

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto109172>

Повреждения заднего полукольца таза: классификация, диагностика, методы лечения

Н.А. Аганесов, А.Ф. Лазарев, А.А. Кулешов, М.С. Ветрилэ, И.Н. Лисянский, С.Н. Макаров, В.Р. Захарин

НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

В статье представлен обзор литературы из источников PubMed (MEDLINE) и eLibrary по проблеме повреждений заднего полукольца таза. Проанализировано 67 научных работ из источников PubMed и eLibrary. Освещены современные аспекты классификации, диагностики и хирургических методов лечения повреждений заднего полукольца таза. В настоящее время предложены различные классификации переломов крестца, однако их нельзя рассматривать отдельно от всего тазового кольца, потому что крестец — это не только один из отделов позвоночника, но и часть таза. «Золотым стандартом» диагностики пациента с подозрением на повреждение тазового кольца является компьютерная томография, которая снижает частоту пропущенной или запоздалой диагностики повреждений таза. Позвоночно-тазовая фиксация в сочетании с подвздошно-крестцовыми винтами или пластиной (триангулярный остеосинтез) — наиболее стабильная техника стабилизации заднего полукольца таза. Однако необходимо учитывать более высокие риски незаживления послеоперационной раны и глубокой инфекции с последующим удалением металлофиксатора. При отсутствии клинически значимого смещения, но при наличии нестабильности тазового кольца предпочтительно использовать малоинвазивные методы стабилизации заднего полукольца таза.

Ключевые слова: таз; повреждение заднего полукольца таза; крестец; перелом крестца; позвоночно-тазовая диссоциация.

Как цитировать:

Аганесов Н.А., Лазарев А.Ф., Кулешов А.А., Ветрилэ М.С., Лисянский И.Н., Макаров С.Н., Захарин В.Р. Повреждения заднего полукольца таза: классификация, диагностика, методы лечения // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 2. С. 205–220. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto109172>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto109172>

Posterior pelvic ring injuries: classification, diagnosis, methods of treatment

Nikolay A. Aganesov, Anatoliy F. Lazarev, Aleksandr A. Kuleshov,
Marchel S. Vetrile, Igor N. Lisyansky, Sergei N. Makarov, Vitaliy R. Zakharin

Priorov National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia

ABSTRACT

This article aimed to familiarize the reader with the features of classification, diagnosis, and treatment methods of posterior pelvic ring injuries. It presents a review of literatures from PubMed (MEDLINE) and eLibrary investigating posterior pelvic ring injuries. A total of 67 scientific papers were covered. Modern aspects of classification, diagnostics, and surgical methods of treatment of the posterior pelvic ring injuries were analyzed. However, the classification of posterior pelvic injuries remains a difficult problem. Currently, various classifications of sacral fractures have been proposed, but sacral fractures cannot be considered separately from the entire pelvic ring because it is not only a part of the spine but also of the pelvis. The gold standard diagnostic modality of a patient with suspected pelvic ring damage is computed tomography, which reduces the frequency of missed or delayed diagnosis of pelvic injuries. Spino-pelvic fixation in combination with iliosacral screws or plate (triangular osteosynthesis) is the most stable technique for the stabilization of the dorsal pelvic ring. However, the higher risks of failure of the postoperative wound and the risks of deep infection with subsequent removal of the metal fixator should be considered. In the absence of clinically significant displacement, but in the presence of pelvic ring instability, minimally invasive methods of the stabilization of the posterior pelvic ring are preferred.

Keywords: pelvis; posterior pelvic ring injuries; sacrum; sacrum fracture; spino-pelvic dissociation.

To cite this article:

Aganesov NA, Lazarev AF, Kuleshov AA, Vetrile MS, Lisyansky IN, Makarov SN, Zakharin VR. Posterior pelvic ring injuries: classification, diagnosis, methods of treatment. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(2):205–220. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto109172>

Received: 04.07.2022

Accepted: 31.10.2022

Published: 29.11.2022

АКТУАЛЬНОСТЬ

Крестец — это связующее звено между позвоночным столбом и тазовым кольцом. Удерживая вес всего тела, он играет фундаментальную роль в обеспечении стабильности тазового кольца во время нагрузки [1]. К нему прилегают такие важные анатомические образования, как нервы, кровеносные сосуды, органы мочеполовой системы и другие органы малого таза, именно поэтому перелом крестца вызывает не только нарушение работы опорно-двигательного аппарата, повреждая заднее полукольцо таза и вызывая нарушение целостности всего тазового кольца, но и может привести к различным сопутствующим повреждениям внутренних органов.

Существует множество причин, вызывающих повреждение задних отделов таза, начиная с высокоэнергетической травмы у молодых (дорожно-транспортные происшествия, кататравма) и заканчивая незначительными травмами у пожилых людей, страдающих остеопорозом. По данным разных авторов, частота повреждений задних отделов таза, не связанных с остеопорозом, составляет 2,1 случая на 100 тыс. человек [2]. Тем временем число этих повреждений с 2002 по 2011 год выросло втрое [1]. Это можно связать и с более широким использованием компьютерной томографии (КТ), влияющей на качество их диагностики [3].

КЛАССИФИКАЦИЯ

В 1948 году А.В. Каплан предложил первую классификацию, базирующуюся на целостности тазового кольца [4]. В последующем, во 2-й половине XX в., были предложены классификации Pennal & Sutherland (1961), учитывающая механизм повреждения, и M. Tile (1980), основанная на стабильности тазового кольца [4]. Они и легли в основу современных классификаций повреждений тазового кольца.

Классификация повреждений задних отделов таза остаётся сложной проблемой. В настоящее время предложены различные варианты классификации переломов крестца, однако их нельзя рассматривать в отдельности от всего тазового кольца, поскольку крестец является не только одним из отделов позвоночника, но и частью таза.

Изолированные повреждения крестца составляют до 10–13% всех переломов крестца [5], в то время как доля повреждений, связанных с нарушением тазового кольца, доходит до 80–90% [1, 3, 6].

На сегодняшний день классификационными системами, широко используемыми для описания переломов крестца в контексте всего тазового кольца, являются классификация Association of the Osteosynthesis / Orthopaedic Trauma Association (AO/OTA; рис. 1), модифицированная классификация Tile [6] и классификация

Young–Burgess [7]. Классификация AO/OTA подразделяет переломы в зависимости от стабильности тазового кольца, в то время как классификация Young–Burgess характеризует повреждения в зависимости от различных векторов смещения: переднезадняя компрессия (APC), боковая компрессия (LC), вертикальный сдвиг (VS; рис. 2).

Классификации повреждений крестца делятся в зависимости от варианта прохождения линии перелома относительно крестцовой кости (продольные,

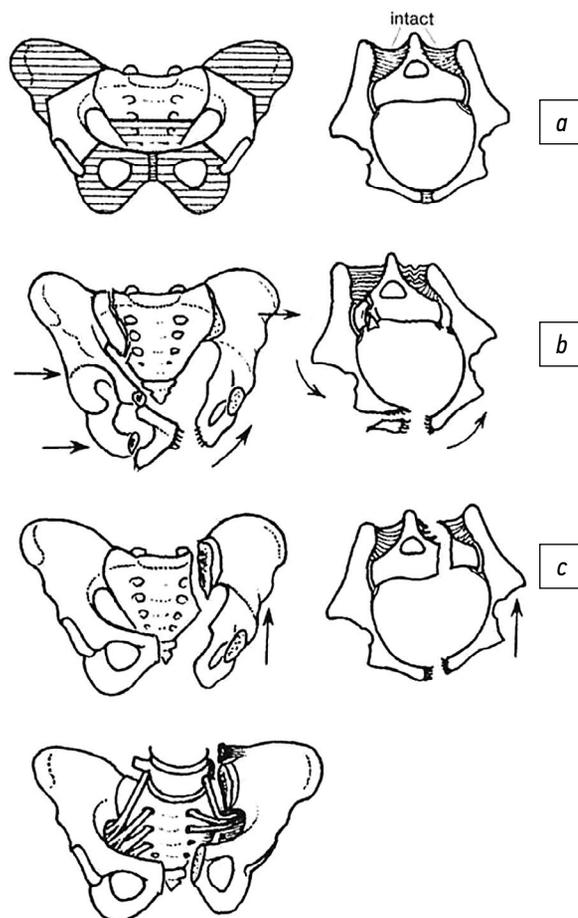


Рис. 1. Классификация переломов костей таза по AO/OTA: тип *a* — стабильные повреждения, при которых целостность костно-связочного аппарата заднего полукольца не нарушена, диафрагма таза интактна; тип *b* — частично стабильные, сопровождающиеся неполным разрывом заднего полукольца и диафрагмы таза, при котором может иметь место ротационная нестабильность; тип *c* — нестабильные повреждения тазового кольца с полной потерей целостности заднего полукольца и диафрагмы таза, ротационной и вертикальной нестабильностью [6].

Fig. 1. AO/OTA classification of pelvic fractures: type *a* — stable injuries in which the integrity of the bone-ligamentous apparatus of the posterior pelvic ring is not broken, the pelvic diaphragm is intact; type *b* — partially stable, accompanied by incomplete rupture of the posterior pelvic ring and pelvic diaphragm, in which rotational instability may occur; type *c* — unstable damage of the pelvic ring with complete loss of integrity of the posterior pelvic ring and pelvic diaphragm, rotational and vertical instability [6].

