



ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИМПЛАНТАТОВ С БИОАКТИВНЫМ КАЛЬЦИЙ-ФОСФАТНЫМ ПОКРЫТИЕМ ПРИ МНОГОКОМПОНЕНТНОМ ТРАВМАТИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

А.А. Гринь^{1,2}, А.А. Марков¹, А.В. Данилова^{1,3}, К.С. Сергеев¹

¹ Институт непрерывного профессионального развития, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Тюмень;

² Государственное бюджетное учреждение здравоохранения

Тюменской области «Областная больница № 3», Тобольск;

³ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Тюменской области

«Областная клиническая больница № 2», Тюмень

Цель исследования. Изучить клиническую эффективность применения имплантатов с покрытием на основе природного наноструктурированного кальций-фосфатного комплекса на примере лечения пациента с сочетанными переломами вертлужной впадины и шейки бедренной кости.

Материалы и методы. Пациентка Б., 52 года, пострадавшая в результате ДТП с многокомпонентным повреждением правого тазобедренного сустава (трансцервикальный перелом шейки бедра и высокий двухколонный перелом вертлужной впадины). Остеосинтез перелома шейки бедра выполнен тремя канюлированными винтами с кальций-фосфатным покрытием (патент РФ № 81427). Для остеосинтеза перелома вертлужной впадины использована реконструктивная пластина с кальций-фосфатным покрытием (патент РФ № 113945).

Результаты. Несмотря на тяжелое многокомпонентное разрушение тазобедренного сустава, наступила консолидация переломов. Отдаленный результат лечения отслежен в течение 10 лет. По шкале оценки функциональных результатов Harris (89 баллов) результат оценен как хороший.

Заключение. Применение имплантатов с покрытием на основе природного наноструктурированного кальций-фосфатного комплекса способствует активации репаративных процессов в области переломов.

Ключевые слова: переломы вертлужной впадины; переломы шейки бедра; кальций-фосфатное покрытие.

Конфликт интересов: Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования: не указан.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Гринь А.А., Марков А.А., Данилова А.В., Сергеев К.С. Опыт применения имплантатов с биоактивным кальций-фосфатным покрытием при многокомпонентном травматическом повреждении тазобедренного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2020;27(3):67-72. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027367-72>.

EXPERIENCE WITH THE USE OF BIOACTIVE CALCIUM PHOSPHATE-COATED IMPLANTS IN MULTICOMPONENT TRAUMATIC DAMAGE TO THE HIP JOINT

A.A. Grin^{1,2}, A.A. Markov¹, A.V. Danilova^{1,3}, K.S. Sergeev¹

¹ Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia;

² Regional Hospital No. 3 of Tobolsk, Tobolsk, Russia

³ Regional Clinical Hospital No. 2, Tyumen, Russia

Objective. To study the effectiveness of using implants with a bioactive calcium-phosphate coating on the example of treating a patient with combined fractures of the acetabulum and the neck of the femur.

Materials and methods. A 52-year-old patient, injured as a result of a traffic accident with multicomponent damage to the right hip joint (transcervical fracture of the femoral neck and a high two-column fracture of the acetabulum). Osteosynthesis of the femoral neck fracture is made by three cannulated screws with a calcium-phosphate coating (patent of the RU No. 81427). For the osteosynthesis of the acetabular fracture, a reconstructive plate with a calcium-phosphate coating was used (patent of the RU No. 113945).

Results. Despite the heavy, multi-component destruction of the hip joint, consolidation of the fractures ensued. The remote result is tracked for 10 years. On the score scale of the functional results Harris 89 points, the result is rated as good.

The conclusion. The use of implants with bioactive calcium-phosphate coatings from hydroxyapatite promotes activation of reparative processes in the region of fractures.

Key words: acetabular fractures; hip fractures; calcium-phosphate coating.

