматология и ортопедия XXI века: сб. тез. докл. VIII съезда травматологов-ортопедов России, (Самара, 6–8 июня 2006 г.). Самара: Офорт, 2006. С. 122.  
Litvina E.A., Skoroglyadov A.V., Vershinin A.V. Diagnosis and treatment of acetabulum fractures in the acute period of injury. In: *Traumatology and orthopedics of the 21st century: Collection of abstracts of the 8th Congress of Traumatologists-Orthopedists of Russia, (Samara, June 6–8, 2006)*. Samara: Ofort, 2006. P. 122. (In Russ.).
15. Борозда И.В., Воронин Н.И., Зырянова Т.Д. Диагностика забрюшинной гематомы при переломах таза у больных с поли-травмой. В кн.: Материалы науч.-практ. конф. травматологов и ортопедов Приамурья, посвящ. 50-летию АГМА. Благовещенск, 2002. Сс. 51–2.  
Borozda I.V., Voronin N.I., Zyryanova T.D. Diagnosis of retroperitoneal hematoma in pelvic fractures in patients with polytrauma. In: *Materials of Scientific and Practical Conference of Traumatologists and Orthopedists of the Amur Region Dedicated to the 50th Amur State Medical Academy. Blagoveshchensk, 2002*. Pp. 51–2. (In Russ.).
16. Teebken O.E., Lotz J., Gansslen A., Pichlmaier A.M. Bilateral iliac artery dissection following severe complex unstable pelvic fracture. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2008;7(3):515–6. DOI: 10.1510/icvts.2008.177253
17. Bjurlin M.A., Fantus R.J., Mellett M.M., Goble S.M. Genitourinary injuries in pelvic fracture morbidity and mortality using the National Trauma Data Bank. *J Trauma* 2009;67(5):1033–9. DOI: 10.1097/TA.0b013e3181bb8d6c
18. Анкин Л.Н., Анкин Н.Л. Практическая травматология. Европейские стандарты диагностики и лечения. М.: Книга плюс, 2002. 480 с.  
Ankin L.N., Ankin N.L. Practical traumatology. European standards of diagnosis and treatment. Moscow: Kniga plus, 2002. 480 p. (In Russ.).
19. Hunt N., Jennings A., Smith M. Current management of U-shaped sacral fractures or spino-pelvic dissociation. *Injury* 2002;33(2):123–6. DOI: 10.1016/s0020-1383(00)00179-0
20. Yi C., Hak D.J. Traumatic spinopelvic dissociation or U-shaped sacral fracture: a review of the literature. *Injury* 2012;43(4):402–8. DOI: 10.1016/j.injury.2010.12.011
21. Denis F., Davis S., Comfort T. Sacral fractures: an important problem. Retrospective analysis of 236 cases. *Clin Orthop Relat Res* 1988;227:67–81.
22. Lunsjo K., Tadros A., Hauggaard A. et al. Associated injuries and not fracture instability predict mortality in pelvic fractures: a prospective study of 100 patients. *J Trauma* 2007;62(3):687–91. DOI: 10.1097/01.ta.0000203591.96003.ee
23. Sheridan M.K., Blackmore C.C., Linnau K.F. et al. Can CT predict the source of arterial hemorrhage in patients with pelvic fractures? *Emerg Radiol* 2002;9(4):188–94. DOI: 10.1007/s10140-002-0237-4