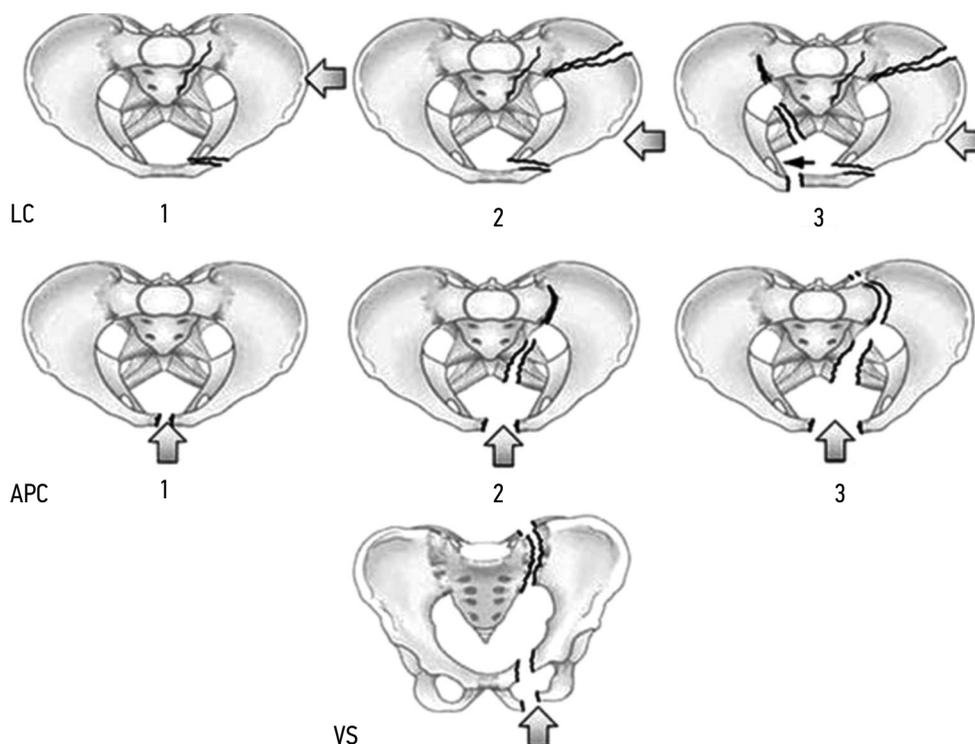


Рис. 2. Классификация переломов костей таза по Young–Burgess [7]. LC — латеральная компрессия: 1 — компрессионные переломы лобковых ветвей (верхней и нижней) и ипсилатеральной передней крестцовой кости; 2 — перелом ветви и вывих ипсилатеральной задней подвздошной кости; 3 — ипсилатеральная компрессия и контралатеральная переднезадняя компрессия. APC — переднезадняя компрессия: 1 — расширение симфиза <2,5 см; 2 — расширение симфиза >2,5 см, диастаз переднего сустава S_1 , разрыв крестцово-остистых и крестцово-бугристых связок; 3 — вывих S_1 с сопутствующим повреждением сосудов. VS — вертикальный сдвиг: задняя и превосходящая направленная сила.

Fig. 2. Young–Burgess classification [7]. LC — lateral compression: 1 — compression fractures of the pubic rami (superior pubic ramus and inferior pubic ramus) and ipsilateral anterior sacral ala; 2 — rami fracture and ipsilateral posterior ilium fracture dislocation; 3 — ipsilateral lateral compression and contralateral APC (windswept pelvis). APC — anterior posterior compression: 1 — symphysis widening <2.5 cm; 2 — symphysis widening >2.5 cm, anterior S_1 joint diastasis, disruption of sacrospinous and sacrotuberous ligaments; 3 — S_1 dislocation with associated vascular injury. VS — vertical shear: posterior and superior directed force.

поперечные или комбинированные в виде H-, U-, λ- или T-образных форм; рис. 3). Продольные переломы являются наиболее распространёнными (90%) [5], поперечные составляют всего 3–5% всех переломов крестца (они же ещё подразделяются на высокие или низкие) [8], а на комбинированные переломы, такие как U-, H-, T- или λ-образные, приходится 3–6% всех случаев переломов крестца [9].

Отдельно следует отметить специфическое состояние, известное как позвоночно-тазовая диссоциация, которое возникает и в случаях двусторонних продольных переломов (см. рис. 1) [10], и при разрывах крестцово-подвздошного сустава. Для продольных переломов предложена отдельная классификация по Denis (рис. 4) [11]. Классификация по Denis предлагает разделять переломы крестца на 3 зоны [11]:

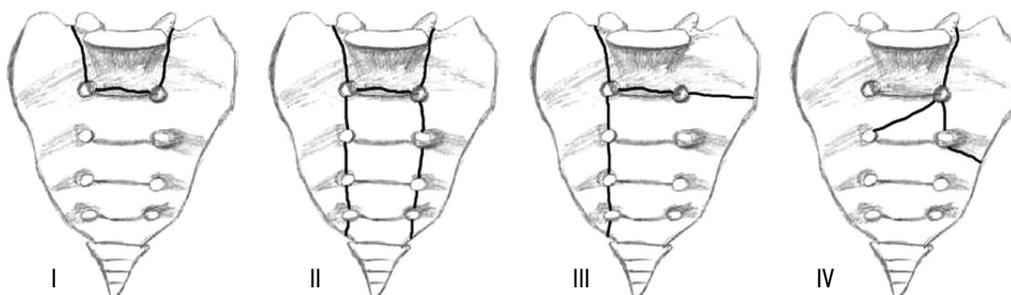


Рис. 3. Классификация комбинированных переломов крестца по прохождению линии перелома крестца: I — U-образный; II — H-образный; III — T-образный; IV — λ-образный [9].

Fig. 3. Classification of combined sacral fractures according to the sacral fracture line: I — U-shaped; II — H-shaped; III — T-shaped; IV — λ-shaped [9].



Рис. 4. Классификация по Denis: зона I — линия перелома проходит через крылья крестца латеральнее крестцовых отверстий; зона II — линия перелома проходит на уровне крестцовых отверстий; зона III — линия перелома проходит через канал крестца медиальнее крестцовых отверстий [11].

Fig. 4. The Denis classification: zone I — fracture involves the sacral ala lateral to the foramina; zone II — fracture at the level of the foramina; zone III — fracture affects the sacral canal medial to the neural foramina [11].

- зона I — линия перелома проходит латеральнее крестцовых отверстий;
- зона II — линия перелома проходит через крестцовые отверстия;
- зона III — линия перелома проходит через канал крестца (медиальнее крестцовых отверстий).

Переломы зоны I [11] имеют 6% риск неврологических осложнений (радикулопатия L_V). Переломы зоны II (могут возникать у пациентов с нестабильной гемодинамикой из-за повреждения боковых и медиальных крестцовых артерий) [11] имеют 28% риск неврологических осложнений. Переломы зоны III имеют 56% риск неврологических осложнений (синдром «конского хвоста») [11].

Модифицированная классификация Roy-Camille [12] (рис. 5) описывает высокие поперечные переломы крестца (выше тела S_{IV}) с различным риском неврологических поражений и разделяет их в зависимости от смещения. Эти переломы приходятся на зону III [8]. Классификация Roy-Camille включает в себя 4 типа переломов с различным риском развития неврологических поражений [13]. Переломы типа I отличаются только кифотической угловой деформацией, переломы типа II характеризуются как кифозом, так и ретролистезом, переломы типа III представлены полным антелистезом, а переломы типа IV характеризуются сильным разрушением тела S_I . Типы I и II наиболее распространены (93%), в то время как типы III и IV встречаются реже (7%) [13].

В. Isler также разделил повреждения крестца в зависимости от прохождения линии перелома по отношению к суставной фасетке L_V-S_I , которая вместе с пояснично-крестцовыми задними связками

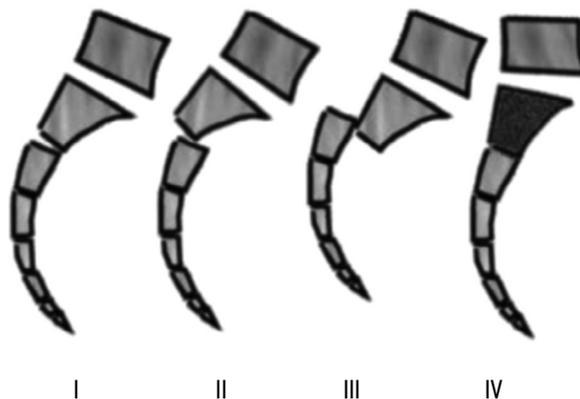


Рис. 5. Классификация по Roy-Camille: тип I — перелом с угловой кифотической деформацией; тип II — перелом с кифотической деформацией и ретролистезом; тип III — полный антелистез; тип IV — тотальное разрушение тела S_I [13].

Fig. 5. The Roy-Camille classification: type I — fractures show kyphotic angulation only; type II — fractures demonstrate both kyphosis and retrolisthesis; type III — fractures have complete anterior listhesis; type IV — fractures characterized by severe comminution of the S_I body [13].

и крестцово-подвздошными суставами определяет стабильность позвоночника и таза (рис. 6) [14]. Он классифицировал продольные трансфораминальные переломы и разделил их на 3 типа:

- тип I — стабильный, проходящий латеральнее суставной фасетки L_V-S_I ;
- тип II — нестабильный, проходящий через суставную фасетку L_V-S_I ;
- тип III — крайне нестабильный, медиальный по отношению к суставной фасетке L_V-S_I , представляющий собой своего рода позвоночно-тазовую диссоциацию [15], возникающую, как правило, при вертикальном сдвиге.

ДИАГНОСТИКА

Клиническая

Клинический диагноз перелома крестца не всегда очевиден, а порой и затруднен. Переломы крестца являются частью полифокальных повреждений таза в сочетании с повреждениями переднего полукольца и переломами вертлужной впадины. Частота пропущенной или запоздалой диагностики колеблется в пределах от 25 до 70% [16]. В целом для перелома крестца характерна специфическая картина с учётом механизма травмы: это обычно высокоэнергетическая травма, сопровождающаяся болью в ягодицах, кровоподтёками, припухлостью или рваной раной в области крестца, нарушением чувствительности промежности и гениталий, нарушением тонуса анального сфинктера, неврологическим дефицитом нижних конечностей, наличием поражения Мореля-Лавалле. Следует

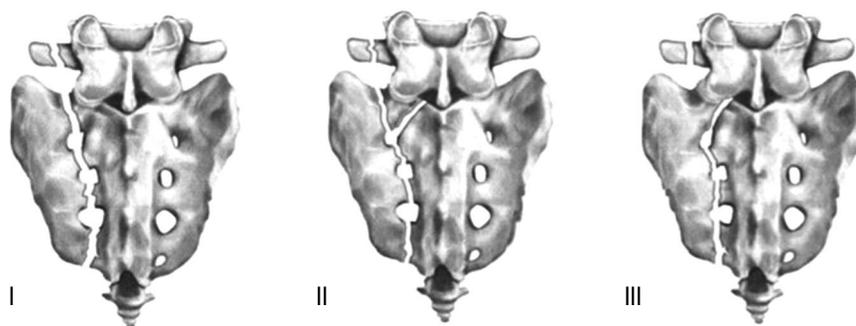


Рис. 6. Классификация повреждений пояснично-крестцового отдела позвоночника по Isler: тип I — линия перелома латеральнее суставной фасетки L_V-S_1 ; тип II — линия перелома проходит через суставную фасетку L_V-S_1 ; тип III — линия перелома медиальнее суставной фасетки L_V-S_1 [14].