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Grin AA, Markov AA, Danilova AV, Sergeev KS. Experience with the use of bioactive calcium phosphate-coated implants in multicomponent traumatic damage to the hip joint. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(3):67-72. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027362-72>

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на развитие новых методов хирургического лечения, переломы области тазобедренного сустава представляют серьезную проблему современной травматологии [1]. К ним относятся переломы вертлужной впадины и переломы шейки бедренной кости. Так, переломы вертлужной впадины в подавляющем большинстве случаев возникают при высокоэнергетической травме [2]. Частота этих повреждений колеблется от 7 до 22,2 % всех переломов костей таза [3]. В то же время, переломы шейки бедра чаще возникают от действия травмирующей силы низкой энергии [4]. Данные переломы чаще встречаются у людей старшей возрастной группы. По данным M.J. Parker и соавт. [5], их частота составляет от 27 до 80 случаев на 100 тыс. населения. В настоящее время любые переломы области тазобедренного сустава в основном требуют хирургических методов лечения. При лечении поврежденных вертлужной впадины, как правило, необходима открытая репозиция [6], напротив, остеосинтез переломов шейки бедренной кости выполняется закрытым методом [7]. Результаты лечения переломов, как вертлужной впадины, так и шейки бедра, зависят от многих факторов: тип перелома, степень повреждения хрящевой ткани, характер смещения отломков, наличие отломков в полости сустава, повреждение питающих сосудов, тяжесть травматизации мягких тканей, хирургического доступа, возраста пациента, преморбидного состояния и т. д. [8, 9].

Одним из неблагоприятных исходов течения посттравматического периода может быть развитие асептического некроза головки бедренной кости. Можно предположить, что причиной этого является не только тяжесть травмы, но и значительная травматизация тканей при открытом оперативном вмешательстве с использованием традиционного заднебокового хирургического доступа по Кохера – Лангенбека, сопровождающегося обнажением зоны перелома, скелетированием отломков вертлужной впадины и артротомией при проведении остеосинтеза. [10]. Иногда данное состояние связано с массивным разрушением головки бедренной кости и/или вертлужной впадины, обычно после 6–12 мес. с момента травмы [11]. Также возможен спонтанный остеолит головки бедренной кости [12] который, как представляется, не является сущностью аваскулярного некроза или быстро прогрессирующего остеоартрита, а является отличительным примером посттравматического остеолита. Патогенез этого осложнения четко не объяснен и должен быть дифференцирован от асептического некроза головки бедренной кости.

Несмотря на очевидные преимущества открытой репозиции переломов шейки бедренной кости, подобная хирургическая тактика ведет к большей

частоте осложнений, чем при закрытой методике [13]. Нарушения кровоснабжения головки бедра у пациентов с внутрисуставными переломами тазобедренного сустава приводит к ее асептическому некрозу или несращению перелома [14]. По данным мировой литературы при своевременно оказанной помощи риск перечисленных осложнений варьируется от 4 до 22 % [15]. Несмотря на качественно выполненную репозицию переломов и достижение их консолидации, с течением времени асептический некроз головки бедренной кости у пациентов с переломами вертлужной впадины составляет не менее 10 % [16], а у пациентов с переломами шейки бедра достигает 15 % [17]. Частота же несращений переломов шейки бедренной кости составляет от 30 до 43,5 % [18]. Причиной этого могут быть ранняя нагрузка на поврежденный тазобедренный сустав, лизис кости в области имплантатов и потеря их взаимной связи. Также возможно увеличение сроков консолидации отломков в связи с ухудшением кровоснабжения надкостницы, сдавленной фиксирующей пластиной. В результате качество фиксации ухудшается, появляется подвижность в месте перелома, что и приводит к образованию ложного сустава области повреждения.

Ряд авторов утверждают, что для достижения сращения и повышения эффективности лечения переломов и их последствий, помимо обеспечения стабильной фиксации отломков, необходимо предпринимать меры для стимуляции нарушенного остеогенеза [19]. С целью большей интеграции имплантатов с костью в настоящее время активно применяется покрытие на основе природного наноструктурированного кальций-фосфатного комплекса (ПНКФК). Имеется исследование, указывающее на эффективность применения подобных конструкций [20]. Данные покрытия обладают несколькими положительными свойствами, такими как биосовместимость [21], проявляющееся снижением вероятности асептического воспаления [22], остеокондукцией и остеоиндукцией, а также высокой твердостью, термо- и коррозионной устойчивостью, определяющейся повышением износоустойчивости металла [23] и изменением его иммуномодулирующих свойств [21, 24, 25]. Благодаря этим эффектам возможно улучшение результатов лечения переломов тазобедренного сустава.

