

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИКСАЦИИ ЛОННОГО СИМФИЗА ОРИГИНАЛЬНОЙ ПЛАСТИНОЙ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ПЕРЕДНЕГО ПОЛУКОЛЬЦА ТАЗА

Лазарев А.Ф.,  
Солод Э.И.,  
Гудушаури Я.Г.,  
Калинин Е.И.,  
Коновалов В.В.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (127299, Москва, ул. Приорова, 10, Россия)

Автор, ответственный за переписку:  
**Калинин Евгений Игоревич,**  
e-mail: Kalinin\_evgeny@mail.ru

### РЕЗЮМЕ

*Дестабилизация наkostных фиксаторов приводила к повторным оперативным вмешательствам, что увеличивало риск повторных миграций металлоконструкций, инфекционно-воспалительных осложнений. Современные тенденции хирургии поврежденных таза связаны с разработкой и применением металлофиксаторов, эффективных при остром повреждении, однако, не всегда состояние пострадавшего и техническое обеспечение больницы позволяет выполнить оперативное вмешательство в остром периоде и те же металлофиксаторы становятся малоэффективными при застарелых повреждениях.*

*В этой связи, до настоящего времени остается проблема поиска оптимальной конструкции для фиксации застарелых повреждений переднего полукольца таза, способная исключить ее дестабилизацию.*

**Цель:** разработка и экспериментальное исследование прочностных характеристик оригинальной пластины для реконструкции переднего полукольца таза.

**Материалы и методы:** с целью обеспечения стабильной фиксации при застарелых повреждениях таза, нами разработаны оригинальные металлоконструкции, которые изготавливаются индивидуально в соответствии с анатомо-функциональным строением переднего отдела тазового кольца у пациента с применением аддитивных технологий.

*Проведено исследование прочности разных вариантов остеосинтеза переднего отдела таза с использованием известных тазовых пластин и новой оригинальной конструкции. Испытания стабильности при разных методах фиксации пластинами и механической прочности металлофиксаторов осуществляли на универсальной испытательной машине серия LFM-50кН.*

**Результаты:** металлодез одной пластиной при испытаниях на растяжение показал самый низкий результат – 0.341 кН, также у данного объекта получен низкий результат при срезающих нагрузках – 0.44 кН. Наилучшие результаты показал металлодез полиаксиальной монолитной пластиной, в случае растяжения – 0.51 кН, при срезающих нагрузках – 0.594 кН. Необходимая сила, прилагаемая для дестабилизации металлоконструкции при применении полиаксиальной монолитной пластиной, оказалась выше на половину при растяжении, и на треть при срезающих нагрузках, что свидетельствует о преимуществе использования данного металлофиксатора.

**Заключение:** Экспериментально доказано, что оригинальная монолитная полиаксиальная пластина обеспечивает самые высокие показатели стабильности фиксации повреждений переднего полукольца таза по сравнению с фиксацией одной или двумя пластинами.

**Ключевые слова:** таз, хирургия, переднее полукольцо таза, пластина.

**Для цитирования:** Лазарев А.Ф., Солод Э.И., Гудушаури Я.Г., Калинин Е.И., Коновалов В.В. Экспериментальное исследование прочностных характеристик фиксации лонного симфиза оригинальной пластиной для реконструкции переднего полукольца таза. *Acta biomedica scientifica*. 2021; 6 (3): 185–192. doi: 10.29413/ABS.2021–6.3.19

Статья поступила: 19.04.2021

Статья принята: 08.07.2021

Статья опубликована: 13.08.2021

## EXPERIMENTAL STUDY OF THE STRENGTH CHARACTERISTICS OF FIXATION OF THE SYMPHYSIS PUBIS WITH AN ORIGINAL PLATE FOR THE RECONSTRUCTION OF THE ANTERIOR PELVIC SEMI-RING

Lazarev A. F.,  
Solod E. I.,  
Gudushauri Y.G.,  
Kalinin E.I. ,  
Konovalov V. V.

