

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ПОЯСНИЧНО-ТАЗОВОЙ ФИКСАЦИИ ПРИ ВЕРТИКАЛЬНО НЕСТАБИЛЬНЫХ ПЕРЕЛОМАХ КРЕСТЦА

Р.И. Закиров^{1, 2}, И.Ф. Ахтямов¹

¹Казанский государственный медицинский университет, Казань

²Городская клиническая больница № 7, Казань

Резюме. Актуальность. Согласно данным литературы и нашим собственным наблюдениям происходит рост числа пострадавших молодого, трудоспособного возраста с тяжелыми повреждениями структур таза. Несмотря на многочисленные разработки и исследования в данной области, сохраняется высокая смертность и большой процент неудовлетворительных результатов лечения. В публикации отражены преимущества использования двусторонней пояснично-тазовой фиксации в лечении повреждений крестца. Представлен расчёт нагрузок, биомеханическое моделирование повреждений и смещающих факторов. Двусторонняя пояснично-тазовая фиксация показала себя надежным методом, способным обеспечить качественную фиксацию перелома на всех этапах лечения. **Цель работы:** обосновать и апробировать модифицированную пояснично-тазовую стабилизацию тазового кольца у пострадавших с вертикально нестабильными (C1-2-3 по Tile M.) переломами крестца. **Материалы и методы.** На основании лечения пострадавших с тяжелыми переломами крестца было доказано, что наилучший результат достигнут при двусторонней пояснично-тазовой стабилизации. Использование авторского варианта остеосинтеза (Патент РФ № 2684870 «Способ фиксации при односторонних нестабильных переломах крестца») представлено на примере лечения множественной травмы таза, получен хороший клинический результат, купирована неврологическая симптоматика. **Результаты.** Пояснично-подвздошный остеосинтез при вертикально нестабильных переломах крестца является оптимальным методом фиксации. Вектор распределения рычагов фиксатора соответствует смещающему усилию, что обеспечивает максимальную надежность синтеза. Метод при необходимости создаёт условия декомпрессии корешков, препятствует раннему развитию артроза крестцово-подвздошных суставов. Его использование позволяет сохранить или скорректировать сагиттальный и фронтальный баланс позвоночника. Рекомендуется использование двусторонней 8-винтовой пояснично-подвздошной фиксации с установкой поперечной стяжки, так как односторонняя фиксация или уменьшение количества фиксирующих элементов может приводить к расшатыванию фиксатора. **Вывод.** На основании биомеханического моделирования и результатов лечения пациентов с тяжелыми повреждениями заднего полукольца таза была доказана эффективность предложенного способа пояснично-тазовой фиксации.

Ключевые слова: перелом крестца, перелом костей таза, пояснично-тазовая фиксация.

Для цитирования: Закиров Р.И., Ахтямов И.Ф. Обоснование способа пояснично-тазовой фиксации при вертикально нестабильных переломах крестца. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2022;12(5):58-65. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.5.CLIN.6>

SUBSTANTIATION OF THE METHOD OF LUMBO-PELVIC FIXATION IN VERICALLY UNSTABLE FRACTURES OF THE SACRUM

R.I. Zakirov^{1, 2}, I.F. Akhtyamov¹

¹Kazan State Medical University, Kazan

²Kazan city hospital 7, Kazan

Abstract. Background. According to the literature and our own observations, there is an increase in the number of victims of young, able-bodied age with severe injuries to the pelvic structures. Despite numerous developments and studies in this area, high mortality and a high percentage of unsatisfactory treatment results remain. The publication reflects the advantages of using bilateral lumbopelvic fixation in the treatment of injuries to the cross. Load calculation, biomechanical modeling of damages and displacing factors are presented. Bilateral lumbopelvic fixation has proven to be a reliable method capable of providing reliable fixation of the fracture at all stages of treatment. **Aim.** To substantiate and test modified lumbopelvic stabilization of the pelvic ring in patients with vertically unstable (C1-2-3 according to Tile M.) sacral fractures. **Material and methods.** Based on the treatment of 20 patients with severe sacral fractures, it was proved that the best result was achieved with bilateral lumbopelvic stabilization. The use of the author's version (RF Patent No. 2684870 "Method of fixation in unilateral unstable sacral fractures") of osteosynthesis is presented on the example of the treatment of multiple pelvic trauma, a good clinical result was obtained, and neurological symptoms were stopped. **Results.** Lumbar-iliac osteosynthesis for vertically unstable



sacral fractures is the optimal method of fixation. The distribution vector of the levers of the latch corresponds to the biasing force, which ensures maximum reliability of the synthesis. The method, if necessary, creates conditions for decompression of the roots, prevents the early development of arthrosis of the sacroiliac joints. Using it allows you to maintain or correct the sagittal and frontal balance of the spine. The use of bilateral 8-screw lumbosacral fixation with the installation of a transverse tie is recommended, since unilateral fixation or a decrease in the number of fixing elements can lead to loosening of the fixator. **Conclusion.** Based on biomechanical modeling and the results of treatment of patients with severe injuries of the posterior pelvic ring, the effectiveness of the proposed method of lumbopelvic fixation was proven.