Fig. 6. Isler classification of the lumbosacral injuries: type I — the fracture line is lateral to the facet joint L_V-S_1 ; type II — the fracture line passes through the facet joint L_V-S_1 ; type III — the fracture line is medial to the facet joint L_V-S_1 [14].

отметить, что в 62% случаев высокоэнергетические поперечные переломы крестца сочетаются с переломами грудных и поясничных позвонков [17].

Низкоэнергетические переломы крестца характеризуются нетипичной клинической картиной (пациенты жалуются на неоднозначную боль в пояснице, которая усиливается при осевой нагрузке, имитируя боль от поясничного стеноза или метастазирования в позвоночник, как правило, без радикулопатии) [18]. Низкоэнергетические переломы боковых масс крестца сопровождаются переломом лобковой дуги и являются типичным видом переломов на фоне остеопороза. Стресс-переломы крестца обычно наблюдают у спортсменов, сообщающих о боли в пояснице при отсутствии травмы [19].

Лучевая

Классические обзорные рентгенограммы таза в прямой проекции служат методом первичной диагностики, однако ориентируясь только на них можно пропустить до 50% переломов крестца [17]. Проекция входа и выхода (inlet / outlet) могут дополнить прямую проекцию для увеличения чувствительности рентгенограмм к диагностике повреждений задних отделов таза [17].

В настоящее время «золотым стандартом» исследования пациентов с подозрением на повреждение тазового кольца служит компьютерная томография (КТ), которая способна помочь обнаружить переломы крестца с чувствительностью до 88% [20]. Магнитно-резонансная томография (МРТ) обладает самой высокой чувствительностью (98%), поскольку может способствовать диагностированию скрытых переломов с неповреждённым кортикальным слоем кости, пропущенных при КТ [19]. На МРТ можно обнаружить отёк губчатой кости и линию перелома в виде линии гипоинтенсивного сигнала [21]. Кроме того, переломы крестца могут быть связаны со злокачественным поражением (по данным некоторых исследований, до 45% случаев) [22]. МРТ также может помочь в дифференциальной диагностике, позволяя идентифицировать отёк кости, который является признаком инфекционного

процесса или опухоли, которые необходимо исключить [23]. При подозрении на стрессовый перелом назначают МРТ, за которой следует и КТ, соответственно [24]. Костная сцинтиграфия может помочь в диагностике низкоэнергетических переломов крестца, обладая высокой чувствительностью, но меньшей специфичностью, чем МРТ [25]. Однофотонная эмиссионная КТ позволяет не только идентифицировать перелом, но и диагностировать его давность [26].

ЛЕЧЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЗАДНЕГО ПОЛУКОЛЬЦА ТАЗА

Консервативное лечение

Показания к консервативному лечению, по данным литературы, следующие: краевые переломы тазового кольца, низкие поперечные переломы крестца, стабильные продольные переломы боковых масс крестца без смещения [27]. Тем не менее некоторые авторы предлагают хирургическое лечение смещённых кпереди низких поперечных переломов, осложнённых неврологическим дефицитом [28].

Консервативное лечение заключается в постельном режиме, обезболивающей терапии и последующей реабилитации [27].

Лечение стресс-переломов включает ограничение физических нагрузок, занятий спортом, а в случае нарушения метаболизма костной ткани — приём препаратов кальция и витамина D в течение 3–6 мес [29].

Хирургические методы лечения

Наличие нестабильности, смещения при повреждении тазового кольца служат прямыми показаниями к оперативному лечению.

Поперечные переломы ниже уровня крестцово-подвздошного сустава ($S_{III}/S_{IV}-S_V$) и неполные продольные переломы обычно считают стабильными. Завершённые продольные переломы и смещённые поперечные

переломы считаются нестабильными и требуют хирургической фиксации [30]. То же относится и к U-образным переломам, вызывающим позвоночно-тазовую диссоциацию: такие переломы обычно требуют хирургической фиксации, поскольку они являются нестабильными и могут привести к прогрессирующему кифотическому смещению и отсроченным неврологическим осложнениям [31].

М.А. Halawi и соавт. в своей работе отмечают, что смещение более 10 мм требует хирургического лечения [32]. Что касается травм задних отделов тазового кольца, то травмы АО/ОТА типа А и некоторые случаи повреждений таза без смещения латеральной компрессией по Young–Burgess считаются стабильными и должны лечиться консервативно [27]. Травмы АО/ОТА типа В со смещением и типа С требуют хирургического вмешательства, так как они являются нестабильными [32].

Хирургическое лечение неврологически осложнённой травмы — спорный вопрос. Повреждение выше позвонка S_{IV} , сопровождающееся синдромом «конского хвоста», часто относят к переломам зоны III; оно требует прямой или непрямой хирургической декомпрессии, даже если поздно диагностировано. Действительно, когда встречаются переломы с отломками, мигрировавшими в крестцовый канал, сдавливающие нервные корешки, показано их хирургическое удаление из крестцового канала в случаях, где они вызывают неврологический дефицит. Однако что касается других неврологических осложнений, хирургическая декомпрессия не гарантирует лучшего результата в сравнении с нехирургическим лечением [32].

В целом показания и цели хирургического лечения различаются в зависимости от энергии перелома. При высокоэнергетических травмах целью операции является анатомическая репозиция и восстановление стабильности с помощью жёсткой фиксации, в то время как при низкоэнергетических повреждениях целью

оказывается восстановление стабильности с помощью жёсткой фиксации как можно менее инвазивно, при этом значимость самой репозиции уходит на второй план [33].

В 2012 году для принятия решения о тактике лечения R.A. Jr. Lehman и соавт. была разработана система классификации травм пояснично-крестцового отдела позвоночника Lumbosacral Injury Classification System (LSICS). Классификация используется при тяжёлой травме, каждому перелому присваивается оценка в диапазоне от 0 до 10, основанная на морфологии перелома, повреждении связок и наличии неврологического дефицита, где число баллов <4 указывает на необходимость проведения консервативного лечения, а >4 — на потребность в выполнении хирургической стабилизации [34].

Хирургические методы можно разделить на 2 основные группы: методики фиксации заднего полукольца таза и техники позвоночно-тазовой фиксации [33].

Методики фиксации заднего полукольца таза позволяют фиксировать подвздошную кость с крестцом, их выполняют как чрескожно, так и открытым способом. Среди транскутаных методик наиболее часто используют подвздошно-крестцовую винтовую фиксацию [35]. Методика представлена введением канюлированного винта через безопасный коридор тела S_I или S_{II} , причём сохранность безопасного коридора влияет на вероятность мальпозиции металлофиксатора [36]. В некоторых случаях было также описано использование коридора S_{III} [37].

Транссакральные импланты являются альтернативными транскутаными методиками, при которых имплант с длинной резьбой проходит полностью через коридор S_I или S_{II} до контралатеральной подвздошной кости [38]. Системы трансподвздошной мостовидной фиксации представляют собой минимально инвазивную фиксацию левой и правой подвздошной кости. Они представлены балками (рис. 7, а), пластинами (рис. 7, б) или стержнями,



Рис. 7. Системы трансподвздошной мостовидной фиксации [19, 39]. *a* — обзорная рентгенограмма таза, демонстрирующая трансподвздошную мостовидную фиксацию заднего полукольца таза балкой, *b* — обзорная рентгенограмма таза, показывающая трансподвздошную мостовидную фиксацию заднего полукольца таза пластиной.

Fig. 7. Transsacral bridging systems [19, 39]. *a* — AP-radiograph of the pelvis, showing transsacral bridge fixation of the posterior pelvic ring with a transsacral bar, *b* — AP-radiograph of the pelvis, showing transsacral bridge fixation of the posterior pelvic ring with a plate.

соединяющими педикулярные винты, и проводятся под-кожно по задней поверхности крестца с помощью двух минидоступов в проекции левой и правой подвздошной кости, выполняя роль внутренних фиксаторов подвздошной кости [39].

Техники позвоночно-тазовой фиксации позволяют соединить поясничный отдел позвоночника с подвздошной костью. Позвоночно-тазовая фиксация соединяет позвонки поясничного отдела с подвздошными костями при помощи педикулярных винтов и стержней. В случаях высокой степени нестабильности повреждения таза наиболее стабильную компоновку конструкции можно получить, соединив как позвонки L_{IV} , так и L_V с подвздошными костями с обеих сторон. В ситуациях, где нагрузка на конструкцию предполагается меньшей, может быть достаточно фиксации от позвонка L_V до подвздошной кости с одной стороны [40]. Аналогичным образом подвздошных винтов может быть как по 1, так и по 2 и более с каждой стороны [41]. Если вышеупомянутая пояснично-подвздошная техника сочетается с подвздошно-крестцовыми винтами или пластиной, она образует узел треугольного остеосинтеза (рис. 8), первоначально предложенный как односторонний, но также описанный и как двусторонний с большей стабильностью, представляющий собой наиболее устойчивый метод фиксации заднего полукольца таза [42].

Фиксацию переднего полукольца таза следует рассматривать как метод выбора в случаях, когда необходимо повысить стабильность и снизить риск несостоятельности заднего импланта. Это может быть ретроградный лонный винт, передний внутренний фиксатор или пластина с винтами [43].

После высокоэнергетической травмы при продольных переломах крестца, связанных только с ротационной нестабильностью таза по АО/ОТА типа В, при успешной закрытой репозиции можно использовать одно-/двусторонние

подвздошно-крестцовые винты как окончательный метод фиксации либо трансподвздошную мостовидную фиксацию в ситуациях, когда подвздошно-крестцовый винт провести затруднительно [44]. Когда закрытая репозиция недостаточна, рекомендуются открытая репозиция и внутренняя фиксация повреждения заднего отдела таза. Если продольные переломы связаны с вертикально-нестабильными повреждениями таза АО/ОТА типа С, можно использовать различные методы фиксации, однако следует отдавать предпочтение позвоночно-тазовой фиксации в комбинации с фиксацией переднего полукольца таза как наиболее стабильной методике, противодействующей сдвигающим силам [45]. Высокие поперечные переломы крестца (U- или H-образные) можно фиксировать двусторонними подвздошно-крестцовыми или сакрально-подвздошными винтами в случае поперечного смещения, классифицируемого как Roy–Camille, тип I.

В ситуации смещённого поперечного перелома, например, при повреждениях Roy–Camille типа II или III или при неврологически осложнённом переломе, лечение должно проводиться открытым способом с использованием позвоночно-тазовой фиксации, при этом треугольный остеосинтез показал наибольшую стабильность [46].