National Medical Research Center  
of Traumatology and Orthopedics named  
after N.N. Priorova (Priorov st. 10, 127299  
Moscow city, Russian Federation)

Corresponding author:  
**Eugene I. Kalinin,**  
e-mail: Kalinin\_evgeny@mail.ru

### ABSTRACT

*The destabilization of bone fixators has led to repeated surgical interventions that increased the risk of migrations of metal fixators, infectious and inflammatory complications as well. The modern trends in hip bone injury surgery are related to developing and using of metal fixators, which are effective in acute injury; however, sometimes the condition of the patient and the technical support of hospitals don't allow performing surgery in the acute period, and these metal fixators are ineffective for chronic damage. Consequently, until now, the problem of finding the optimal design of structures for fixing chronic damage of anterior pelvic semi-ring which will be able to exclude its destabilization, is still of current interest.*

**The purpose of the study:** *developing and experimental researching of durable features of original plate for reconstruction of the anterior pelvic semi-ring.*

**Materials and methods:** *In order to ensure stable fixation of chronic pelvic injuries, the original metal plates have been worked out. They are made individually in accordance with the anatomical and functional structures of the anterior pelvic semi-ring of the patient with using additive technologies.*

*The study of the reliability of the different variants of ostiosynthesis of the anterior pelvic semi-ring with using well-known pelvic plates and a new original design was carried out. Stability tests for different plate fixing methods and mechanical strength of metallophyxators were carried out on a universal test machine of LFM-50kN series.*

**Results:** *one plate fixation in tensile test showed the lowest result – 0.341 kN, a low result of shear loads was received with the same object. The best result was shown by the polyaxial monolithic plate fixation in case of stretching – 0.51 kN at the shear loads – 0.591 kN.*

*Necessary force applied to destabilizing of the metal structure while using a polyaxial monolithic plate was a half-higher than stretched, and a third higher than at shear loads, it demonstrates the benefits of using these metal fixators.*

**Conclusion:** *It is experimentally confirmed that the polyaxial monolithic plate provides the highest stability of fixing anterior pelvic semi-ring indicator in contrast with fixing of one or two plates.*

**Key words:** *Pelvic, surgery, anterior pelvic semi-ring, plate.*

**For citation:** Lazarev A.F., Solod E.I., Gudushauri Y.G., Kalinin E.I., Konovalov V.V. Experimental study of the strength characteristics of fixation of the symphysis pubis with an original plate for the reconstruction of the anterior pelvic semi-ring. *Acta biomedica scientifica.* 2021; 6(3): 185-192. doi: 10.29413/ABS.2021-6.3.19

Received: 19.04.2021  
Accepted: 08.07.2021  
Published: 13.08.2021

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из распространенных в мире методов лечения повреждений переднего полукольца таза, применяемый при острой травме, так и при застарелых повреждениях таза, является остеосинтез пластиной из надлобкового доступа [1, 3, 4, 6, 8, 9]. Используется фиксация как одной пластиной, так и двумя, но при застарелых повреждениях таза риск дестабилизации конструкции выше, чем при фиксации в остром периоде. Дестабилизация накостных фиксаторов приводила к повторным оперативным вмешательствам, что увеличивало риск повторных миграций металлоконструкций, инфекционно-воспалительных осложнений [6, 7, 10]. Современные тенденции хирургии повреждений таза связаны с разработкой и применением металлофиксаторов эффективных при остром повреждении [5, 6, 8], однако, не всегда состояние пострадавшего и техническое обеспечение больниц позволяет выполнить оперативное вмешательство в остром периоде [2–9] и те же металлофиксаторы становятся малоэффективными при застарелых повреждениях [10].

В этой связи, до настоящего времени остается проблема поиска оптимальной конструкции для фиксации застарелых повреждений переднего полукольца таза, способная исключить ее дестабилизацию.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С целью обеспечения стабильной фиксации при застарелых повреждениях таза, нами разработаны оригинальные металлоконструкции (рис. 1.1, 1.2), которые изготавливаются индивидуально в соответствии с анатомо-функциональным строением переднего отдела тазового кольца у пациента с применением аддитивных технологий.