Key words: sacrum fractures, pelvic fractures, lumbo-pelvic fixation.

Cite as: Zakirov R.I., Akhtyamov I.F. Substantiation of the method of lumbo-pelvic fixation in vertically unstable fractures of the sacrum. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2022;12(5):58-65. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.5.CLIN.6>

Введение

Травма таза является одной из сложнейших проблем в хирургии повреждений. Частота её составляет до 3 % от общего числа повреждений опорно-двигательного аппарата [1, 2]. Повреждение довольно часто встречается у лиц молодого, трудоспособного возраста и характеризуются высокой общей суммой баллов по шкале тяжести травмы ISS (от 25 до 48 баллов) [3]. Столь тяжёлые повреждения характеризуются высокой летальностью, особенно у пациентов с нестабильной гемодинамикой, вследствие быстрого обескровливания, сложности достижения гемостаза и наличия сопутствующих травм [4, 5].

На сегодняшний день главным принципом лечения нестабильных переломов таза является активная хирургическая тактика и ранний функционально-стабильный остеосинтез. Целью оперативного лечения является устранение смещения фрагментов и восстановление стабильности задних структур таза [6–9].

В остром периоде основной задачей является обеспечение ранней стабильной фиксации, поскольку это связано с уменьшением объёма кровопотери, системных осложнений, продолжительностью пребывания в стационаре и общим улучшением выживаемости [10–12].

Нестабильные повреждения заднего полукольца таза часто сопровождаются множественными повреждениями. Для лечения таких пострадавших рекомендована стратегия «damage control surgery» и «damage-control orthopedics», основанная на поэтапном подходе хирургического лечения с начальной внешней фиксацией и с последующей отсроченной окончательной фиксацией [13–17]. Данная концепция входит в различные алгоритмы лечения тяжёлых травм, согласно которым стабилизация нестабильных переломов таза производится в течение первого часа поступления пострадавшего в стационар с использованием менее

травматичных способов (различные способы наружной фиксации) [15, 18, 19]. Ранняя фиксация на реанимационном этапе позволяет активизировать пациентов без риска потери репозиции [20, 21]. Кроме того, достигается значительный противошоковый эффект, что очень важно для пациентов с нестабильными переломами таза, создаются условия для последующей постепенной малотравматичной репозиции [22, 23].

Представленные в литературе материалы показывают, что степень тяжести состояния пациентов при травме заднего полукольца таза является показателем для выбора оперативного вмешательства и обуславливает сроки хирургического лечения [24, 25]. Концепция хирургии травм тазового кольца постоянно обновляется. Хирургический подход постепенно изменился с традиционной открытой репозиции и внутренней фиксации на малоинвазивную внутреннюю фиксацию. Хотя существует консенсус о необходимости хирургического лечения нестабильных переломов заднего полукольца таза, остается разноречивость мнений, широкий разброс во взглядах у специалистов при выборе оптимальной тактики лечения пациентов на разных этапах оказания специализированной помощи [26, 27]. Поиск своевременных, адекватных решений, наиболее оптимальных методов и средств стабилизации таза имеет первостепенное значение для положительного исхода и требует дальнейшего изучения [28].

Материалы и методы

В клинике ГКБ № 7 г. Казани апробирована биомеханически модифицированная тактика пояснично-тазовой фиксации при односторонних нестабильных переломах крестца методом, разработанным на базе кафедры травматологии и ортопедии, хирургии экстремальных состояний Казанского государственного медицинского университета. Проведённые биомеханические расчёты легли в основу разработки варианта фиксации при

односторонних нестабильных переломах крестца (Патент РФ № 2684870).

Техника проведения оперативного вмешательства

Производят срединный разрез кожи по проекции остистых отростков поясничных и крестцовых позвонков на уровне LI-SIII, обнажают задние отделы позвонков, крестца и задние ости подвздошных костей. Вводят по два транспедикулярных винта в тела двух поясничных позвонков с правой и левой стороны. Вводят по два транспедикулярных винта в задние ости подвздошных костей. На неповреждённой или несмещённой половине таза устанавливают изогнутую балку-опору на парах винтов с одноимённой стороны. Гайки на винтах блокируют в нейтральном положении (без напряжения и смещения).

На головки транспедикулярных винтов с поврежденной стороны устанавливают предварительно изогнутую балку-опору, которую блокируют изначально в винтах, установленных в тела поясничных позвонков с соответствующей стороны. При помощи реклинирующих щипцов устраняют смещение и производят блокировку винтов, введённых в заднюю ость подвздошной кости. Устанавливают поперечную штангу между изогнутыми балками-опорами. Рану зашивают наглухо, послойно.

Предлагаемый способ фиксации может быть использован как в изолированном варианте, так и в сочетании с другими видами остеосинтеза.