При низкоэнергетических переломах боковых масс крестца используют подвздошно-крестцовую винтовую фиксацию, которая возможна как в коридоре S_I , так и S_{II} [47]. Для повышения стабильности импланта винты могут быть дополнены цементом [1]. Сакропластика показана в качестве альтернативы подвздошно-крестцовому винту при незавершённых переломах боковых масс крестца без полного повреждения кортикального слоя кости [48].

ОСЛОЖНЕНИЯ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ

Лечение повреждений заднего полукольца таза — сложная задача, оно сопряжено с широким спектром

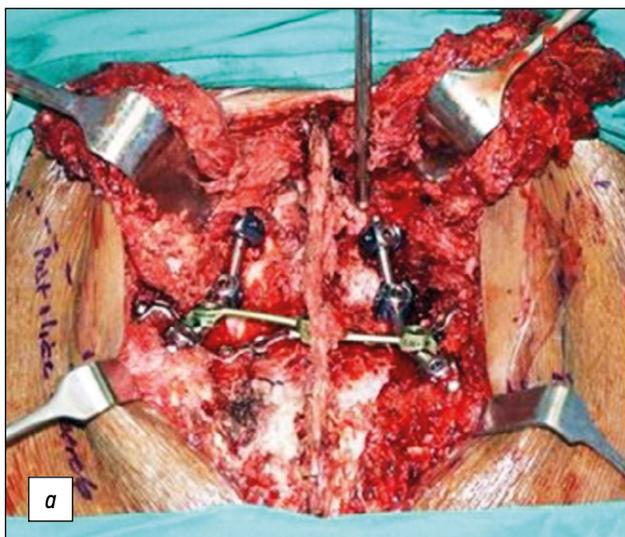


Рис. 8. Треугольный остеосинтез заднего полукольца таза [42]. *a* — интраоперационное фото, *b* — обзорная рентгенограмма таза.
Fig. 8. Triangular fixation of the posterior pelvic ring [42]. *a* — intraoperative photo, *b* — AP-radiograph of the pelvis.

осложнений, частота которых, по разным сообщениям, достигает 40–50% случаев при определённых типах переломов [49]. Периоперационные осложнения включают в себя мальпозицию импланта (15%) [50], повреждение корешков на уровне L_{IV}–L_V, S_I (2–15%) [50], ликворею (3–11%) [51], кровопотерю при открытых доступах (5–16%) [52], а также повреждение верхней ягодичной артерии (1,2%) в более редких случаях [51]. К послеоперационным осложнениям относят инфицирование послеоперационной раны (редко при минимально инвазивных или транскутаных методиках [52, 53], однако гораздо чаще при открытых методиках — до 50% при позвоночно-тазовой фиксации и до 20% при фиксации пластинами [54]), несостоятельность металлофиксации (11–17%) [45] или воспаление мягких тканей, требующее удаления импланта (20%) [55], а также мальпозицию цемента после сакропластики (22–56%) [56].

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ

Функциональные результаты

Клинические результаты лечения высокоэнергетических травм зависят от изначальной степени тяжести повреждения. Описание серии случаев наблюдения за пациентами после позвоночно-тазовой диссоциации продемонстрировало неудовлетворительные клинические результаты в 42% ситуаций, что напрямую связано со степенью первоначального смещения, при этом, по сообщениям пациентов, их качество жизни было ниже, чем у населения в целом, без наступления улучшения в период от 1 до 10 лет наблюдения [57].

Аналогичным образом хронический болевой синдром зачастую присутствует и в отдалённом периоде наблюдения, в особенности после вертикальных нестабильных переломов или позвоночно-тазовой диссоциации. По некоторым данным, он может сохраняться почти у 100% пациентов, в том числе и при длительном наблюдении [57]. Однако спустя 10 лет после травмы наблюдаемые пациенты продемонстрировали значительное восстановление их повседневной деятельности в сравнении с однолетним наблюдением [57]. Что касается техник фиксации, то подвздошно-крестцовые винты имеют лучшие показатели с точки зрения раннего возвращения к повседневной деятельности по сравнению с задними пластинами и показывают удовлетворительные хирургические результаты даже при лечении нестабильных повреждений АО/ОТА типа В или С [39].

Низкоэнергетические переломы характеризуются высокими показателями смертности (смертность до 28% при наблюдении в течение 12 мес) и потерей трудоспособности в 34% случаев [58]. У пациентов, страдающих от изолированных переломов крестца, в случае операции наблюдается более высокий показатель возвращения работоспособности к уровню до травмы, чем у больных, получавших консервативное лечение [47]. При лечении

трансилюксакральным винтом изолированные переломы крестца продемонстрировали 75% частоту восстановления к бытовым нагрузкам по сравнению с 20% пациентов, получавших консервативное лечение, и 100% способность передвигаться по сравнению с 70% у неоперированных больных [59].

Сращение перелома

На сращение перелома крестца уходит 8–12 нед, а частота сращения после таких переломов, как сообщается, составляет до 85–90% [3]. Неправильное сращение или псевдоартроз могут возникнуть после несвоевременного лечения или недостаточной репозиции, особенно при переломах Roy–Camille типа II и III, а также в случаях позвоночно-тазовой диссоциации [60]. После травм, связанных с позвоночно-тазовой диссоциацией, восстановление пояснично-крестцового взаимоотношения имеет решающее значение, в противном случае возникнет сагиттальный дисбаланс с ухудшением функциональных результатов и хроническим болевым синдромом в спине [61].

Неврологическое восстановление

Что касается клинического результата при неврологически осложнённой травме, то прогноз восстановления неврологического статуса строго связан с тяжестью перелома крестца. Недавно было показано, что чем сильнее нестабильность при переломе крестца в сочетании с повреждением поясничного сплетения, тем хуже будет происходить неврологическое восстановление [62]. Соответственно, пациенты, страдающие от позвоночно-тазовой диссоциации с сопутствующими неврологическими осложнениями, редко когда-либо выздоравливают полностью: как правило, они страдают остаточными неврологическими нарушениями в нижних конечностях, проблемами с мочеиспусканием и сексуальной функцией [57]. В отношении клинических результатов было обнаружено, что степень первоначального смещения в горизонтальной плоскости при переломах Roy–Camille тесно связана со скоростью неврологического восстановления [60]. Другими факторами, связанными с неврологическим дефицитом, являются недостаточная послеоперационная репозиция с остаточным смещением >10 мм и наличие отломков в канале крестца или фораменальных отверстиях [63].

Независимо от тактики лечения, неврологически осложнённые травмы нередко восстанавливаются со временем, хотя полное выздоровление наблюдается менее чем у 1/2 пациентов. Восстановление происходит лучше, когда используется хирургическая декомпрессия, однако в настоящий момент этот вопрос остаётся спорным [33]. В случае синдрома «конского хвоста» хирургическая декомпрессия улучшает неврологическое восстановление [64]. Непрямая декомпрессия путём репозиции перелома показала лучшие результаты по сравнению с открытой ламинэктомией [65]. Также время декомпрессии (<72 ч)

не имеет чёткого значения, важнее её качество. Хотя некоторые авторы и утверждают, что декомпрессия, по-видимому, не влияет на исход, другие говорят, что ранняя декомпрессия улучшила бы его, но это зачастую невозможно понять из-за тяжёлого состояния пациентов во время острой фазы травмы [65].

ОБСУЖДЕНИЕ

Переломы крестца считаются сложными, поскольку крестец — это своеобразный краевольный камень тазового пояса, который подвергается высоким нагрузкам, обеспечивая порядка 60% стабильности таза. Это подчёркивает исключительную важность восстановления его анатомии и биомеханики после перелома с максимальной возможной точностью, что делает лечение чрезвычайно непростым [66].

Первой серьёзной проблемой, связанной с лечением переломов крестца, является соматический статус пациентов. Это могут быть молодые люди, страдающие от высокоэнергетической травмы, или пожилые пациенты с низкоэнергетической травмой. В обеих ситуациях, если не производить лечение должным образом, регистрируют высокие показатели смертности.

Другая сложность связана с классификацией переломов. Для того, чтобы правильно определить клиническую ситуацию, характер перелома, хирург обычно пользуется существующей классификацией. Однако ввиду неоднородности повреждений заднего полукольца таза ни одна из доступных классификаций не охватывает все возможные аспекты, связанные его повреждениями. Основная центральная часть заднего полукольца представлена крестцом. Современные классификационные системы характеризуют или повреждения крестца в частности, или повреждения тазового кольца в целом, но на сегодняшний день отсутствует классификация, которая бы описывала повреждения заднего полукольца таза и характеризовала крестец как часть тазового кольца. Чтобы выявить основные проблемы, связанные с переломами крестца, был проведён опрос среди членов AOSpine/Trauma. Хирургам задавали вопросы о тяжести различных типов переломов, рисках неврологических осложнений травмы после различных вариаций смещения переломов, вовлечении фасеточных суставов S_1-L_5 и нестабильности повреждений. На основании разнообразия полученных ответов сделан вывод о необходимости разработки новой всеобъемлющей и общепринятой классификации, которая была бы способна учитывать все соответствующие факторы, связанные с этой сложной группой повреждений [67].

Помимо прочего, обнаружение переломов крестца является сложной задачей ещё и по причине высокой частоты неправильной или несвоевременной диагностики [16]. Происхождение этой проблемы многофакторно: прежде всего, низкая частота переломов крестца приводит

к тому, что большинство хирургов имеют мало опыта в их диагностике и лечении. Кроме того, имеет значение вариабельность клинической картины, которая различается в зависимости от энергии перелома и связанных с ним повреждений и часто оказывается трудной в диагностике из-за изменённого психического статуса пациента как в случае высокоэнергетической травмы из-за сопутствующих угрожающих жизни состояний, так и в случае нестабильных переломов из-за общего ухудшения соматического состояния больного. Наконец, нельзя не учитывать не повсеместную доступность требуемых методов визуализации, обладающих достаточной диагностической силой. Особенно часто диагностика затруднительна при использовании стандартных рентгенограмм, которые, будучи первичным результатом обследования, зачастую недостаточно эффективны для обнаружения перелома, в том числе и по причине наличия на них сопутствующих артефактов, таких как воздух в кишечнике, а также из-за несоблюдения пациентом требований к исследованию, дегенеративных изменений или артрита тазовых костей, перекрывающих крестец.