Цель исследования — оценить эффективность применения имплантатов с покрытием на основе ПНКФК на примере лечения пациента с сочетанными переломами вертлужной впадины и шейки бедренной кости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Перед началом исследования было получено информированное согласие пациента на участие. Про-

токол исследования одобрен локальным этическим комитетом Тюменского государственного университета Минздрава России (протокол № 76 от 16.09.2007).

Пациентка Б., 52 года, поступила в экстренном порядке в ОКБ № 3 Тюмени после автодорожной травмы. В момент травмы находилась на заднем пассажирском сидении легкового автомобиля. Доставлена с места происшествия в течение 40 мин. При поступлении в приемное отделение пациентка в сознании, находится в вынужденном положении на каталке, правая нижняя конечность иммобилизована шиной Дитерихса. Предъявляет жалобы на боли в области правого тазобедренного сустава, невозможность движений правой ногой. Осмотрена травматологом, хирургом, нейрохирургом, урологом, анестезиологом. Выполнено: рентгенография грудной клетки, таза (обзорная), ультразвуковое исследование брюшной, грудной полостей и полости малого таза, общий анализ крови, общий анализ мочи (моча выведена катетером). Артериальное давление 100/70 мм рт. ст., частота сердечных сокращений 90 уд./мин, Hb 102 г/л.

После обследования выявлен высокий двухколонный перелом правой вертлужной впадины

(сегмент 61 тип С 1.2 по АО/ASIF) с дислокацией отломков в полость таза, трансцервикальный перелом шейки правого бедра со смещением отломков (Pauwels II, Garden III). Забрюшинная гематома, ограниченная полостью таза. Диагностирован травматический шок II-III степени. По ISS — 30 баллов.

Начата инфузионная терапия. Учитывая невозможность наложения аппарата первичной фиксации по причине значительного разрушения правой подвздошной кости, принято решение фиксировать место повреждения методом скелетного вытяжения. Пациентка госпитализирована в отделение реанимации. После компенсации общего состояния на третьи сутки после травмы больная переведена в профильное отделение. В отделении проводилась симптоматическая терапия, лечебная физкультура, применялись антикоагулянты, скелетное вытяжение. В обязательном порядке, в плане предоперационной подготовки, выполнена полипроекционная рентгенография правой вертлужной впадины и компьютерная томография тазобедренного сустава (рис. 1).