Клинический пример

Пациент И. 35 лет, травма в результате падения с высоты. Доставлен в противошоковую палату ГАУЗ ГKB № 7 г. Казани через 40 минут после травмы, выставлен DS: Множественная травма. Закрытые переломы тел S1, S2 позвонков, многооскольчатые переломы боковых масс крестца с обеих сторон со смещением. Закрытые переломы тела лонной кости, ветви седалищной кости справа со смещением. Закрытая травма грудной клетки. Закрытые переломы 6, 7, 8, 9 рёбер справа; 6, 7, 8, 9, 10 рёбер слева без смещения. Закрытый компрессионный, стабильный, неосложнённый перелом тела 10-го грудного позвонка. Открытый многооскольчатый перелом дистального эпиметадиафиза большеберцовой кости, нижней трети мало-

берцовой кости правой голени со смещением, вывихом стопы и большой зоной повреждения мягких тканей. Открытый многооскольчатый перелом пяточной кости, шейки таранной кости, ладьевидной кости левой стопы со смещением и большой зоной повреждения мягких тканей. Травматический шок 2–3 степени (рис. 1).

Начат комплекс противошоковых мер. В течение первого часа от поступления в рамках противошоковых мероприятий произведена стабилизация костей таза и правой голени в аппарате внешней фиксации.

После окончательной стабилизации состояния пациента, на 14-е сутки после травмы произведено оперативное вмешательство в объёме: открытая репозиция крестца, сакротомия декомпрессия корешков «конского хвоста», остеосинтез двумя металлическими пластинами. Двусторонняя пояснично-тазовая фиксация (рис. 2).

На следующие сутки после операции пациент самостоятельно сидит в постели. Вертикализация пациента на ноги отложена в связи с тяжелой травмой нижних конечностей.

На контрольной рентгенограмме костей таза с захватом поясничного отдела позвоночника в двух проекциях: сопоставление костных фрагментов удовлетворительное, фиксация достаточная. Соотношение угла наклона крестца (Pl) к поясничному лордозу правильное, фронтальный и сагиттальный баланс позвоночника сохранен (рис. 3).

Обсуждение

Стабилизация тазового кольца при его нестабильных переломах позволяет существенно уменьшить летальность у пострадавших. В проведенном исследовании А.М. Файн и соавт. (2017) летальность у пациентов в первые сутки снизилась на 16 %, что послужило уменьшению общей летальности на 2,5 % [29].

Ранний остеосинтез таза с помощью аппаратов наружной фиксации или с помощью С-рамы уменьшает внутренний тазовый объём, снижает или останавливает кровотечение, создавая внутритазовую тампонаду; уменьшает или устраняет болевые раздражения. Однако использование С-рам при переломах крестца может привести к прогрессированию неврологической симптоматики [30]. Кроме того, они обладают недостаточными репозиционными возможностями [31].

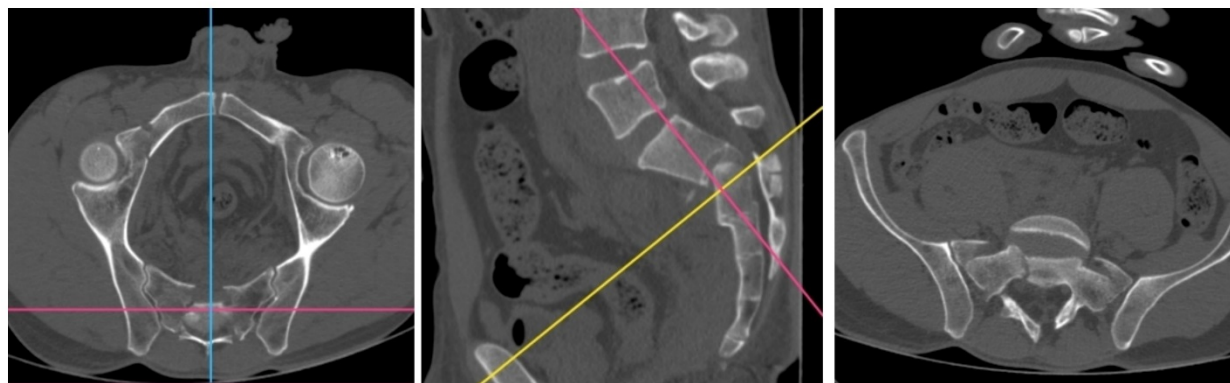


Рисунок 1. Состояние костных отломков до операции
Figure 1. Condition of bone fragments before surgery



Рисунок 2. Этапы операции
Figure 2. Stages of the operation



Рисунок 3. Послеоперационный контроль
Figure 3. Postoperative control

Противопоказаниями к применению являются оскольчатые или трансфораминальные переломы крестца, переломы крыла подвздошной кости и переломы типа LC-травмы с боковой компрессией [32, 33]. R.M. Sellei и соавт. (2013) предлагают при переломах заднего полукольца таза для обеспечения задней компрессии использовать бедренный дистрактор в качестве компрессора или модифицировать переднюю рамку в конфигурацию X (X frame) [34].