Решением этой проблемы может стать использование большего числа рентгеновских снимков (в проекции inlet / outlet) и установление обязательного требования к дополнительной диагностике с помощью КТ в случае, если рентгеновские снимки демонстрируют косвенные признаки переломов крестца или не показывают их вообще при наличии клинических подозрений после тщательного осмотра [30].

Тактика ведения повреждений задних отделов таза также вызывает затруднения, поскольку общепринятые стандарты, способные определять стратегию лечения, отсутствуют, а те немногие (такие как стабильность перелома), которые существуют, нелегко интерпретировать. Чтобы решить эту проблему и помочь хирургу, столкнувшемуся с повреждением заднего полукольца таза, определить, следует ли его оперировать, недавно была предложена система классификации пояснично-крестцовых травм LSICS. Это система подсчёта баллов, которая аналогична той, что была разработана для шейного и груднопоясничного отдела позвоночника. Она позволяет выбрать тактику, рекомендуя хирургическое лечение для каждого перелома с оценкой >4 баллов на основе морфологии, целостности связок и неврологического статуса пациента [34].

Хирургическое лечение представляет собой ещё одну большую проблему для врачей, сталкивающихся с повреждениями заднего полукольца таза, поскольку оно связано с высокой частотой осложнений и неблагоприятных исходов как при чрескожных, так и при открытых методах лечения, которые имеют и преимущества, и недостатки. Чрескожные и минимально инвазивные методы вызывают периоперационные осложнения, но их меньше по сравнению с открытыми методами. Однако при использовании этих методов обычно трудно добиться хорошей репозиции [52].

Открытые методы обременены некоторыми периоперационными осложнениями, такими как большая кровопотеря и более длительное время операции, но их основные проблемы связаны с послеоперационными осложнениями, в особенности связанными с воспалительным процессом послеоперационной раны. Тем не менее они позволяют более легко достичь нужной репозиции и стабильной фиксации. Именно поэтому чтобы снизить частоту развития осложнений и улучшить результаты, за исключением случаев высокой вертикальной нестабильности или позвоночно-тазовой диссоциации, при которых открытые техники позвоночно-тазовой фиксации обеспечивают лучшую стабильность, всегда следует пытаться использовать чрескожные или минимально инвазивные методы. Однако для этого необходимо устранить их недостатки, такие как трудности с достижением репозиции. Периоперационные осложнения чрескожных методов, например, мальпозиции, повреждение нервных структур и лучевое воздействие, обычно связаны с методикой подвздошно-крестцовой винтовой фиксации. Точное предоперационное планирование и ассистенция, предоставляемая современными рентген-аппаратами для контроля позиционирования, могут снизить частоту мальпозиции, облучения и время операции [44, 50, 52]. Для улучшения репозиции повреждений могут быть приняты различные решения:

- специальная укладка пациента на ортопедическом столе;
- особые репозиционные манёвры, полезные в случаях переломов крестца, связанных с повреждениями тазового кольца, такие как манипулирование крыльями подвздошных костей вместе с контролем вращения нижних конечностей при травме таза типа В;
- использование специализированных вспомогательных средств, таких как чрезмышечное вытяжение;
- винты Шанца, полезные в качестве чрескожного вспомогательного средства для выполнения восстановительных манипуляций и удержания полученной репозиции до окончательной фиксации, или рамы, такие как рамка Старра, способные прикладывать контролируемые усилия для репозиции перелома в разных плоскостях одновременно [51].

Наконец, недавно была предложена малоинвазивная позвоночно-тазовая фиксация с многообещающими

результатами [40, 53]. Она может свести к минимуму высокий уровень осложнений, связанных с открытыми доступами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С учётом сложности и разнообразия характера повреждений заднего полукольца таза ни одна из предложенных классификаций не охватывает все возможные аспекты, связанные его повреждениями. «Золотым стандартом» обследования пациентов с подозрением на повреждение тазового кольца служит КТ, которая снижает частоту пропущенной или запоздалой диагностики в отношении повреждений таза. В случае нестабильных повреждений, требующих проведения открытой репозиции и мобилизации перелома, позвоночно-тазовая фиксация в сочетании с подвздошно-крестцовыми винтами или пластиной (треугольный остеосинтез) является наиболее стабильным методом фиксации заднего полукольца таза. При отсутствии клинически значимого смещения, но при наличии нестабильности тазового кольца предпочтительно использовать малоинвазивные методы фиксации заднего полукольца таза.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Не указан.

Funding source. Not specified.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. van Berkel D., Ong T., Drummond A., et al. ASSERT (Acute Sacral insufficiency fracture augmentation) randomised controlled, feasibility in older people trial: a study protocol // *BMJ Open*. 2019. Vol. 9, N 7. P. e032111. doi: 10.1136/bmjopen-2019-032111
2. Tamaki Y., Nagamachi A., Inoue K., et al. Incidence and clinical features of sacral insufficiency fracture in the emergency department // *Am J Emerg Med*. 2017. Vol. 35, N 9. P. 1314–1316. doi: 10.1016/j.ajem.2017.03.037
3. Bydon M., Fredrickson V., De la Garza-Ramos R., et al. Sacral fractures // *Neurosurg Focus*. 2014. Vol. 37, N 1. P. E12. doi: 10.3171/2014.5.FOCUS1474
4. Лазарев А.Ф. Оперативное лечение повреждений таза: дис. ... докт. мед. наук. Москва, 1992. Режим доступа: <https://med-ical-diss.com/docreader/526577/a?#?page=1>. Дата обращения: 23.11.2022.

5. Beckmann N., Cai C. CT characteristics of traumatic sacral fractures in association with pelvic ring injuries: correlation using the Young-Burgess classification system // *Emerg Radiol.* 2017. Vol. 24 N 3. P. 255–262. doi: 10.1007/s10140-016-1476-0
6. Meinberg E.G., Agel J., Roberts C.S., et al. Fracture and dislocation classification compendium-2018 // *J Orthop Trauma* 2018. Vol. 32, Suppl. 1. P. S1–S170. doi: 10.1097/bot.0000000000001063
7. Burgess A.R., Eastridge B.J., Young J.W., et al. Pelvic ring disruptions: effective classification system and treatment protocols // *J Trauma.* 1990. Vol. 30, N 7. P. 848–856.
8. Katsuura Y., Lorenz E., Gardner W. 2nd. Anatomic parameters of the sacral lamina for osteosynthesis in transverse sacral fractures // *Surg Radiol Anat.* 2018. Vol. 40, N 5. P. 521–528. doi: 10.1007/s00276-017-1955-3
9. Bäcker H.C., Wu C.H., Vosseller J.T., et al. Spinopelvic dissociation in patients suffering injuries from airborne sports // *Eur Spine J.* 2020. Vol. 29, N 10. P. 2513–2520. doi: 10.1007/s00586-019-05983-6
10. Lehmann W., Hoffmann M., Briem D., et al. Management of traumatic spinopelvic dissociations: review of the literature // *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2012. Vol. 38, N 5. P. 517–524. doi: 10.1007/s00068-012-0225-7
11. Denis F., Davis S., Comfort T. Sacral fractures: an important problem. Retrospective analysis of 236 cases // *Clin Orthop Relat Res.* 1988. N 227. P. 67–81.
12. Strange-Vognsen H.H., Lebech A. An unusual type of fracture in the upper sacrum // *J Orthop Trauma.* 1991. Vol. 5, N 2. P. 200–203. doi: 10.1097/00005131-199105020-00014
13. Bishop J.A., Dangelmajer S., Corcoran-Schwartz I., et al. Bilateral Sacral Ala Fractures Are Strongly Associated With Lumbopelvic Instability // *J Orthop Trauma.* 2017. Vol. 31, N 12. P. 636–639. doi: 10.1097/bot.0000000000000972
14. Isler B. Lumbosacral lesions associated with pelvic ring injuries // *J Orthop Trauma.* 1990. Vol. 4, N 1. P. 1–6. doi: 10.1097/00005131-199003000-00001
15. Guerado E., Cervan A.M., Cano J.R., Giannoudis P.V. Spinopelvic injuries. Facts and controversies // *Injury.* 2018. Vol. 49, N 3. P. 449–456. doi: 10.1016/j.injury.2018.03.001
16. Hanna T.N., Sadiq M., Ditkofsky N., et al. Sacrum and Coccyx Radiographs Have Limited Clinical Impact in the Emergency Department // *AJR Am J Roentgenol.* 2016. Vol. 206, N 4. P. 681–686. doi: 10.2214/AJR.15.15095
17. Стоюхин С.С., Лазарев А.Ф., Гудушаури Я.Г. Актуальные вопросы экспресс диагностики переломов вертлужной впадины. Часть III. Алгоритм определения атипичных переломов. Сопутствующие локальные повреждения // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2020. Т. 27, № 1. С. 91–97. doi: 10.17816/vto202027191-97
18. Kao F.C., Hsu Y.C., Liu P.H., et al. Osteoporotic sacral insufficiency fracture: An easily neglected disease in elderly patients // *Medicine (Baltimore).* 2017. Vol. 96, N 51. P. e9100. doi: 10.1097/MD.00000000000009100
19. Wagner D., Ossendorf C., Gruszka D., et al. Fragility fractures of the sacrum: how to identify and when to treat surgically? // *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2015. Vol. 41, N 4. P. 349–362. doi: 10.1007/s00068-015-0530-z
20. Mandell J.C., Weaver M.J., Khurana B. Computed tomography for occult fractures of the proximal femur, pelvis, and sacrum in clinical practice: single institution, dual-site experience // *Emerg Radiol.* 2018. Vol. 25, N 3. P. 265–273. doi: 10.1007/s10140-018-1580-4
21. Na W.C., Lee S.H., Jung S., et al. Pelvic Insufficiency Fracture in Severe Osteoporosis Patient // *Hip Pelvis.* 2017. Vol. 29, N 2. P. 120–126. doi: 10.5371/hp.2017.29.2.120
22. Baldwin M.J., Tucker L.J. Sacral insufficiency fractures: a case of mistaken identity // *Int Med Case Rep J.* 2014. N 7. P. 93–98. doi: 10.2147/IMCRJ.S60133
23. Kinoshita H., Miyakoshi N., Kobayashi T., et al. Comparison of patients with diagnosed and suspected sacral insufficiency fractures // *J Orthop Sci.* 2019. Vol. 24, N 4. P. 702–707. doi: 10.1016/j.jos.2018.12.004
24. Yoder K., Bartsokas J., Averell K., et al. Risk factors associated with sacral stress fractures: a systematic review // *J Man Manip Ther.* 2015. Vol. 23, N 2. P. 84–92. doi: 10.1179/2042618613Y.0000000055
25. Wang B., Fintelmann F.J., Kamath R.S., et al. Limited magnetic resonance imaging of the lumbar spine has high sensitivity for detection of acute fractures, infection, and malignancy // *Skeletal Radiol.* 2016. Vol. 45, N 12. P. 1687–1693. doi: 10.1007/s00256-016-2493-5
26. Zhang L., He Q., Jiang M., et al. Diagnosis of Insufficiency Fracture After Radiotherapy in Patients With Cervical Cancer: Contribution of Technetium Tc 99m-Labeled Methylene Diphosphonate Single-Photon Emission Computed Tomography / Computed Tomography // *Int J Gynecol Cancer.* 2018. Vol. 28, N 7. P. 1369–1376. doi: 10.1097/IGC.0000000000001337
27. Höch A., Schneider I., Todd J., et al. Lateral compression type B 2-1 pelvic ring fractures in young patients do not require surgery // *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018. Vol. 44, N 2. P. 171–177. doi: 10.1007/s00068-016-0676-3
28. Sommer C. Fixation of transverse fractures of the sternum and sacrum with the locking compression plate system: two case reports // *J Orthop Trauma.* 2005. Vol. 19, N 7. P. 487–490. doi: 10.1097/01.bot.0000149873.99394.86
29. Baillieux S., Guinot M., Dubois C., et al. Set the pace of bone healing — Treatment of a bilateral sacral stress fracture using teriparatide in a long-distance runner // *Joint Bone Spine.* 2017. Vol. 84, N 4. P. 499–500. doi: 10.1016/j.jbspin.2016.06.003
30. Beckmann N.M., Chinapuvvula N.R. Sacral fractures: classification and management // *Emerg Radiol.* 2017. Vol. 24, N 6. P. 605–617. doi: 10.1007/s10140-017-1533-3
31. Pulley B.R., Cotman S.B., Fowler T.T. Surgical Fixation of Geriatric Sacral U-Type Insufficiency Fractures: A Retrospective Analysis // *J Orthop Trauma.* 2018. Vol. 32, N 12. P. 617–622. doi: 10.1097/BOT.0000000000001308
32. Halawi M.J. Pelvic ring injuries: Surgical management and long-term outcomes // *J Clin Orthop Trauma.* 2016. Vol. 7, N 1. P. 1–6. doi: 10.1016/j.jcot.2015.08.001
33. Santolini E., Kanakaris N.K., Giannoudis P.V. Sacral fractures: issues, challenges, solutions // *EFORT Open Rev.* 2020. Vol. 5, N 5. P. 299–311. doi: 10.1302/2058-5241.5.190064
34. Lehman R.A. Jr, Kang D.G., Bellabarba C. A new classification for complex lumbosacral injuries // *Spine J.* 2012. Vol. 12, N 7. P. 612–628. doi: 10.1016/j.spinee.2012.01.009
35. Vigdorichik J.M., Jin X., Sethi A., et al. A biomechanical study of standard posterior pelvic ring fixation versus a posterior pedicle screw construct // *Injury.* 2015. Vol. 46, N 8. P. 1491–1496. doi: 10.1016/j.injury.2015.04.038
36. Takao M., Hamada H., Sakai T., Sugano N. Factors influencing the accuracy of iliosacral screw insertion using 3D fluoroscopic navigation // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019. Vol. 139, N 2. P. 189–195. doi: 10.1007/s00402-018-3055-1