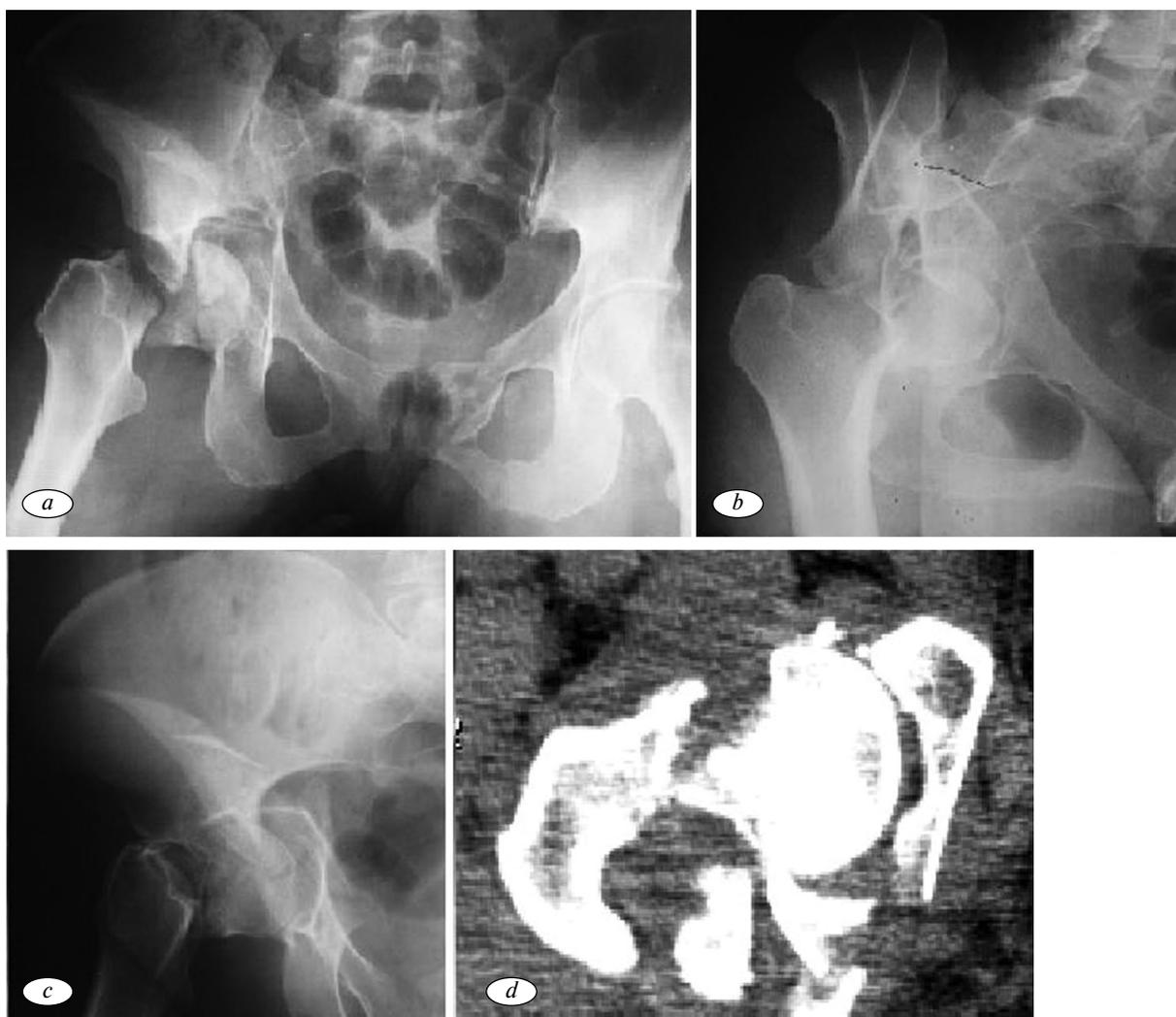


Рис. 1. Рентгенограммы пациентки Б. в прямой (а), запирательной (b), подвздошной (c) проекциях, компьютерная томограмма правого тазобедренного сустава (d)

Fig. 1. Patient B. X-ray images in direct projection (a), obturator projection (b), iliac projection (c), and CT of the right hip joint (d)