Окончательный остеосинтез аппаратами наружной фиксации поддерживается не всеми специалистами. Авторы отмечают недостатки наружной фиксации: сложность правильной установки стержней, ограниченные возможности репозиции, трудности в обеспечении прочной стабилизации заднего комплекса таза, инфицирование места проведения винтов Шанца, спиц, неудобство для пациента, продолжительный срок лечения и значительное число осложнений [35, 36]. При нестабильных повреждениях таза отмечен высокий уровень вторичного смещения [37].

Представленные исследования демонстрируют, что при повреждениях таза стандартным способом лечения остаются открытая репозиция и внутренняя фиксация [38, 39]. Внутреннюю фиксацию с открытой репозицией осуществляют с помощью различных вариантов нейтрализующих пластин и винтов, чрескожных крестцово-подвздошных винтов, предизогнутых и реконструктивных тазовых пластин, LC-DCP пластин и других конструкций [40, 41]. Другой вариант – транс-подвздошный внутренний фиксатор (TIFI), основным показанием которого является односторонняя нестабильность таза, которая часто возникает при переломах С-типа [42]. У пациентов с переломами, поддающимися минимально инвазивной внутренней фиксации, может быть предпринята попытка ранней открытой репозиции и внутренней фиксации (ORIF), включая установку подвздошно-крестцовых винтов или пластины на симфиз [19].

В течение последних нескольких десятилетий разработаны различные варианты реконструктивных методов фиксации переломов заднего полукольца таза: компрессионной транссакральной или крестцово-подвздошной стяжкой, пластинами (крестцово-подвздошными, трансподвздошными), винтовая фиксация (илиосакральные винты и др.), пластино-винтовая фиксация, фиксация с помо-

щью стержня и винта [43–46]. Применяется трансподвздошная поперечная фиксация, пояснично-тазовая фиксация транспедикулярной системой (триангулярный остеосинтез).

Сравнивая биомеханические характеристики различных подходов к лечению травмы заднего полукольца таза Y. Lu и соавт. (2020) пришли к выводу, что лучшим методом внутренней фиксации является задний триангулярный остеосинтез (ПТО – posterior triangular osteosynthesis). Метод объединяет в себе вертикальную и горизонтальную фиксацию, обеспечивая высокую степень защиты от смещения поврежденной половины тазового кольца в вертикальном направлении. Авторы отметили, что лучшим методом внутренней фиксации при повреждениях заднего полукольца таза является модифицированный триангулярный остеосинтез, за которым следует винтовая фиксация S1 + S2, фиксация винтом S1 и фиксация пластиной [47].

А.К. Дулаев и соавт. (2017) сообщили, что для фиксации поврежденных задних структур таза использовали малоинвазивную пояснично-тазовую фиксацию транспедикулярными винтами изолированно или в комбинации с илиосакральными винтами. Авторы отметили, что применение транспедикулярных систем позволило получить хорошие анатомо-функциональные исходы лечения у пострадавших с вертикально-нестабильными повреждениями тазового кольца [48].

Заключение

Пояснично-подвздошный остеосинтез при вертикально нестабильных переломах крестца является оптимальным методом фиксации. Вектор распределения рычагов фиксатора соответствует смещающему усилию, что обеспечивает максимальную надежность синтеза. Метод при необходимости создаёт условия декомпрессии корешков, препятствует раннему развитию артроза крестцово-подвздошных суставов. Его использование позволяет сохранить или скорректировать сагиттальный и фронтальный баланс позвоночника. Рекомендуются использование двусторонней 8-винтовой пояснично-подвздошной фиксации с установкой поперечной стяжки, так как односторонняя фиксация или уменьшение количества фиксирующих элементов может приводить к расшатыванию фиксатора.