37. El Dafrawy M.H., Strike S.A., Osgood G.M. Use of the S3 Corridor for Iliosacral Fixation in a Dysmorphic Sacrum: A Case Report // *JBJS Case Connect.* 2017. Vol. 7, N 3. P. e62. doi: 10.2106/JBJS.CC.17.00058
38. Lucas J.F., Routt M.L. Jr, Eastman J.G. A Useful Preoperative Planning Technique for Transiliac-Transsacral Screws // *J Orthop Trauma.* 2017. Vol. 31, N 1. P. e25–e31. doi: 10.1097/BOT.0000000000000708
39. Liuzza F., Silluzio N., Florio M., et al. Comparison between posterior sacral plate stabilization versus minimally invasive transiliac-transsacral lag-screw fixation in fractures of sacrum: a single-centre experience // *Int Orthop.* 2019. Vol. 43, N 1. P. 177–185. doi: 10.1007/s00264-018-4144-z
40. Williams S.K., Quinnan S.M. Percutaneous Lumbopelvic Fixation for Reduction and Stabilization of Sacral Fractures With Spinopelvic Dissociation Patterns // *J Orthop Trauma.* 2016. Vol. 30, N 9. P. e318–e324. doi: 10.1097/BOT.0000000000000559
41. Bourghli A., Boissiere L., Obeid I. Dual iliac screws in spinopelvic fixation: a systematic review // *Eur Spine J.* 2019. Vol. 28, N 9. P. 2053–2059. doi: 10.1007/s00586-019-06065-3
42. Mohd Asihin M.A., Bajuri M.Y., Ahmad A.R., et al. Spinopelvic fixation supplemented with gullwing plate for multiplanar sacral fracture with spinopelvic dissociation: a case series with short term follow up // *Front Surg.* 2019. N 6. P. 42. doi: 10.3389/fsurg.2019.00042
43. Backer H.C., Wu C.H., Vosseller J.T., et al. Spinopelvic dissociation in patients suffering injuries from airborne sports // *Eur Spine J.* 2020. Vol. 29, N 10. P. 2513–2520. doi: 10.1007/s00586-019-05983-6
44. Krappinger D., Lindtner R.A., Benedikt S. Preoperative planning and safe intraoperative placement of iliosacral screws under fluoroscopic control // *Oper Orthop Traumatol.* 2019. Vol. 31, N 6. P. 465–473. doi: 10.1007/s00064-019-0612-x
45. Kim J.W., Oh C.W., Oh J.K., et al. The incidence of and factors affecting iliosacral screw loosening in pelvic ring injury // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016. Vol. 136, N 7. P. 921–927. doi: 10.1007/s00402-016-2471-3
46. Maki S., Nakamura K., Yamauchi T., et al. Lumbopelvic Fixation for Sacral Insufficiency Fracture Presenting with Sphincter Dysfunction // *Case Rep Orthop.* 2019. N 2019. P. 9097876. doi: 10.1155/2019/9097876
47. Hopf J.C., Kriegelstein C.F., Müller L.P., Koslowsky T.C. Percutaneous iliosacral screw fixation after osteoporotic posterior ring fractures of the pelvis reduces pain significantly in elderly patients // *Injury.* 2015. Vol. 46, N 8. P. 1631–1636. doi: 10.1016/j.injury.2015.04.036
48. Kortman K., Ortiz O., Miller T., et al. Multicenter study to assess the efficacy and safety of sacroplasty in patients with osteoporotic sacral insufficiency fractures or pathologic sacral lesions // *J Neurointerv Surg.* 2013. Vol. 5, N 5. P. 461–466. doi: 10.1136/neurintsurg-2012-010347
49. König M.A., Jehan S., Boszczyk A.A., Boszczyk B.M. Surgical management of U-shaped sacral fractures: a systematic review of current treatment strategies // *Eur Spine J.* 2012. Vol. 21, N 5. P. 829–836. doi: 10.1007/s00586-011-2125-7
50. Yang F., Yao S., Chen K.F., et al. A novel patient-specific three-dimensional-printed external template to guide iliosacral screw insertion: a retrospective study // *BMC Musculoskelet Disord.* 2018. Vol. 19, N 1. P. 397. doi: 10.1186/s12891-018-2320-3
51. Pascal-Moussellard H., Hirsch C., Bonaccorsi R. Osteosynthesis in sacral fracture and lumbosacral dislocation // *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016. Vol. 102, Suppl. 1. P. S45–S57. doi: 10.1016/j.otsr.2015.12.002
52. Zhang R., Yin Y., Li S., et al. Sacroiliac screw versus a minimally invasive adjustable plate for Zone II sacral fractures: a retrospective study // *Injury.* 2019. Vol. 50, N 3. P. 690–696. doi: 10.1016/j.injury.2019.02.011
53. Kanazaki S., Miyazaki M., Notani N., et al. Minimally invasive triangular osteosynthesis for highly unstable sacral fractures: Technical notes and preliminary clinical outcomes // *Medicine (Baltimore).* 2019. Vol. 98, N 24. P. e16004. doi: 10.1097/MD.00000000000016004
54. Yu Y.H., Lu M.L., Tseng I.C., et al. Effect of the subcutaneous route for iliac screw insertion in lumbopelvic fixation for vertical unstable sacral fractures on the infection rate: A retrospective case series // *Injury.* 2016. Vol. 47, N 10. P. 2212–2217. doi: 10.1016/j.injury.2016.06.021
55. Osterhoff G., Noser J., Sprengel K., et al. Rate of intraoperative problems during sacroiliac screw removal: expect the unexpected // *BMC Surg.* 2019. Vol. 19, N 1. P. 39. doi: 10.1186/s12893-019-0501-0
56. Yang S.C., Tsai T.T., Chen H.S., et al. Comparison of sacroplasty with or without balloon assistance for the treatment of sacral insufficiency fractures // *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2018. Vol. 26, N 2. P. 2309499018782575. doi: 10.1177/2309499018782575
57. Adelved A., Tötterman A., Glott T., et al. Patient-reported health minimum 8 years after operatively treated displaced sacral fractures: a prospective cohort study // *J Orthop Trauma.* 2014. Vol. 28, N 12. P. 686–693. doi: 10.1097/BOT.0000000000000242
58. Loggers S.A.I., Joosse P., Jan Ponsen K. Outcome of pubic rami fractures with or without concomitant involvement of the posterior ring in elderly patients // *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2019. Vol. 45, N 6. P. 1021–1029. doi: 10.1007/s00068-018-0971-2
59. Walker J.B., Mitchell S.M., Karr S.D., et al. Percutaneous Transiliac-Transsacral Screw Fixation of Sacral Fragility Fractures Improves Pain, Ambulation, and Rate of Disposition to Home // *J Orthop Trauma.* 2018. Vol. 32, N 9. P. 452–456. doi: 10.1097/BOT.0000000000001243
60. Lindahl J., Mäkinen T.J., Koskinen S.K., Söderlund T. Factors associated with outcome of spinopelvic dissociation treated with lumbopelvic fixation // *Injury.* 2014. Vol. 45, N 12. P. 1914–1920. doi: 10.1016/j.injury.2014.09.003
61. Lee H.D., Jeon C.H., Won S.H., Chung N.S. Global Sagittal Imbalance Due to Change in Pelvic Incidence After Traumatic Spinopelvic Dissociation // *J Orthop Trauma.* 2017. Vol. 31, N 7. P. e195–e199. doi: 10.1097/BOT.0000000000000821
62. Lee J.S., Kim Y.H. Factors associated with gait outcomes in patients with traumatic lumbosacral plexus injuries // *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2020. Vol. 46, N 6. P. 1437–1444. doi: 10.1007/s00068-019-01137-x
63. Adelved A., Tötterman A., Hellund J.C., et al. Radiological findings correlate with neurological deficits but not with pain after operatively treated sacral fractures // *Acta Orthop.* 2014. Vol. 85, N 4. P. 408–414. doi: 10.3109/17453674.2014.908344
64. Bekmez S., Demirkiran G., Caglar O., et al. Transverse sacral fractures and concomitant late-diagnosed cauda equina syndrome // *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2014. Vol. 20, N 1. P. 71–74. doi: 10.5505/tjtes.2014.21208
65. Kepler C.K., Schroeder G.D., Hollern D.A., et al. Do Formal Laminectomy and Timing of Decompression for Patients With Sacral Fracture and Neurologic Deficit Affect Outcome? // *J Orthop Trauma.* 2017. Vol. 31, Suppl. 4. P. S75–S80. doi: 10.1097/BOT.0000000000000951
66. Bai Z., Gao S., Liu J., et al. Anatomical evidence for the anterior plate fixation of sacroiliac joint // *J Orthop Sci.* 2018. Vol. 23, N 1. P. 132–136. doi: 10.1016/j.jos.2017.09.003
67. Schroeder G.D., Kurd M.F., Kepler C.K., et al. The Development of a Universally Accepted Sacral Fracture Classification: A Survey of AOSpine and AOTrauma Members // *Global Spine J.* 2016. Vol. 6, N 7. P. 686–694. doi: 10.1055/s-0036-1580611