Предложенная пластина имеет оригинальную монолитную конструкцию. Она имеет дугу, которая укладывается по верхней поверхности лонных костей и арку, изогнутую под углом  $\sim 90^\circ$  по отношению к дуге, для фиксации на передней поверхности нисходящих ветвей лонной кости. На дуге, так и на арке имеются отверстия для кортикальных и спонгиозных винтов 3.5 мм, расположение отверстий будет варьироваться от каждого конкретного случая для обеспечения ста-

бильной фиксации, также разработана модель с «ушками» для обеспечения пролонгирования конструкции в случаях повреждений, требующих фиксации передней колонны вертлужной впадины и крыла подвздошной кости. При изготовлении пластины, изначально будет проводиться КТ-исследование таза пациента, формироваться макет пластины на основании КТ и изготавливаться на 3D принтере.

В лаборатории испытаний новых материалов ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова Минздрава России» проведено исследование прочности разных вариантов остеосинтеза переднего отдела таза с использованием известных тазовых пластин и новой оригинальной конструкции. Испытания стабильности при разных методах фиксации пластинами и механической прочности металлофиксаторов осуществляли на универсальной испытательной машине серия LFM-50кН. Внешний вид испытательной машины представлен на рис. 2.

Скорость нагрузки опытных макетов составляла 5 мм/мин. В исследовании использовали методы разрушающего контроля, которые испытывает передний отдел таза: растяжение (горизонтальное смещение), срезающие нагрузки (вертикальное смещение). Для проведения механических исследований с использованием программного обеспечения DIONpro были адаптированы технические программы, которые позволили с большой степенью объективности осуществить весь комплекс работ. Регистрацию результатов испытания осуществляли на компьютере. Степень смещения и деформация испытуемого образца отслеживается автоматически и фиксируется на графике. Управление подвижным фиксатором осуществляется с помощью самой программы. Экспериментальными моделями выступили искусственные макеты таза, выполненные из композитного пластика. Все макеты одинаковы по материалу изготовления и структуры для более точного исследования прочности фиксации. Использованы два самых часто применяемых метода фиксации: одна пластина и две пластины на переднем отделе таза, так же использована модель с фиксацией новой полиаксиальной монолитной пластиной.

В эксперименте проведена оценка прочности данных видов фиксации и сравнение стабильности используемых методов. Объектом испытаний №1 яви-



РИС 1.1. Полиаксиальная монолитная пластина

FIG. 1.1. Polyaxial monolithic plate



РИС 1.2. Полиаксиальная монолитная пластина с ушками

FIG. 1.2. Monolithic polyaxial plate with ears



**РИС 2.**  
 Универсальная испытательная машина серия LFM-50кН

**FIG. 2.**  
 Universal testing machine series LFM-50кH

лась модель металлодеза переднего полукольца таза одной пластиной (Рис 3.1). Объектом № 2 – модель металлодеза переднего полукольца таза двумя пластинами (Рис. 3.2). Объектом № 3 – модель металлодеза полиаксиальной монолитной пластиной (Рис. 3.3).

**РЕЗУЛЬТАТ**

На представленной серии диаграмм (рис. 4–5) и таблице (табл. 1), металлодез одной пластиной (Объект №1) на испытаниях на растяжение, показал самый

низкий результат – 0.341 кН, также у данного объекта получен низкий результат при срезающих нагрузках – 0.44 кН. Наилучшие результаты показал металлодез полиаксиальной монолитной пластиной (Объект №3), в случае растяжения – 0.51 кН, при срезающих нагрузках – 0.594 кН.

Анализ полученных результатов прочностных характеристик исследуемых объектов позволяет сделать вывод, что металлодез одной пластиной является менее прочным. Это объясняет, что в случае застарелых повреждений тазового кольца применение металлодеза одной пластиной увеличивает риски миграции металлоконструкции, следовательно, это высокий риск повторных оперативных вмешательств, следует активизировать пациентов в поздние сроки для снижения риска миграции и нестабильности фиксатора, длительное восстановление в послеоперационном периоде. Необходимая сила, прилагаемая для дестабилизации металлоконструкции при применении полиаксиальной монолитной пластиной (Объект №3), оказалась выше на половину при растяжении, и на треть при срезающих нагрузках, что свидетельствует о преимуществе использования данного металлофиксатора. Полиаксиальная монолитная пластина демонстрирует самые высокие показатели стабильности фиксации переднего полукольца таза, отвечая требованиям к фиксаторам для обеспечения надежного остеосинтеза при повреждениях в зоне переднего полукольца.