24. Литвина Е.А. Компьютерная томография при переломах вертлужной впадины. В кн.: Современные тенденции комплексной диагностики и лечения заболеваний скелетно-мышечной системы: сб. докл. V науч.-практ. конф. М., 2004. Сс. 27–9. Litvina E.A. Computed tomography for acetabulum fractures. In: Modern trends in complex diagnostics and treatment of the musculoskeletal system diseases: Collection of reports of 5<sup>th</sup> Scientific and Practical Conference. Moscow, 2004. Pp. 27–9. (In Russ.).
25. Васильев А.Ю., Балицкая Н.В. Лучевая диагностика травм таза, полученных в результате дорожно-транспортных происшествий. Медицинская визуализация 2012;(3):135–8. Vasiliev A.Yu., Balitskaya N.V. Radiology diagnostics of the traumas of the pelvis, received as a result road event. Medicinskaya vizualizaciya = Medical Visualization 2012;(3):135–8. (In Russ.).
26. Cook R.E., Keating J.F., Gillespie I. The role of angiography in the management of haemorrhage from major fractures of the pelvis. J Bone Joint Surg Br 2002;84(2):178–82. DOI: 10.1302/0301-620x.84b2.12324
27. Адаменко В.Н., Денисов А.В., Кажанов И.В. и др. Консервативное лечение при травмах таза. В кн.: Скорая медицинская помощь – 2016: сборник тезисов Всерос. науч.-практ. конф. (15-го Всерос. конгр.), посвящ. 85-летию кафедры и клиники военно-полевой хирургии ВМедА им. С.М. Кирова. СПб., 2016. Сс. 4–5. Adamenko V.N., Denisov A.V., Kazhanov I.V. et al. Conservative treatment with pelvic injuries. In: Emergency medical care 2016: Collection of abstracts of the All-Russian Scientific and Practical Conference (the 15<sup>th</sup> All-Russian Congress) dedicated to 85<sup>th</sup> anniversary of the Department and Clinic of Military Field Surgery of Kirov Military Medical Academy. Saint Petersburg, 2016. Pp. 4–5. (In Russ.).
28. Самохвалов И.М., Борисов М.Б., Кажанов И.В. и др. Скорая медицинская помощь в стационаре особенности первого этапа тактики многоэтапного хирургического лечения (damage control) при нестабильных переломах таза. Скорая медицинская помощь 2016;(3):39–45. Samokhvalov I.M., Borisov M.B., Kazhanov I.V. et al. Intrahospital emergency medical care feature of the first stage of damage control surgery tactics in unstable pelvis fractures. Skoraya medicinskaya pomoshh' = Emergency Medical Care 2016;(3):39–45. (In Russ.).
29. Bruce B., Reilly M., Sims S. OTA highlight paper predicting future displacement of nonoperatively managed lateral compression sacral fractures: can it be done? J Orthop Trauma 2011;25(9):523–7. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3181f8be33
30. Sembler Soles G.L., Lien J., Tornetta P. 3<sup>rd</sup>. Nonoperative immediate weightbearing of minimally displaced lateral compression sacral fractures does not result in displacement. J Orthop Trauma 2012;26(10):563–7. DOI: 10.1097/BOT.0b013e318251217b
31. Gaski G.E., Manson T.T., Castillo R.C. et al. Nonoperative treatment of intermediate severity lateral compression type I pelvic ring injuries with minimally displaced complete sacral fracture. J Orthop Trauma 2014;28(12):674–80. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000130
32. Davarinos N., Ellanti P., Morris S., Mc Elwain J.P. Epidemiology of pelvic and acetabular trauma in a Dublin tertiary hospital: a 10-year experience. Ir J Med Sci 2012;181(2):243–6. DOI: 10.1007/s11845-011-0791-4
33. Соколов В.А., Бялик Е.И., Файн А.М. и др. Лечение нестабильных повреждений таза на реанимационном этапе у пострадавших с политравмой. Политравма 2011;(2):30–5. Sokolov V.A., Bialik E.I., Fayn A.M. et al. Management of unstable pelvic ring injuries in polytrauma patients at resuscitation stage. Politravma = Polytrauma 2011;(2):30–5. (In Russ.).
34. Damage control management in the polytrauma patient. Eds.: H.C. Pape, A.V. Peitzman, M.F. Rotondo, P.V. Giannoudis. Springer International Publishing, 2017. 338 p.