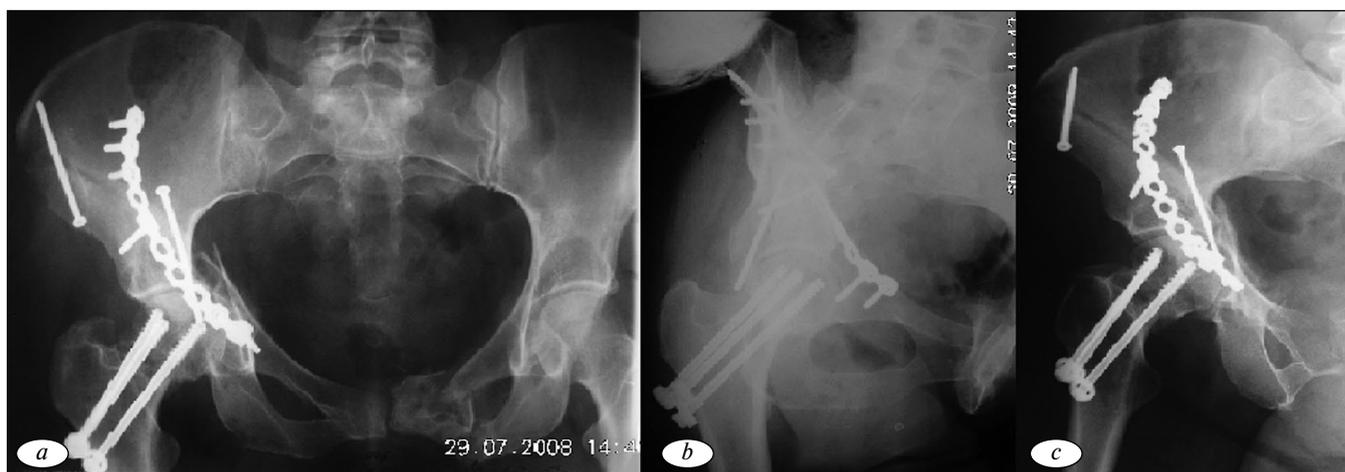


Рис. 2. Контрольные рентгенограммы пациентки Б.: прямая проекция (a), запирательная проекция (b), подвздошная проекция (c)
Fig. 2. Control X-ray images of patient B.: direct projection (a), obturator projection (b), iliac projection (c)

На 11-е сутки после поступления пациентке выполнены операции: перкутанный остеосинтез шейки правого бедра тремя канюлированными винтами с биологически активным кальций-фосфатным покрытием (патент РФ № 81427) и остеосинтез переломов правой вертлужной впадины подвздошно-паховым доступом пластиной с биологически активным кальций-фосфатным покрытием (патент РФ № 113945) (рис. 2).

Послеоперационный период протекал без особенностей. Раны зажили первичным натяжением, швы сняты на 12-е сутки. После выписки пациентка наблюдалась в динамике. Переломы вертлужной впадины и шейки бедра консолидированы. Рентгенологическое подтверждение консолидации получено через 4 мес.

Через 6 мес. после травмы больничный лист был закрыт. На момент выхода на работу функ-

циональный результат по Harris составил 92 балла. Пациентка ежегодно проходила контрольные осмотры травматолога с обязательной рентгенографией тазобедренного сустава. По истечении 5 лет было принято решение выполнить операцию — удаление канюлированных винтов из шейки бедра. Во время проведения операции удалось вынуть только один винт, а два других остались на месте по причине их интеграции в костную ткань (рис. 3).

Отдаленный результат прослежен до 10 лет. Со временем появились периодические невыраженные боли в области тазобедренного сустава и незначительная хромота, не ограничивающие привычную физическую нагрузку. По шкале Harris — 89 баллов, результат оценен как хороший.