**ОБСУЖДЕНИЕ**

В настоящее время все большее распространение приобретает тенденция оперативного лечения повреждений таза [1–12]. Отказ от консервативного лечения повреждения тазового кольца, ставит перед оперирующими хирургами важный вопрос, как об определении тактики оперативного лечения, так и выбор фиксатора. Одним из распространенных вариантов выбора тактики лечения является накостный остеосинтез [1–10]. Фиксация переднего полукольца одной пластиной является наименее прочным вариантом остеосинтеза переднего отдела тазового



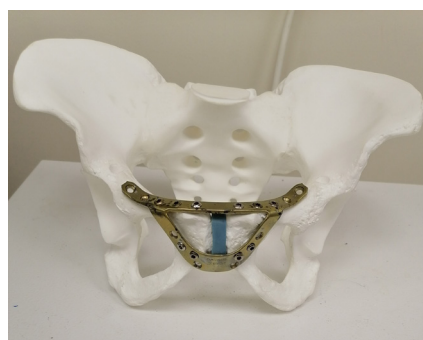
**РИС. 3.1**  
 Объект №1

**FIG. 3.1**  
 Sample No. 1



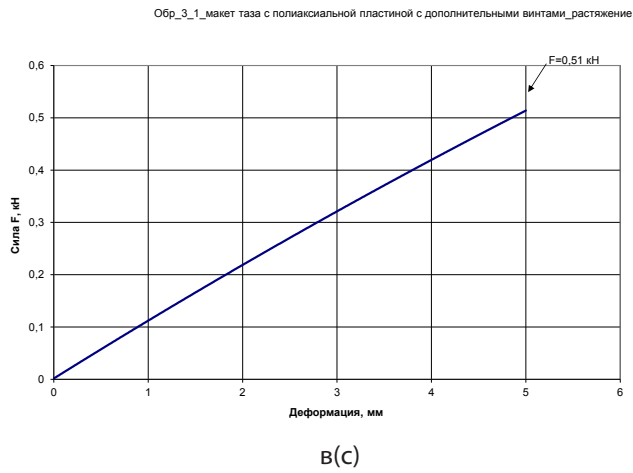
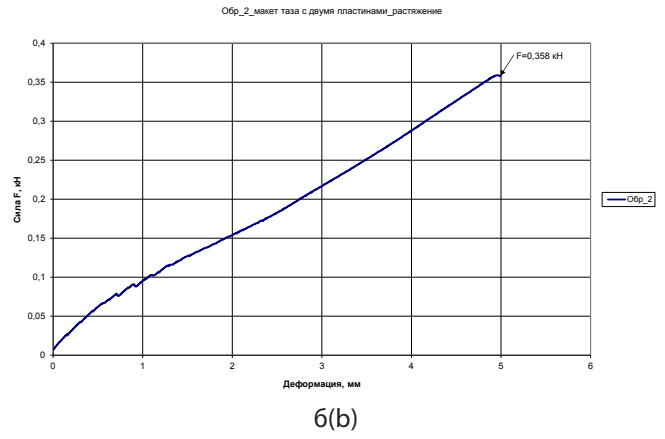
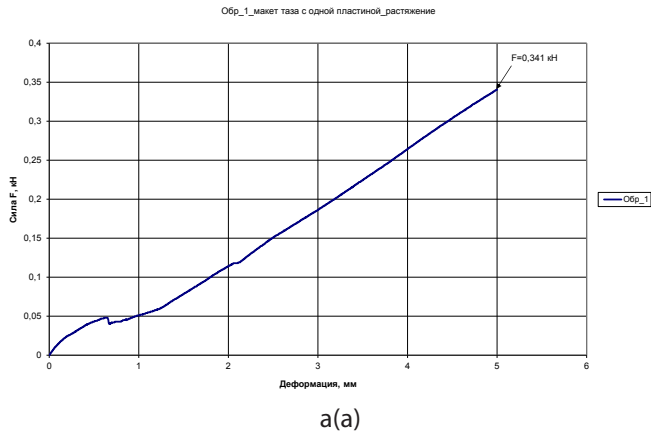
**РИС. 3.2.**  
 Объект №2