35. Бондаренко А.В., Круглыхин И.В., Плотников И.А. и др. Внешняя фиксация как основной и окончательный метод лечения поврежденных тазового кольца при политравме. Политравма 2018;(2):41–50. Bondarenko A.V., Kruglykhin I.V., Plotnikov I.A. et al. External fixation as a basic and final method for treatment of pelvic ring injuries in polytrauma. Politravma = Polytrauma 2018;(2):41–50. (In Russ.).
36. Robles L.A. Transverse sacral fractures. Spine J 2009;9(1):60–9. DOI: 10.1016/j.spinee.2007.08.006
37. Papathanasopoulos A., Tzioupis C., Giannoudis V.P. et al. Biomechanical aspects of pelvic ring reconstruction techniques: evidence today. Injury 2010;41(12):1220–7. DOI: 10.1016/j.injury.2010.10.001
38. Richter P.H., Gebhard F., Dehner C., Scola A. Accuracy of computer-assisted iliosacral screw placement using a hybrid operating room. Injury 2016;47(2):402–7. DOI: 10.1016/j.injury.2015.11.023
39. Carlson D.A., Scheid D.K., Maar D.C. et al. Safe placement of S1 and S2 iliosacral screws: the “vestibule” concept. J Orthop Trauma 2000;14(4):264–9. DOI: 10.1097/00005131-200005000-00007
40. Routt M.L. Jr, Kregor P.J., Simonian P.T., Mayo K.A. Early results of percutaneous iliosacral screws placed with the patient in the supine position. J Orthop Trauma 1995;9(3):207–14. DOI: 10.1097/00005131-199506000-00005
41. Кажанов И.В., Мануковский В.А., Самохвалов И.М. и др. Илеосакральная фиксация винтами у пострадавших с политравмой. Травматология и ортопедия России 2019;25(1):80–91. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-80-91 Kazhanov I.V., Manukovsky V.A., Samokhvalov I.M. et al. Iliosacral screw fixation in patients with polytrauma. Travmatologiya i ortopediya Rossii = Traumatology and Orthopedics of Russia 2019;25(1):80–91. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-80-91
42. Shetty A.P., Bosco A., Perumal R. et al. Midterm radiologic and functional outcomes of minimally-invasive fixation of unstable pelvic fractures using anterior internal fixator (INFIX) and percutaneous iliosacral screws. J Clin Orthop Trauma 2017;8(3):241–8. DOI: 10.1016/j.jcot.2017.05.009
43. Ганин В.Н., Борисов М.Б., Розбитский В.В. и др. Дистантная транспедикулярная фиксация вертикально-нестабильных переломов костей таза. Здоровье. Медицинская экология. Наука 2012;47(1–2):75–6. Ganin V.N., Borisov M.B., Rozbitsky V.V. et al. Distant transpedicular fixation not vertically stable-fractures of pelvic bones. Zdorov'e. Medicinskaya e'kologiya. Nauka = Health. Medical Ecology. Science 2012;47(1–2):75–6. (In Russ.).
44. Дыдыкин А.В. Клинико-экспериментальная разработка и обоснование способов репозиции и фиксации нестабильных повреждений таза. Дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2000. Dydykin A.V. Clinical and experimental development and rationale of methods of reposition and fixation of unstable pelvic injuries. Diss. ... candidate of medical sciences. Saint Petersburg, 2000. (In Russ.).
45. Dubory A., Bouloussa H., Riouallon G., Wolff S. A computed tomographic anatomical study of the upper sacrum. Application for a user guide of pelvic fixation with iliosacral screws in adult spinal deformity. Int Orthop 2017;41(12):2543–53. DOI: 10.1007/s00264-017-3580-5
46. Fractures of the Pelvis and Acetabulum. Eds.: M. Tile, D.L. Helfet, J.F. Kellam, M. Vrahas. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2003. 600 p. DOI: 10.1055/b-003-121618
47. Кавалерский Г.М., Слияков Л.Ю., Черняев А.В., Донченко С.В. Малоинвазивная фиксация крестцово-подвздошного сочленения винтами. Кафедра травматологии и ортопедии 2014;1(9):5–6. Kavalersky G.M., Slinyakov L.Yu., Chernyaev A.V., Donchenko S.V. Minimally invasive fixation of sacroiliac joint with screws. Kafedra travmatologii i ortopedii = The Department of Traumatology and Orthopedics 2014;1(9):5–6. (In Russ.).
48. Gribnau A.J.G., van Hensbroek P.B., Haverlag R. et al. U-shaped sacral fractures: surgical treatment and quality of life. Injury 2009;40(10):1040–8. DOI: 10.1016/j.injury.2008.11.027