REFERENCES

1. van Berkel D, Ong T, Drummond A, et al. ASSERT (Acute Sacral Insufficiency Fracture Augmentation) randomised controlled, feasibility in older people trial: a study protocol. *BMJ Open*. 2019;9(7):e032111. doi: 10.1136/bmjopen-2019-032111
2. Tamaki Y, Nagamachi A, Inoue K, et al. Incidence and clinical features of sacral insufficiency fracture in the emergency department. *Am J Emerg Med*. 2017;35(9):1314–1316. doi: 10.1016/j.ajem.2017.03.037
3. Bydon M, Fredrickson V, De la Garza-Ramos R, et al. Sacral fractures. *Neurosurg Focus*. 2014;37(1):E12. doi: 10.3171/2014.5.FOCUS1474
4. Lazarev AF. *Operativnoe lechenie povrezhdenii taza* [dissertation]. Moscow; 1992. Available from: <https://medical-diss.com/docreader/526577/a?#?page=1>. Accessed: 23.11.2022. (In Russ).
5. Beckmann N, Cai C. CT characteristics of traumatic sacral fractures in association with pelvic ring injuries: correlation using the Young-Burgess classification system. *Emerg Radiol*. 2017;24(3):255–262. doi: 10.1007/s10140-016-1476-0
6. Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, et al. Fracture and dislocation classification compendium-2018. *J Orthop Trauma*. 2018;32 suppl. 1:S1–S170. doi: 10.1097/bot.0000000000001063
7. Burgess AR, Eastridge BJ, Young JW, et al. Pelvic ring disruptions: effective classification system and treatment protocols. *J Trauma*. 1990;30(7):848–856.
8. Katsuura Y., Lorenz E., Gardner W. 2nd. Anatomic parameters of the sacral lamina for osteosynthesis in transverse sacral fractures. *Surg Radiol Anat*. 2018;40(5):521–528. doi: 10.1007/s00276-017-1955-3
9. Bäcker HC, Wu CH, Vosseller JT, et al. Spinopelvic dissociation in patients suffering injuries from airborne sports. *Eur Spine J*. 2020;29(10):2513–2520. doi: 10.1007/s00586-019-05983-6
10. Lehmann W, Hoffmann M, Briem D, et al. Management of traumatic spinopelvic dissociations: review of the literature. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2012;38(5):517–524. doi: 10.1007/s00068-012-0225-7
11. Denis F, Davis S, Comfort T. Sacral fractures: an important problem. Retrospective analysis of 236 cases. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;227:67–81.
12. Strange-Vognsen HH, Lebech A. An unusual type of fracture in the upper sacrum. *J Orthop Trauma*. 1991;5(2):200–203. doi: 10.1097/00005131-199105020-00014
13. Bishop JA, Dangelmajer S, Corcoran-Schwartz I, et al. Bilateral Sacral Ala Fractures Are Strongly Associated With Lumbopelvic Instability. *J Orthop Trauma*. 2017;31(12):636–639. doi: 10.1097/bot.0000000000000972
14. Isler B. Lumbosacral lesions associated with pelvic ring injuries. *J Orthop Trauma*. 1990;4(1):1–6. doi: 10.1097/00005131-199003000-00001
15. Guerado E, Cervan AM, Cano JR, Giannoudis PV. Spinopelvic injuries. Facts and controversies. *Injury*. 2018;49(3):449–456. doi: 10.1016/j.injury.2018.03.001
16. Hanna TN, Sadiq M, Ditkofsky N, et al. Sacrum and Coccyx Radiographs Have Limited Clinical Impact in the Emergency Department. *AJR Am J Roentgenol*. 2016;206(4):681–686. doi: 10.2214/AJR.15.15095
17. Stoyukhin SS, Lazarev AF, Gudushauri YG. Actual features of express diagnostic of acetabular fractures. Part III. Atypical fractures diagnostic algorithm. Associated local injuries. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(1):91–97. (In Russ). doi: 10.17816/vto202027191-97
18. Kao FC, Hsu YC, Liu PH, et al. Osteoporotic sacral insufficiency fracture: An easily neglected disease in elderly patients. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(51):e9100. doi: 10.1097/MD.00000000000009100
19. Wagner D, Ossendorf C, Gruszka D, et al. Fragility fractures of the sacrum: how to identify and when to treat surgically? *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2015;41(4):349–362. doi: 10.1007/s00068-015-0530-z
20. Mandell JC, Weaver MJ, Khurana B. Computed tomography for occult fractures of the proximal femur, pelvis, and sacrum in clinical practice: single institution, dual-site experience. *Emerg Radiol*. 2018;25(3):265–273. doi: 10.1007/s10140-018-1580-4
21. Na WC, Lee SH, Jung S, et al. Pelvic Insufficiency Fracture in Severe Osteoporosis Patient. *Hip Pelvis*. 2017;29(2):120–126. doi: 10.5371/hp.2017.29.2.120
22. Baldwin MJ, Tucker LJ. Sacral insufficiency fractures: a case of mistaken identity. *Int Med Case Rep J*. 2014;7:93–98. doi: 10.2147/IMCRJ.S60133
23. Kinoshita H, Miyakoshi N, Kobayashi T, et al. Comparison of patients with diagnosed and suspected sacral insufficiency fractures. *J Orthop Sci*. 2019;24(4):702–707. doi: 10.1016/j.jos.2018.12.004
24. Yoder K, Bartsokas J, Averell K, et al. Risk factors associated with sacral stress fractures: a systematic review. *J Man Manip Ther*. 2015;23(2):84–92. doi: 10.1179/2042618613Y.0000000055
25. Wang B, Fintelmann FJ, Kamath RS, et al. Limited magnetic resonance imaging of the lumbar spine has high sensitivity for detection of acute fractures, infection, and malignancy. *Skeletal Radiol*. 2016;45(12):1687–1693. doi: 10.1007/s00256-016-2493-5
26. Zhang L, He Q, Jiang M, et al. Diagnosis of Insufficiency Fracture After Radiotherapy in Patients With Cervical Cancer: Contribution of Technetium Tc 99m-Labeled Methylene Diphosphonate Single-Photon Emission Computed Tomography / Computed Tomography. *Int J Gynecol Cancer*. 2018;28(7):1369–1376. doi: 10.1097/IGC.0000000000001337
27. Höch A, Schneider I, Todd J, et al. Lateral compression type B 2-1 pelvic ring fractures in young patients do not require surgery. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2018;44(2):171–177. doi: 10.1007/s00068-016-0676-3
28. Sommer C. Fixation of transverse fractures of the sternum and sacrum with the locking compression plate system: two case reports. *J Orthop Trauma*. 2005;19(7):487–490. doi: 10.1097/01.bot.0000149873.99394.86
29. Baillieux S, Guinot M, Dubois C, et al. Set the pace of bone healing — Treatment of a bilateral sacral stress fracture using teriparatide in a long-distance runner. *Joint Bone Spine*. 2017;84(4):499–500. doi: 10.1016/j.jbspin.2016.06.003
30. Beckmann NM, Chinapuvvula NR. Sacral fractures: classification and management. *Emerg Radiol*. 2017;24(6):605–617. doi: 10.1007/s10140-017-1533-3
31. Pulley BR, Cotman SB, Fowler TT. Surgical Fixation of Geriatric Sacral U-Type Insufficiency Fractures: A Retrospective Analysis. *J Orthop Trauma*. 2018;32(12):617–622. doi: 10.1097/BOT.0000000000001308
32. Halawi MJ. Pelvic ring injuries: Surgical management and long-term outcomes. *J Clin Orthop Trauma*. 2016;7(1):1–6. doi: 10.1016/j.jcot.2015.08.001
33. Santolini E, Kanakaris NK, Giannoudis PV. Sacral fractures: issues, challenges, solutions. *EFORT Open Rev*. 2020;5(5):299–311. doi: 10.1302/2058-5241.5.190064
34. Lehman RA Jr, Kang DG, Bellabarba C. A new classification for complex lumbosacral injuries. *Spine J*. 2012;12(7):612–628. doi: 10.1016/j.spinee.2012.01.009
35. Vigdorichik JM, Jin X, Sethi A, et al. A biomechanical study of standard posterior pelvic ring fixation versus a pos-