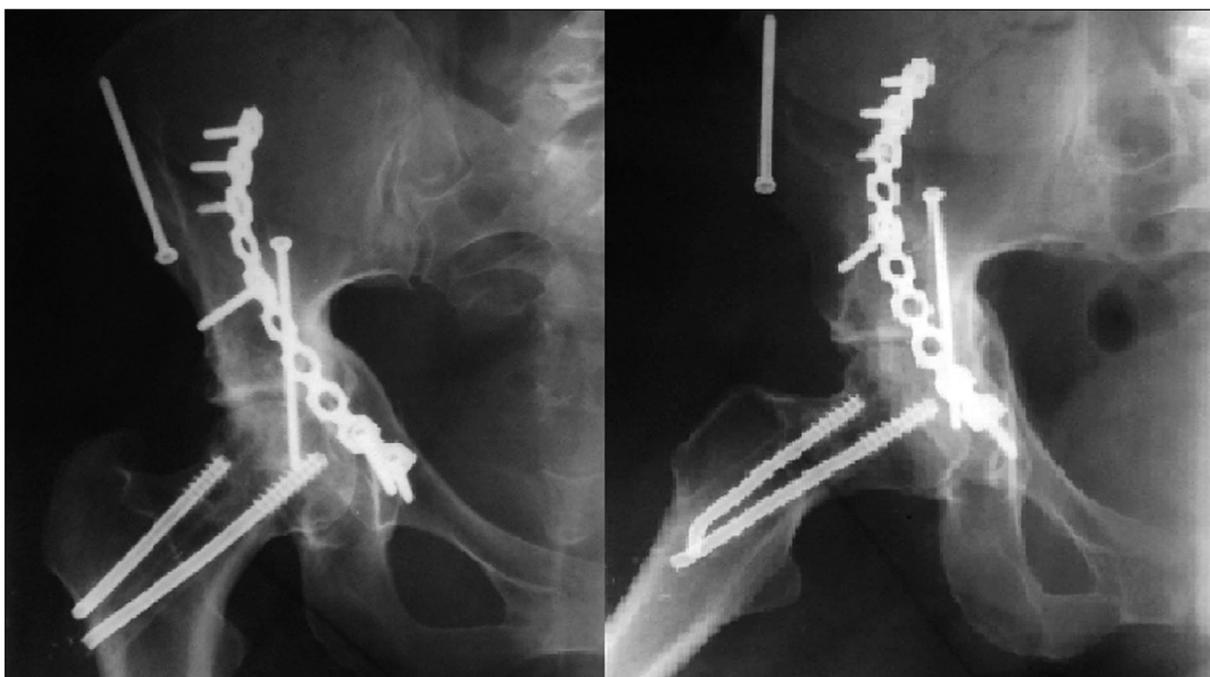


Рис. 3. Рентгенограммы правого тазобедренного сустава пациентки Б. после неудачной попытки удаления канюлированных винтов, фиксирующих шейку бедра
Fig. 3. Patient B. X-ray images of the right hip joint after an unsuccessful attempt to remove cannulated screws securing the femoral neck

ОБСУЖДЕНИЕ

Сочетанные односторонние переломы костей таза и бедра встречаются в 49 % случаев среди всех переломов таза [26]. Большинство этих пострадавших — люди молодого, трудоспособного возраста, 25–31 года [27]. Лечение переломов вертлужной впадины и шейки бедренной кости является актуальной проблемой современной травматологии [6]. Одними из основных осложнений каждого из этих повреждений являются замедленное сращение (несращение) переломов и асептический некроз головки бедра, которые возникают в 4–22 % случаев [15]. Провоцирующими факторами подобных осложнений являются агрессивная хирургическая тактика (открытая репозиция перелома шейки бедра и остеосинтез вертлужной впадины заднебоковым доступом) [17]. В настоящее время наиболее атравматичным методом лечения переломов шейки бедренной кости является перкутанный малоинвазивный остеосинтез канюлированными винтами [28]. При хирургическом лечении двухколонных переломов вертлужной впадины предпочтительным является подвздошно-паховый доступ [29]. С целью минимизации хирургической травмы в лечении данной пациентки мы использовали перкутанный остеосинтез шейки бедренной кости и доступ по Letournel. Дополнительно к хирургической технике, применили имплантаты с биоактивным кальций-фосфатным покрытием с целью активации репаративных процессов в области переломов [7].

В подтверждение адекватности выбранной хирургической тактики и применения имплантатов с покрытием на основе ПНКФК, несмотря на значительное разрушение костей тазобедренного сустава, был получен благоприятный клинический и рентгенологический результат. По прошествии максимального срока развития асептического некроза головки бедра при переломах вертлужной впадины и шейки бедренной кости (до 2 лет) [10, 12] была предпринята попытка удаления канюлированных винтов, фиксирующих шейку бедра. Два из трех винтов удалить не удалось по причине выраженной интеграции внешней поверхности имплантатов с костью.

ВЫВОДЫ

Сочетание малоинвазивного перкутанного остеосинтеза и подвздошно-пахового доступа при хирургическом лечении сочетанных переломов шейки бедра и двухколонных переломов вертлужной впадины является наиболее оптимальным в хирургическом лечении этих сочетанных повреждений.

Применение имплантатов с покрытием на основе ПНКФК способствует активации репаративных процессов в области переломов.