Литература/References

- Arvieux C., Thony F., Broux C., Ageron F.X., Rancurel E., Abba J. et al. Current management of severe pelvic and perineal trauma. *J Visc Surg.* 2012;149:e227–38 PMID: 22818970. <https://doi.org/10.1016/j.jviscsurg.2012.06.004>
- Cullinane D.C., Schiller H.J., Zielinski M.D., Bilaniuk J.W., Collier B.R., Como J., Holeyar M., Sabater E.A., Sems S.A., Vassy W.M., Wynne J.L. Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guidelines for hemorrhage in pelvic fracture—update and systematic review. *J Trauma.* 2011;71:1850–68 PMID: 22182895. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e31823dca9a>
- Grotz M.R., Allami M.K., Harwood P., Pape H.C., Krettek C., Giannoudis P.V. Open pelvic fractures: epidemiology, current concepts of management and outcome. *Injury.* 2005;36:1–13 PMID: 15589906. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2004.05.029>
- Magnone S., Coccolini F., Manfredi R., Piazzalunga D., Agazzi R., Arici C. et al. Management of hemodynamically unstable pelvic trauma: results of the first Italian consensus conference (cooperative guidelines of the Italian Society of Surgery, the Italian Association of Hospital Surgeons, the Multi-specialist Italian Society of Young Surgeons, the Italian Society of Emergency Surgery and Trauma, the Italian Society of Anesthesia, Analgesia, Resuscitation and Intensive Care, the Italian Society of Orthopaedics and Traumatology, the Italian Society of Emergency Medicine, the Italian Society of Medical Radiology -Section of Vascular and Interventional Radiology- and the World Society of Emergency Surgery). *World J Emerg Surg.* 2014; 9:18 PMID: 24606950. <https://doi.org/10.1186/1749-7922-9-18>
- Perkins Z.B., Maytham G.D., Koers L., Bates P., Brohi K., Tai N.R. Impact on outcome of a targeted performance improvement programme in haemodynamically unstable patients with a pelvic fracture. *Bone Joint J.* 2014;96-B:1090–7 PMID: 25086126. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.96B8.33383>
- Милюков А.Ю. Формирование тактики лечения пострадавших с повреждениями таза. *Политравма.* 2013;3:22-29. [Miljukov A.Ju. Formirovanie taktiki lechenija postradavshih s povrezhdenijami taza. A.Ju. Miljukov. *Politravma.* 2013;3:22-29. (In Russ)].
- Tile M., Helfet D.L., Kellam J.F., Vrahas M. Fractures of the pelvis and acetabulum: principles and methods of management. *Thieme.* 2015:978-984.
- Giannoudis P.V., H.C. Pape Principles of damage control for pelvic ring injuries. Damage Control Management in the Polytrauma Patient. *Springer, Cham,* 2017:219-232. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-89508-6>
- Cai L., Lou Y., Guo X., Wang J. Surgical treatment of unstable pelvic fractures with concomitant acetabular fractures. *Int. Orthop.* 2017;41(9):1803-1811. PMID: 28616706. <https://doi.org/10.1007/s00264-017-3532-0>. Epub 2017 Jun 14
- Marzi I., Lustenberger T. Management of bleeding pelvic fractures. *Scand. J. Surg.* 2014;103(2):104–111. PMID: 24737854. <https://doi.org/10.1177/1457496914525604>
- Davis D.D., Foris L.A., Kane S.M., Waseem M. *Pelvic Fracture.* Stat. Pearls. Publishing. 2021;1. PMID: 28613485.
- Dalbayrak S., Yaman O., Ayten M., Yilmaz M., Ozer A.F. Surgical treatment in sacral fractures and traumatic spinopelvic instabilities. *Turk. Neurosurg.* 2014;24(4):498-505. PMID: 25050673. <https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.8980-13.0>
- Гринь А.А., Данилова А.В., Сергеев К.С. Опыт использования FAST-протокола у пациента с политравмой, сопровождающейся переломами костей таза и бедра. *Политравма.* 2018;1:60-75. [Grin' A.A., Danilova A.V., Sergeev K.S. Opyt ispol'zovaniya FAST-protokola u pacienta s politravmoj, soprovozhdajushhejsja perelomami kostej taza i bedra. *Politravma.* 2018;1:60-75. (In Russ)].
- Семенов П.В., Григорьев А.В., Ратьев А.П., Гордиенко Д.И., Кузин В.В. Малоинвазивный остеосинтез при лечении нестабильных повреждений тазового кольца. *Кафедра травматологии и ортопедии.* 2016;2:25-29. [Semenov P.V., Grigor'ev A.V., Rat'ev A.P. Gordienko D.I., Kuzin V.V. Maloinvazivnyj osteosintez pri lechenii nestabil'nyh povrezhdenij tazovogo kol'ca. *Kafedra travmatologii i ortopedii.* 2016;2:25-29. (In Russ)].
- Шапкин Ю.Г., Селиверстов П.А. Тактика лечения нестабильных повреждений таза при политравме. *Новости хирургии.* 2015;23(4):452-459. [Shapkin Ju.G., P.A. Seliverstov Taktika lechenija nestabil'nyh povrezhdenij taza pri politravme. *Novosti hirurgii.* 2015;23(4):452-459. (In Russ)]. <https://doi.org/10.18484/2305-0047.2015.4.452>
- Pfeifer R., Kalbas Y., Pape H.-C. Концепция «damage control» при политравме: каковы стандарты в 2021 году? *Политравма.* 2021;2:10-18. [Pfeifer R., Kalbas Y., Pape H.-C. Konceptija «damage control» pri politravme: kakovy standarty v 2021 godu? *Politravma.* 2021;2:10-18. (In Russ)]. <https://doi.org/10.24412/1819-1495-2021-2-10-18>
- Chu C.H., Tennakoon L., Maggio P.M., Weiser T.G., Spain D.A., Staudenmayer K.L., Trends in the management of pelvic fractures, 2008-2010. *J. Surg. Res.* 2016;202(2):335-340. Epub 2016 Jan 6 PMID: 27229108. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.12.052>
- Хабибьянов Р.Я. Лечение нестабильных повреждений тазового кольца с учетом анатомо-функциональных особенностей крестцово-подвздошных сочленений. Актуальные проблемы диагностики и лечения заболеваний и повреждений опорно-двигательного аппарата: *сборник материалов Всерос. науч.-практ. конф.* Казань, 2019:60-63. [Habib'janov R.Ja. Lechenie nestabil'nyh povrezhdenij tazovogo kol'ca s uchetom anatomo-funkcional'nyh osobennostej krestcovo-podvzdosnyh sochlenenij. Aktual'nye problemy diagnostiki i lechenija zabolevanij i povrezhdenij oporno-dvigatel'nogo apparata: *sbornik materialov Vseros. nauch.-prakt. konf. Kazan'*, 2019:60-63. (In Russ)].
- Watkins R.J., Hsu J.M. The road to survival for haemodynamically unstable patients with open pelvic fractures. *Front. Surg.* 2020;2(7):58. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2020.00058>
- Донченко С.В., Дубров В.Э., Слияков Л.Ю. Алгоритм хирургического лечения нестабильных повреждений тазового кольца. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2013;4:9-16. [Donchenko S.V., Dubrov V.Je., Slinjakov L.Ju. Algoritm hirurgicheskogo lechenija nestabil'nyh povrezhdenij tazovogo kol'ca. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2013;4:9-16. (In Russ)].
- Benders K.E.M., Leenen L.P.H. Management of hemodynamically unstable pelvic ring fractures. *Front. Surg.* 2020;4:601321. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2020.601321>
- Бялик Е.И., Файн А.М. Этапное лечение повреждений в области лонного сочленения с применением оригинального фиксатора у пострадавших с сочетанной травмой таза. *Политравма.* 2013;4:30-34. [Bjalik E.I., Fajn A.M. Jetapnoe lechenie