- terior pedicle screw construct. *Injury*. 2015;46(8):1491–1496. doi: 10.1016/j.injury.2015.04.038
36. Takao M, Hamada H, Sakai T, Sugano N. Factors influencing the accuracy of iliosacral screw insertion using 3D fluoroscopic navigation. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019;139(2):189–195. doi: 10.1007/s00402-018-3055-1
37. El Dafrawy MH, Strike SA, Osgood GM. Use of the S3 Corridor for Iliosacral Fixation in a Dysmorphic Sacrum: A Case Report. *JBJS Case Connect*. 2017;7(3):e62. doi: 10.2106/JBJS.CC.17.00058
38. Lucas JF, Routt ML Jr, Eastman JG. A Useful Preoperative Planning Technique for Transiliac-Transsacral Screws. *J Orthop Trauma*. 2017;31(1):e25–e31. doi: 10.1097/BOT.0000000000000708
39. Liuzza F, Silluzio N, Florio M, et al. Comparison between posterior sacral plate stabilization versus minimally invasive transiliac-transsacral lag-screw fixation in fractures of sacrum: a single-centre experience. *Int Orthop*. 2019;43(1):177–185. doi: 10.1007/s00264-018-4144-z
40. Williams SK, Quinnan SM. Percutaneous Lumbopelvic Fixation for Reduction and Stabilization of Sacral Fractures With Spinopelvic Dissociation Patterns. *J Orthop Trauma*. 2016;30(9):e318–e324. doi: 10.1097/BOT.0000000000000559
41. Bourghli A, Boissiere L, Obeid I. Dual iliac screws in spinopelvic fixation: a systematic review. *Eur Spine J*. 2019;28(9):2053–2059. doi: 10.1007/s00586-019-06065-3
42. Mohd Asihin MA, Bajuri MY, Ahmad AR, et al. Spinopelvic fixation supplemented with gullwing plate for multiplanar sacral fracture with spinopelvic dissociation: a case series with short term follow up. *Front Surg*. 2019;6:42. doi: 10.3389/fsurg.2019.00042
43. Backer HC, Wu CH, Vosseller JT, et al. Spinopelvic dissociation in patients suffering injuries from airborne sports. *Eur Spine J*. 2020;29(10):2513–2520. doi: 10.1007/s00586-019-05983-6
44. Krappinger D, Lindtner RA, Benedikt S. Preoperative planning and safe intraoperative placement of iliosacral screws under fluoroscopic control. *Oper Orthop Traumatol*. 2019;31(6):465–473. doi: 10.1007/s00064-019-0612-x
45. Kim JW, Oh CW, Oh JK, et al. The incidence of and factors affecting iliosacral screw loosening in pelvic ring injury. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2016;136(7):921–927. doi: 10.1007/s00402-016-2471-3
46. Maki S, Nakamura K, Yamauchi T, et al. Lumbopelvic Fixation for Sacral Insufficiency Fracture Presenting with Sphincter Dysfunction. *Case Rep Orthop*. 2019;2019:9097876. doi: 10.1155/2019/9097876
47. Hopf JC, Kriegelstein CF, Müller LP, Koslowsky TC. Percutaneous iliosacral screw fixation after osteoporotic posterior ring fractures of the pelvis reduces pain significantly in elderly patients. *Injury*. 2015;46(8):1631–1636. doi: 10.1016/j.injury.2015.04.036
48. Kortman K, Ortiz O, Miller T, et al. Multicenter study to assess the efficacy and safety of sacroplasty in patients with osteoporotic sacral insufficiency fractures or pathologic sacral lesions. *J Neurointerv Surg*. 2013;5(5):461–466. doi: 10.1136/neurintsurg-2012-010347
49. König MA, Jehan S, Boszczyk AA, Boszczyk BM. Surgical management of U-shaped sacral fractures: a systematic review of current treatment strategies. *Eur Spine J*. 2012;21(5):829–836. doi: 10.1007/s00586-011-2125-7
50. Yang F, Yao S, Chen KF, et al. A novel patient-specific three-dimensional-printed external template to guide iliosacral screw insertion: a retrospective study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):397. doi: 10.1186/s12891-018-2320-3
51. Pascal-Moussellard H, Hirsch C, Bonaccorsi R. Osteosynthesis in sacral fracture and lumbosacral dislocation. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016;102(1 Suppl):S45–S57. doi: 10.1016/j.otsr.2015.12.002
52. Zhang R, Yin Y, Li S, et al. Sacroiliac screw versus a minimally invasive adjustable plate for Zone II sacral fractures: a retrospective study. *Injury*. 2019;50(3):690–696. doi: 10.1016/j.injury.2019.02.011
53. Kanezaki S, Miyazaki M, Notani N, et al. Minimally invasive triangular osteosynthesis for highly unstable sacral fractures: Technical notes and preliminary clinical outcomes. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(24):e16004. doi: 10.1097/MD.00000000000016004
54. Yu YH, Lu ML, Tseng IC, et al. Effect of the subcutaneous route for iliac screw insertion in lumbopelvic fixation for vertical unstable sacral fractures on the infection rate: A retrospective case series. *Injury*. 2016;47(10):2212–2217. doi: 10.1016/j.injury.2016.06.021
55. Osterhoff G, Noser J, Sprengel K, et al. Rate of intraoperative problems during sacroiliac screw removal: expect the unexpected. *BMC Surg*. 2019;19(1):39. doi: 10.1186/s12893-019-0501-0
56. Yang SC, Tsai TT, Chen HS, et al. Comparison of sacroplasty with or without balloon assistance for the treatment of sacral insufficiency fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2018;26(2):2309499018782575. doi: 10.1177/2309499018782575
57. Adelved A, Tötterman A, Glott T, et al. Patient-reported health minimum 8 years after operatively treated displaced sacral fractures: a prospective cohort study. *J Orthop Trauma*. 2014;28(12):686–693. doi: 10.1097/BOT.0000000000000242
58. Loggers SAI, Joosse P, Jan Ponsen K. Outcome of pubic rami fractures with or without concomitant involvement of the posterior ring in elderly patients. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2019;45(6):1021–1029. doi: 10.1007/s00068-018-0971-2
59. Walker JB, Mitchell SM, Karr SD, et al. Percutaneous Transiliac-Transsacral Screw Fixation of Sacral Fragility Fractures Improves Pain, Ambulation, and Rate of Disposition to Home. *J Orthop Trauma*. 2018;32(9):452–456. doi: 10.1097/BOT.0000000000001243
60. Lindahl J, Mäkinen TJ, Koskinen SK, Söderlund T. Factors associated with outcome of spinopelvic dissociation treated with lumbopelvic fixation. *Injury*. 2014;45(12):1914–1920. doi: 10.1016/j.injury.2014.09.003
61. Lee HD, Jeon CH, Won SH, Chung NS. Global Sagittal Imbalance Due to Change in Pelvic Incidence After Traumatic Spinopelvic Dissociation. *J Orthop Trauma*. 2017;31(7):e195–e199. doi: 10.1097/BOT.0000000000000821
62. Lee JS, Kim YH. Factors associated with gait outcomes in patients with traumatic lumbosacral plexus injuries. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2020;46(6):1437–1444. doi: 10.1007/s00068-019-01137-x
63. Adelved A, Tötterman A, Hellund JC, et al. Radiological findings correlate with neurological deficits but not with pain after operatively treated sacral fractures. *Acta Orthop*. 2014;85(4):408–414. doi: 10.3109/17453674.2014.908344
64. Bekmez S, Demirkiran G, Caglar O, et al. Transverse sacral fractures and concomitant late-diagnosed cauda equina syndrome. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2014;20(1):71–74. doi: 10.5505/tjtes.2014.21208
65. Kepler CK, Schroeder GD, Hollern DA, et al. Do Formal Laminectomy and Timing of Decompression for Patients With Sacral Fracture and Neurologic Deficit Affect Outcome? *J Orthop Trauma*. 2017; 31 Suppl 4:S75–S80. doi: 10.1097/BOT.0000000000000951
66. Bai Z, Gao S, Liu J, et al. Anatomical evidence for the anterior plate fixation of sacroiliac joint. *J Orthop Sci*. 2018;23(1):132–136. doi: 10.1016/j.jjos.2017.09.003
67. Schroeder GD, Kurd MF, Kepler CK, et al. The Development of a Universally Accepted Sacral Fracture Classification: A Survey of AOSpine and AOTrauma Members. *Global Spine J*. 2016;6(7):686–694. doi: 10.1055/s-0036-1580611

ОБ АВТОРАХ

*** Аганесов Николай Александрович,**

врач травматолог-ортопед;
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5383-6862>;
eLibrary SPIN: 1805-5790; e-mail: kolyanzer@yandex.ru

Лазарев Анатолий Фёдорович, д.м.н., профессор,
врач травматолог-ортопед;
e-mail: lazarev.anatoly@gmail.com

Кулешов Александр Алексеевич, д.м.н., профессор,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9526-8274>;
eLibrary SPIN: 7052-0220; e-mail: cito-spine@mail.ru

Ветрилэ Марчел Степанович, к.м.н.,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6689-5220>;
eLibrary SPIN: 9690-5117; e-mail: vetrilams@cito-priorov.ru

Лисянский Игорь Николаевич, к.м.н.,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2479-4381>;
eLibrary SPIN: 9845-1251; e-mail: lisigornik@list.ru

Макаров Сергей Николаевич, к.м.н.,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0406-1997>;
eLibrary SPIN: 2767-2429; e-mail: moscow.makarov@gmail.com

Захарин Виталий Романович,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1553-2782>;
eLibrary SPIN: 2931-0703; e-mail: zakhvit@gmail.com

AUTHORS INFO

*** Nikolay A. Aganesov,**
traumatologist-orthopedist;
address: 10 Priorova Str., 127299, Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5383-6862>;
eLibrary SPIN: 1805-5790; e-mail: kolyanzer@yandex.ru

Anatoly F. Lazarev, MD, Dr. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
e-mail: lazarev.anatoly@gmail.com

Aleksandr A. Kuleshov, MD, Dr. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9526-8274>;
eLibrary SPIN: 7052-0220; e-mail: cito-spine@mail.ru

Marchel S. Vetrile, MD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6689-5220>;
eLibrary SPIN: 9690-5117; e-mail: vetrilams@cito-priorov.ru

Igor N. Lisyansky, MD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2479-4381>;
eLibrary SPIN: 9845-1251; e-mail: lisigornik@list.ru

Sergey N. Makarov, MD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0406-1997>;
eLibrary SPIN: 2767-2429; e-mail: moscow.makarov@gmail.com

Vitaly R. Zakharin,
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1553-2782>;
eLibrary SPIN: 2931-0703; e-mail: zakhvit@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author