**FIG. 3.2**  
 Sample No. 2



**РИС. 3.3.**  
 Объект №3

**FIG. 3.3**  
 Sample No. 3

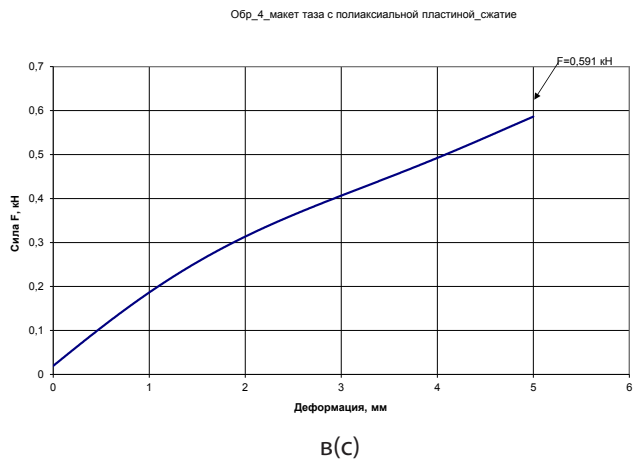
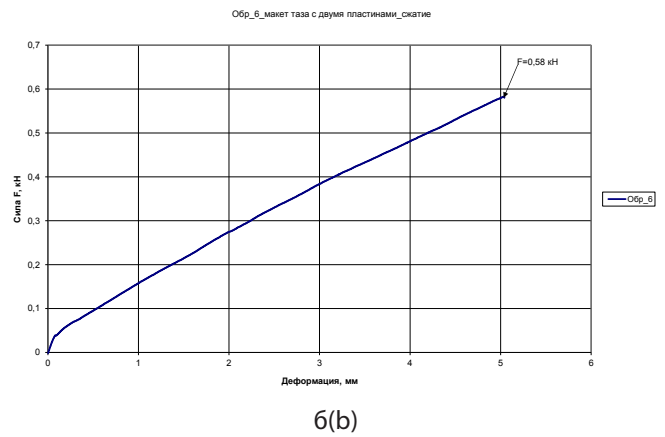
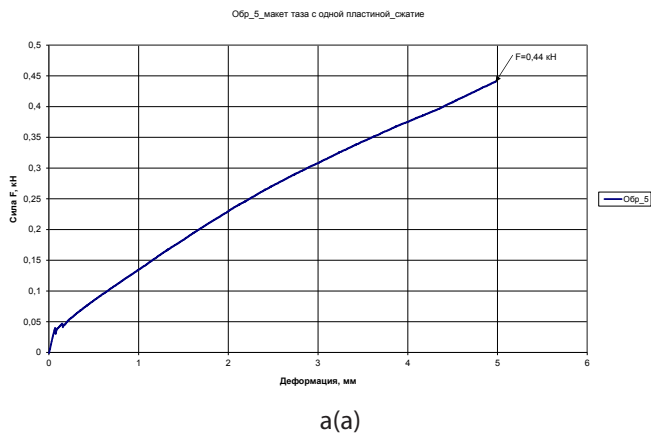


**РИС. 4.**

Диаграмма испытания прочности при горизонтальных нагрузках (растяжение) Образца №1 (а), Образца №2 (б), Образца №3 (в)

**FIG. 4.**

Diagram of strength testing under horizontal loads (tension) of Sample No. 1 (a), Sample No. 2 (b), Sample No. 3 (c)



**РИС. 5.**

Диаграмма испытания прочности при вертикальных нагрузках (срезающих) Образца №1 (а), Образца №2 (б), Образца №3 (в)

**FIG. 5.**

Diagram of strength testing under vertical loads (shear) of Sample No. 1 (a), Sample No. 2 (b), Sample No. 3 (c)