- povrezhdenij v oblasti lonnogo sochlenenija s primeneniem original'nogo fiksatora u postradavshih s sochetannoju travmoju taza. *Politравма*. 2013;4:30-34. (In Russ)].
- 23 Кустурова Ф.В., Кустуров В.И. Политравма: вертикально нестабильные переломы таза, раннее хирургическое лечение. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2018;3:36-39. [Kusturova F.V., Kusturov V.I. Politravma: vertikal'no nestabil'nye perelomy taza, rannee hirurgicheskoe lechenie. *Kafedra travmatologii i ortopedii*. 2018;3:36-39. (In Russ)] <https://doi.org/10.17238/issn2226-2016.2018.3.36-39>
- 24 Заднепровский Н.Н., Иванов П.А., Валиева Р.И., Неведров А.В. Неотложные мероприятия у пострадавших с повреждениями таза. *ДТП как проблема федерального уровня. Медицинская помощь пострадавшим в ДТП: сборник тезисов конф.* Тюмень, 2021:49-51. [Zadneprovskij N.N., Ivanov P.A., Valieva R.I., Nevedrov A.V. Neotlozhnye meroprijatija u postradavshih s povrezhdenijami taza. *DTP kak problema federal'nogo urovnja. Medicinskaja pomoshh' postradavshim v DTP: sbornik tezisov konf.* Tjumen', 2021:49-51. (In Russ)].
- 25 Касымов К.Т., Тлемисов А.С., Жунусов Е.Т. Хирургическое лечение нестабильных повреждений заднего полукольца таза. *Наука и здравоохранение*. 2019;21(5):11-22. [Kasymov K.T., Tlemisov A.S., Zhunusov E.T. Hirurgicheskoe lechenie nestabil'nyh povrezhdenij zadnego polukol'ca taza. *Nauka i Zdravoohranenie*. 2019;21(5):11-22. (In Russ)].
- 26 Набиев Е.Н., Тезекбаев К.М., Тусупов Д.С. Современное состояние проблемы лечения переломов костей таза при политравме. *Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета*. 2019;19(1):38-42. [Nabiev E.N., Tezekbaev K.M., Tusupov D.S. Sovremennoe sostojanie problemy lechenija perelomov kostej taza pri politravme. *Vestnik Kyrgyzsko-Rossijskogo Slavjanskogo universiteta*. 2019;19(1):38-42. (In Russ)].
- 27 Incagnoli P., Puidupin A., Ausset S. Early management of severe pelvic injury (first 24 hours). *Anaesth. Crit. Care. Pain. Med.* 2019;38(2):199-207. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2018.12.003>
- 28 Шкода А.С., Покровский К.А., Черемухин О.И. Оптимизация организации лечения пострадавших с сочетанной травмой таза. *Врач скорой помощи*. 2017;7:70-77. [Shkoda A.S., Pokrovskij K.A., Cheremuhin O.I. Optimizacija organizacii lechenija postradavshih s sochetannoju travmoju taza. *Vrach skoroj pomoshhi*. 2017;7:70-77. (In Russ)].
- 29 Файн А.М., Смоляр А.Н., Иванов П.А., Заднепровский Н.Н. Алгоритм диагностики и лечения пострадавших с травмой таза, осложненной забрюшинным кровоизлиянием. *Журнал им. Н.В. Склифосовского. Неотложная медицинская помощь*. 2017;6(2):140-144. [Fajn A.M., Smoljar A.N., Ivanov P.A., Zadneprovskij N.N. Algoritm diagnostiki i lechenija postradavshih s travmoju taza, oslozhnennoj zabrjushinym krovoizlijaniem. *Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo. Neotlozhnaja medicinskaja pomoshh'*. 2017;6(2):140-144. (In Russ)]. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2017-6-2-114>