49. Гильфранов С.И., Даниляк В.В., Веденеев Ю.М. и др. Фиксация заднего полукольца при нестабильных повреждениях таза. *Травматология и ортопедия России* 2009;2(52):53–8. Gilfranov S.I., Danilyak V.V., Vedeneev Yu.M. et al. Fixation of posterior pelvic semiring in unstable pelvic fractures. *Travmatologiya i ortopediya Rossii = Traumatology and Orthopedics of Russia* 2009;2(52):53–8. (In Russ.).
50. Schildhauer T.A., Ledoux W.R., Chapman J.R. et al. Triangular osteosynthesis and iliosacral screw fixation for unstable sacral fractures: a cadaveric and biomechanical evaluation under cyclic loads. *J Orthop Trauma* 2003;17(1):22–31. DOI: 10.1097/00005131-200301000-00004
51. Wang M.Y., Ludwig S.C., Anderson D.G., Mummaneni P.V. Percutaneous iliac screw placement: description of a new minimally invasive technique. *Neurosurg Focus* 2008;25(2):E17. DOI: 10.3171/FOC/2008/25/8/E17
52. König M.A., Jehan S., Boszczyk A.A., Boszczyk B.M. Surgical management of Ushaped sacral fractures: a systematic review of current treatment strategies. *Eur Spine J* 2012;21(5):829–36. DOI: 10.1007/s00586-011-2125-7
53. Ayoub M.A. Displaced spinopelvic dissociation with sacral cauda equina syndrome: outcome of surgical decompression with a preliminary management algorithm. *Eur Spine J* 2012;21(9):1815–25. DOI 10.1007/s00586-012-2406-9
54. Мошефф Р. Перкутанная фиксация переломов тазового кольца и вертлужной впадины. *Margo Anterior* 2009;(2):7–10. Mosheff R. Percutaneous fixation of fractures of the pelvic ring and acetabulum. *Margo Anterior* 2009;(2):7–10. (In Russ.).
55. Jazini E., Weir T., Nwodim E. et al. Outcomes of lumbopelvic fixation in the treatment of complex sacral fractures using minimally invasive surgical techniques. *Spine J* 2017;17(9):1238–46. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.04.032
56. Schildhauer T., Bellabarba C., Nork S.E. et al. Decompression and lumbopelvic fixation for sacral fracture-dislocations with spinopelvic dissociation. *J Orthop Trauma* 2006;20(7):447–57. DOI: 10.1097/00005131-200608000-00001
57. Fountain S.S., Hamilton R.D., Jameson R.M. Transverse fractures of the sacrum. A report of six cases. *J Bone Joint Surg Am* 1977;59(4):486–9.
58. Huittinen V.M. Lumbosacral nerve injury in fracture of the pelvis. A postmortem radiographic and patho-anatomical study. *Acta Chir Scand Suppl* 1972;429:3–43.
59. Зырянова Т.Д., Барабаш Ю.А., Барабаш А.П. Лечение переломов костей таза. В кн.: Новые имплантаты и технологии в травматологии и ортопедии: материалы Конгр. травматологов-ортопедов России с междунар. участием (Ярославль, 2–5 июня 1999 г.). Ярославль, 1999. С. 151–2. Зуряннова Т.Д., Барабаш Ю.А., Барабаш А.П. Treatment of pelvic bone fractures. In: *New implants and technologies in traumatology and orthopedics: Proceedings of the Congress of Traumatologists-Orthopedists of Russia with International Participation* (Yaroslavl, June 2–5, 1999). Yaroslavl, 1999. Pp. 151–2. (In Russ.).
60. Wright J.L., Nathens A.B., Rivara F.P. et al. Specific fractures configurations predict sexual and excretory dysfunction in men and women 1 year after pelvic fracture. *J Urol* 2006;176(4 Pt 1):1540–5; discussion 1545. DOI: 10.1016/j.juro.2006.06.044
61. Bellabarba C., Stewart J.D., Ricci W.M. et al. Midline sagittal sacral fractures in anterior-posterior compression pelvic ring injuries. *J Orthop Trauma* 2003;17(1):32–7. DOI: 10.1097/00005131-200301000-00005

**Вклад авторов**

А.А. Гринь: разработка дизайна исследования, анализ данных, научное редактирование статьи;  
З.Б. Хаджиев: разработка дизайна исследования, обзор публикаций, написание статьи;

**Author's contribution**

A.A. Grin: research design of the study, data analysis, scientific editing of the article;  
Z.B. Khadzhiev: research design of the study, review of publications, article writing.

**ORCID авторов/ ORCID of authors**

А.А. Гринь / A.A. Grin: <https://orcid.org/0000-0003-3515-8329>  
З.Б. Хаджиев / Z.B. Khadzhiev: <https://orcid.org/0000-0001-9822-4982>

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Работы выполнялись без внешнего финансирования.  
**Funding.** The work was performed without external funding.