**ТАБЛИЦА 1**  
**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ПРОЧНОСТИ ФИКСАЦИИ**

**TABLE 1**  
**RESULTS OF TESTING THE STRENGTH OF FIXATION**

| Объект испытаний        | Горизонтальные нагрузки (кН) | Вертикальные нагрузки (кН) | Сравнение прочности при горизонтальных нагрузках с объектом № 1, % | Сравнение прочности при вертикальных нагрузках с объектом № 1, % |
|-------------------------|------------------------------|----------------------------|--|--|
| Одна пластина           | 0,341                        | 0,44                       | –  | –  |
| Две пластины            | 0,358                        | 0,58                       | 5  | 31,8   |
| Полиаксиальная пластина | 0,51                         | 0,594                      | 49,5   | 35   |

кольца, что доказано как клинически [5, 6, 8, 10], так и экспериментально. Также существует вариант фиксации двумя пластинами на переднем отделе, что показывает хорошие результаты при лечении в остром периоде, однако, в случае застарелых повреждений тазового кольца сохраняется тенденция дестабилизации металлоконструкций связанной с ригидностью тазового кольца [1, 10, 12]. В тоже время ряд авторов склоняется в сторону аппаратного лечения застарелых повреждений тазового кольца, предлагая различные варианты компоновки АВФ [11, 12]. Основным преимуществом выделяется малая травматичность метода по сравнению с накостным остеосинтезом, скорость метода и возможность продолжить коррекцию деформации в послеоперационном периоде. Но, к сожалению, данный метод не удобен для пациента, это громоздкость конструкции, необходимость постоянного ухода за спицами и стержнями, длительность фиксации в АВФ, эти и другие факторы создают дискомфорт для пациента, и сами авторы отмечают случаи инфекционно-воспалительных осложнений на амбулаторном этапе лечения.

При анализе положительных и отрицательных сторон данных методов, нами был сделан выбор в пользу накостного остеосинтеза пластинами. С учетом случаев дестабилизации фиксации с использованием одной или двух пластин, для более прочной фиксации, была изобретена оригинальная металлоконструкция и проведено экспериментальное сравнение, в котором были выявлены высокие прочностные характеристики в сравнении с другими вариантами накостной фиксации.

**ВЫВОДЫ**

Монолитная полиаксиальная пластина – обеспечивает самые высокие показатели стабильности фиксации повреждений переднего полукольца таза;

Остеосинтез одной пластиной – наименее стабильный среди изученных, хотя и отвечает требованиям, предъявляемым к погружному остеосинтезу и используемым при этом металлофиксаторам;

Конструкция и положение винтов монолитной полиаксиальной пластины при горизонтальных и вертикальных нагрузках показывают значительно более высокие результаты прочности по сравнению с другими методами фиксации стандартных пластин.

Применение монолитной полиаксиальной пластины при застарелых повреждениях таза позволит создать более прочную и стабильную фиксацию переднего отдела таза, а также за счет конструкции пластины с ушками, позволит так же проводить эффективный остеосинтез переломов передней колонны вертлужной впадины и крыла подвздошной кости.

Экспериментально доказано, что устойчивость новой оригинальной пластины в сравнении с фиксацией одной пластиной и двумя пластинами при горизонтальных нагрузках выше на 49.5% и 44.5% соответственно, что позволяет предположить возможность прочной и стабильной фиксации тазового кольца без фиксации задних отделов. Однако, учитывая сравнительную устойчивость фиксаторов к нагрузкам при вертикальных смещениях, указывает на необходимость использования фиксации задних отделов таза при вертикально нестабильных повреждениях.