- 30 Лобанов Г.В., Лихолетов А.Н., Боровой И.С. Клинический случай хирургического лечения нестабильного перелома шейного отдела позвоночника в сочетании с нестабильно-ротационным переломом костей таза. *Политравма*. 2021;1:80-84. [Lobanov G.V., Liholetov A.N., Borovoj I.S. Klinicheskij sluchaj hirurgicheskogo lechenija nestabil'nogo pereloma shejnogo otdela pozvonochnika v sochetanii s nestabil'no-rotacionnym perelomom kostej taza. *Politравма*. 2021;1:80-84. (In Russ)]. <https://doi.org/10.24411/1819-1495-2021-10010>
- 31 Шапкин Ю.Г., Селиверстов П.А. Тактика лечения нестабильных повреждений таза при политравме. *Новости хирургии*. 2015;23(4):452-459. [Shapkin Ju.G., Seliverstov P.A. Taktika lechenija nestabil'nyh povrezhdenij taza pri politravme. *Novosti hirurgii*. 2015;23(4):452-459. (In Russ)]. <https://doi.org/10.18484/2305-0047.2015.4.452>
- 32 Иванов П.А., Заднепровский Н.Н. Тактика неотложной стабилизации повреждений заднего полукольца таза у пациентов с множественной и сочетанной травмой. Оказание скорой медицинской и неотложной медицинской помощи раненым и пострадавшим при массовом поступлении. *Материалы Всерос. конф. в рамках 3-го съезда врачей неотложной медицины (к 125-летию С.С. Юдина)*. Москва, 2016:48. [Ivanov P.A., Zadneprovskij N.N. Taktika neotlozhnoj stabilizacii povrezhdenij zadnego polukol'ca taza u pacientov s mnozhestvennoj i sochetannoju travmoju. Okazanie skoroj medicinskoj i neotlozhnoj medicinskoj pomoshhi ranenym i postradavshim pri massovom postuplenii. *materialy Vseros. konf. v ramkah 3-go s#ezda vrachej neotlozhnoj mediciny (k 125-letiju S.S. Judina)*. Moskva, 2016:48. (In Russ)].
- 33 Coccolini F., Stahel P.F., Montori G., Biffl W., Horer T.M., Catena F. et al. Pelvic trauma: WSES classification and guidelines. *World. J. Emerg. Surg.* 2017;18(1):12-25. <https://doi.org/10.1186/s13017-017-0117-6>
- 34 Sellei R.M., Schandelmaier P., Kobbe P. Can a modified anterior external fixator provide posterior compression of AP compression type III pelvic injuries? *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2013;471:2862-2868. PMID: 23604604. <https://doi.org/10.1007/s11999-013-2993-8>
- 35 Хабибьянов Р.Я. Механогенез ротационно-нестабильных переломов и повреждений тазового кольца. *Практическая медицина*. 2014;4:148-151. [Habib'janov R.Ja. Mehanogenez rotacionno-nestabil'nyh perelomov i povrezhdenij tazovogo kol'ca. *Prakticheskaja medicina*. 2014;4:148-151. (In Russ)].
- 36 Marmor M., El Naga A.N., Barker J. Management of Pelvic Ring Injury Patients With Hemodynamic Instability. *Front. Surg.* 2020;12(7):588845. PMID: 33282907. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2020.588845>
- 37 Файн А.М., Бялик Е.И., Македонская Т.П. Выбор оптимальной тактики оказания помощи пострадавшим с тяжелыми переломами костей таза и травмой нижних мочевыводящих путей. *Политравма*. 2013;3:30-36. [Fajn A.M., Bjalik E.I., Makedonskaja T.P. Vybtor optimal'noj taktiki okazaniya pomoshhi postradavshim s tjazhelymi perelomami kostej taza i travmoju nizhnih mochevyvodjashih putej. *Politравма*. 2013;3:30-36. (In Russ)].
- 38 Донченко С.В., Лебедев А.Ф., Орлюк М.А. Современные принципы стабилизации тазового кольца. Роль больниц скорой помощи и научно-исследовательских институтов в снижении предотвратимой смертности среди населения: *материалы 4-го съезда врачей неотложной медицины с междунар. участием*. Москва, 2018:65-67. [Donchenko S.V., Lebedev A.F., Orlyuk M.A.