**Финансирование:** отсутствует

**Конфликт интересов**

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Загородний Н.В., Колесник А.И., Лазарев А.Ф., Солод Э.И., Очкуренко А.А., Бухтин К. М, и др. Современные тенденции в оперативном лечении больных с повреждениями таза и вертлужной впадины. *Гений Ортопедии*. 2020; 26 (2): страницы 266–274. doi 10.18019/1028-4427-2020-26-2-266-274
2. Бондаренко А.В., Круглыхин И.В., Плотников И.А., Войтенко А.Н., Жмурков О.А. Особенности лечения повреждений таза при политравме. *Политравма*. 2014; 3: 46–57
3. Донченко С.В., Дубров В.Э., Слияков Л.Ю., Черняев А.В., Лебедев А.Ф., Алексеев Д.В. Алгоритм хирургии

ческого лечения нестабильных повреждений тазового кольца. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова*. 2013; 4: 9–16

4. Шапкин Ю.Г., Селиверстов П.А. Тактика лечения нестабильных повреждений таза при поли-травме. *Новости хирургии*. 2015; 23 (4): 452–459. doi: 10.18484/2305-0047.2015.4.452

5. Смирнов А.А. Оперативное лечение вертикально-нестабильных повреждений таза (тип С по классификации АО). *Травматология и ортопедия России*. 2012; 1 (63): 73–76

6. Kanakaris NK, Angoules AG, Nikolaou VS, Kontakis G, Giannoudis PV. Treatment and outcomes of pelvic malunions and nonunions: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res*. 2009; 467 (8): 2112–24. doi: 10.1007/s11999-009-0712-2

7. Balbachevsky D. Treatment of pelvic fractures – a national survey. *Injury*. 2014; 45 (5): S46–51. doi: 10.1016/S0020-1383 (14) 70021-X

8. 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

9. Enninghorst N, Toth K, King KL, McDougall D, Mackenzie S. Acute definitive internal fixation of pelvic ring fractures in polytrauma patients: a feasible option. *J Trauma*. 2010; 68 (4): 935–41. doi: 10.1097/TA.0b013e3181d27b48

10. Stover MD, Edelstein AI, Matta JM. Chronic Anterior Pelvic Instability: Diagnosis and Management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2017; 25 (7): 509–517 doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00338

11. Мартель И.И., Шведов В.В. Возможности внешней фиксации по принципам Илизарова при закрытом восстановлении формы и стабильности тазового кольца у больных с застарелыми повреждениями таза. *Гений Ортопедии*. 2013; 2: 5–9

12. Колесник А.И., Докалин А.Ю., Солодилов И.М., Фролов Е.Б., Ангалева Е.М., Пирогов М.А., и др. Ретроспективный анализ результатов консервативного и оперативного лечения больных с повреждениями таза. *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье»*. 2017; 2. doi: 10.21626/vestnik/2017-2/03

Ochkurenko AA, Bukhtin KM, et al. Current trends in the surgical treatment of patients with pelvic and acetabular injuries. *The Genius of Orthopedics*. 2020; 26 (2): pages 266–274 doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-2-266-274

2. Bondarenko AB, Kruglykhin IV, Plotnikov IA, Voitenko AN, Zhmurkov OA. Features of the treatment of pelvic injuries in polytrauma. *Polytrauma*. 2014; 3: 46–57

3. Donchenko SV, Dubrov VE, Slinyakov LYu, Chernyaev AV, Lebedev AF, Alekseev DV. Algorithm of surgical treatment of unstable pelvic ring injuries. *Bulletin of Traumatology and Orthopedics*. 2013; 4: 9–16

4. Shapkin YuG, Seliverstov PA. Tactics of treatment of unstable pelvic injuries in polytrauma. *Novosti Khirurgii*. 2015; 23 (4): 452–459. doi: 10.18484/2305-0047.2015.4.4525

5. Смирнов А.А. Хирургическое лечение вертикально-нестабильных повреждений таза (тип С по классификации АО). *Травматология и ортопедия России*. 2012; 1 (63): 73–76

6. Kanakaris NK, Angoules AG, Nikolaou VS, Kontakis G, Giannoudis PV. Treatment and outcomes of pelvic malunions and nonunions: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res*. 2009; 467 (8): 2112–24. doi: 10.1007/s11999-009-0712-2

7. Balbachevsky D. Treatment of pelvic fractures – a national survey. *Injury*. 2014; 45 (5): S46–51. doi: 10.1016/S0020-1383 (14) 70021-X

8. Бялик ЕИ, Файн АМ. Этапное лечение повреждений в области лонного сочленения с применением оригинального фиксатора у пострадавших с сочетанной травмой таза. *Политравма*. 2013; 4: 30–34