- Sovremennye principy stabilizacii tazovogo kol'ca. Rol' bol'nic skoroj pomoshhi i nauchno-issledovatel'skih institutov v snizhenii pre-dotvratimoi smertnosti sredi naselenija: *materialy 4-go s#ezda vrachej neotlozhnoj mediciny s mezhdunar. uchastiem*. Moskva, 2018:65-67. (In Russ)]. <https://doi.org/10.18484/2305-0047.2016.6.601>
- 39 Загородний Н.Б., Колесник А.И., Лазарев А.Ф. Современные тенденции в оперативном лечении больных с повреждениями таза и вертлужной впадины. *Гений ортопедии*. 2020;26(2):266-274. [Zagorodnij N.V., Kolesnik A.I., Lazarev A.F. Sovremennye tendencii v operativnom lechenii bol'nyh s povrezhdenijami taza i vertluzhnoj vpadiny. *Genij ortopedii*. 2020;26(2):266-274. (In Russ)]. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2020-26-2-266-274>
- 40 Zhao Y., Zhang S., Sun T. Mechanical comparison between lengthened and short sacroiliac screws in sacral fracture fixation: a finite element analysis. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2013;99:601-606. PMID:23850128. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2013.03.023>
- 41 Kerschbaum M., Hausmann N., Worlicek M. Patient-related outcome of unstable pelvic ring fractures stabilized with a minimal invasive screw-rod system. *Health Qual Life Outcomes*. 2017;15:248. PMID: 29273093. <https://doi.org/10.1186/s12955-017-0821-7>
- 42 Турбеков Н.Т., Альходжаев С.С., Тусупов Д.М., Толаматов Б.Б. Лечение больных с переломами костей таза с применением аппарата внешней фиксации. *Вестник Казахского национального медицинского университета*. 2017;3:241-242. [Turbekov N.T., Al'hodzhaev S.S., Tusupov D.M., Tolamatov B.B. Lechenie bol'nyh s perelomami kostej taza s primeneniem apparata vneshnej fiksacii. *Vestnik Kazahskogo nacional'nogo medicinskogo universiteta*. 2017;3:241-242. (In Russ)].
- 43 Wu X.-T., Liu Z.-Q., Fu W.-Q., Zhao S. Minimally invasive treatment of unstable pelvic ring injuries with modified pedicle screw-rod fixator. *Journal of International Medical Research*. 2018;46(1):368-380. PMID: 28661263. <https://doi.org/10.1177/0300060517715529>
- 44 Osterhoff G., Ossendorf C., Wanner G.A. Posterior screw fixation in rotationally unstable pelvic ring injuries. *Injury*. 2011;42(10):992-996. PMID: 21529802. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.04.005>
- 45 Li S., Meng X., Li W. Effects of minimally invasive plate-screw internal fixation in the treatment of posterior pelvic ring fracture. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2018;16:4150-4154. <https://doi.org/10.3892/etm.2018.6670>
- 46 Toda K., Yagata Y., Kikuchi T. Minimally invasive surgery for unstable pelvic ring fractures: transiliac rod and screw fixation. *Acta. Med. Okayama*. 2020;74(1):27-32. <https://doi.org/10.18926/AMO/57949>
- 47 Lu Y., He Y., Li W. Comparison of biomechanical performance of five different treatment approaches for fixing posterior pelvic ring injury. *J. Healthc. Eng.* 2020;22:5379593. <https://doi.org/10.1155/2020/5379593>
- 48 Дулаев А.К., Кажанов И.В., Мануковский В.А. Стабилизация заднего отдела тазового кольца у пострадавших с политравмой способом минимально-инвазивной пояснично-тазовой фиксации. *Хирургия позвоночника*. 2017;14(3):40-46. [Dulaev A.K., Kazhanov I.V., Manukovskij V.A. Stabilizacija zadnego otdela tazovogo kol'ca u postradavshih s politravmoj sposobom minimal'no-invazivnoj pojasnichno-tazovoj fiksacii. *Hirurgija pozvonochnika*. 2017;14(3):40-46. (In Russ)]. <https://doi.org/10.14531/ss2017.3.40-46>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Funding. This research received no external funding.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study.

Авторская справка

**Закиров Руслан
Ильгизарович**

аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний, Казанский государственный медицинский университет; врач травматолог-ортопед отделения травматологии № 1, Городская клиническая больница № 7, Казань, Россия

E-mail: 1980zri@gmail.com

ORCID 0000-0002-5747-2573

Вклад в статью 50 % – подготовка биомеханического раздела статьи

**Ахтямов Ильдар
Фуатович**

заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний, Казанский государственный медицинский университет, Казань, Россия

E-mail: yalta60@mail.ru

ORCID 0000-0002-4910-8835

Вклад в статью 50 % – обоснование и научная трактовка материала

Статья поступила 05.09.2022

Одобрена после рецензирования 10.10.2022

Принята в печать 16.10.2022

Received September, 5th 2022

Approved after reviewing October, 10th 2022

Accepted for publication October, 16th 2022