9. Enninghorst N, Toth K, King KL, McDougall D, Mackenzie S. Acute definitive internal fixation of pelvic ring fractures in polytrauma patients: a feasible option. *J Trauma*. 2010; 68 (4): 935–41. doi: 10.1097/TA.0b013e3181d27b48

10. Stover MD, Edelstein AI, Matta JM. Chronic Anterior Pelvic Instability: Diagnosis and Management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2017; 25 (7): 509–517 doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00338

11. Мартель ИИ, Шведов ВВ. Возможности внешней фиксации по принципам Илизарова при закрытом восстановлении формы и стабильности тазового кольца у больных с застарелыми повреждениями таза. *Гений Ортопедии*. 2013; 2: 5–9

12. Kolesnik AI, Dokalin AYU, Solodilov IM, Frolov EB, Angaleva EM, Pirogov MA, et al. Retrospective analysis of the results of conservative and surgical treatment of patients with pelvic injuries. *Kursk scientific and practical bulletin «Man and his health»*. 2017; 2. doi: 10.21626/vestnik/2017-2/03

## REFERENCES

1. Zagorodny NV, Kolesnik AI, Lazarev AF, Solod EI,

### Сведения об авторах

**Лазарев Анатолий Федорович** – профессор, доктор медицинских наук, Руководитель центра Острой травмы и ее последствий Федерального Государственного Бюджетного Учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10; e-mail: lazarev.anatoly@gmail.com

**Солод Эдуард Иванович** – доцент, доктор медицинских наук, Ведущий научный сотрудник центра Острой травмы и ее последствий Федерального Государственного Бюджетного Учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10; e-mail: doctrorsolod@mail.ru

**Гудушаури Яго Гоиевич** – доктор медицинских наук, врач-травматолог-ортопед центра Острой травмы и ее последствий Федерального Государственного Бюджетного Учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Адрес: 127299, Москва, ул. Приорова, 10; e-mail: gogich71@mail.ru

**Калинин Евгений Игоревич** – аспирант Федерального Государственного Бюджетного Учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10; e-mail: Kalinin\_evgeny@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-2766-5670>

**Коновалов Вячеслав Валерьевич** – аспирант Федерального Государственного Бюджетного Учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10; e-mail: slava2801@yandex.ru. <https://orcid.org/0000-0002-8954-9192>

**Information about the authors**

**Anatoly F. Lazarev** – Professor, Doctor of Medical Sciences, Head of the Center for Acute Injury and Its Consequences, Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center of Traumatology-Orthopedics named after N. N. Priorov of the Ministry of Health of the Russian Federation. Address: Russian Federation, 127299, Moscow, st. Priorova 10; e-mail: lazarev.anatoly@gmail.com

**Eduard I. Solod** – Associate Professor, Doctor of Medical Sciences, Leading Researcher of the Center for Acute Injury and Its Consequences, Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center of Traumatology-Orthopedics named after N. N. Priorov of the Ministry of Health of the Russian Federation. Address: Russian Federation, 127299, Moscow, st. Priorova 10; e-mail: doctorsolod@mail.ru

**Yago G. Gudushauri** – Doctor of Medical Sciences, traumatologist-orthopedist of the Center for Acute Injury and Its Consequences, Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center of Traumatology-Orthopedics named after N. N. Priorov of the Ministry of Health of the Russian Federation. Address: Russian Federation, 127299, Moscow, st. Priorova 10; e-mail: gogich71@mail.ru

**Evgeny I. Kalinin** – post-graduate student of the Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center of Traumatology-Orthopedics named after N. N. Priorov of the Ministry of Health of the Russian Federation. Address: Russian Federation, 127299, Moscow, st. Priorova 10; e-mail: Kalinin\_evgeny@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2766-5670>

**Vyacheslav V. Kononov** – post-graduate student of the Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center of Traumatology-Orthopedics named after N. N. Priorov of the Ministry of Health of the Russian Federation. Address: Russian Federation, 127299, Moscow, st. Priorova 10; e-mail: slava2801@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8954-9192>