При планировании возможного удаления металлоконструкций после консолидации переломов, необходимо учитывать способность к выраженной интеграции с костью имплантатов с кальций-фосфатным покрытием.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Ежов Ю.И., Смирнов А.А., Лабазин А.Л. Диагности-ка и лечение краевых переломов вертлужной впадины. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2003;(3):72-74. [Ezhov YuI, Smirnov AA, Labazin AL. Diagnosis and treatment of marginal acetabular fractures. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2003;(3):72-74. (In Russ.)]
- Канзюба А.И. Внутренний остеосинтез при переломах вертлужной впадины. *Травма*. 2006;7(4):274-281. [Kanzhuba AI. Internal osteosynthesis for acetabular fractures. *Trauma*. 2006;7(4):274-281. (In Russ.)]
- Солод Э.И., Лазарев А.Ф., Сахарных И.Н., Стоюхин С.С. Новые технологии остеосинтез переломов вертлужной впадины. *Медицинский алфавит*. 2014;2(11):6-10. [Solod EI, Lazarev AF, Sakharnykh IN, Stoyukhin SS. Novye tekhnologii osteosintez perelomov vertluzhnoi vpadiny. *Meditsinskii alfavit*. 2014;2(11):6-10. (In Russ.)]
- Гильфанов С.И., Ключевский В.В., Данилюк В.В. Оперативное лечение переломов вертельной области. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2005;(4):19-22. [Gilfanov SI, Klyuchevskiy VV, Danilyuk VV. Operative treatment of trochanteric fractures. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2005;(4):19-22. (In Russ.)]
- Parker MJ, White A, Boyle A. Fixation versus hemiarthroplasty for undisplaced intracapsular hip fractures. *Injury*. 2008;39(7):791-795. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2008.01.011>.
- Letournel E, Judet R, Elson RA, ed. *Fractures of the Acetabulum*. 2nd ed. Berlin: Springer-er-Verlag; 1993. P. 27-28, 346-350, 358-359, 363-397. https://doi.org/10.1007/978-3-642-54355-7_21.
- Masoud R, Bizouarn T, Trepot S, et al. Titanium dioxide nanoparticles increase superoxide anion production by acting on NADPH oxidase. *PLoS One*. 2015;10(12):e0144829. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144829>.
- Kim HT, Ahn JM, Hur JO, et al. Reconstruction of acetabular posterior wall fractures. *Clin Orthop Surg*. 2011;3(2):114-120. <https://doi.org/10.4055/cios.2011.3.2.114>.
- Song L, Tian Q, Liu Y, Shao Z, Yang S. Mid- and long-term clinical effects of trochanteric flip osteotomy for treatment of Pipkin I and II femoral head fractures. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*. 2013;33(9):1260-1264.
- Лобанов Г.В., Прудников Ю.В. Результаты оперативного лечения больных с переломами задней стенки вертлужной впадины, леченных традиционным способом с использованием хирургического доступа Кохера — Лангенбека. *Травма*. 2013;14(3):9-12. [Lobanov GV, Prudnikov YuV. Outcomes of surgical treatment of patients with posterior acetabular wall fractures treated in the traditional way, using Kocher—Langenbeck surgical approach. *Trauma*. 2013;14(3):9-12. (In Russ.)]
- Batra S, Batra M, McMurtrie A, Sinha AK. Rapidly destructive osteoarthritis of the hip joint: a case series. *J Orthop Surg Res*. 2008;3:3. <https://doi.org/10.1186/1749-799X-3-3>.
- Seo GS, Dieudonne G, Mooney SA, Monu JU. Unexplained «massive osteolysis of femoral head» (MOFH) after acetabular fracture: occurrence and suggested patho-etiologic. *Acta Radiol*. 2017;58(6):710-718. <https://doi.org/10.1177/0284185116665422>.
- Бондаренко А.В., Плотииков И.А. Сравнительный анализ методов оперативного лечения переломов вертельной области у пациентов с политравмой. *Политравма*. 2011;(1):12-17. [Bondarenko AV, Plotnikov IA. The comparative analysis of surgical treatment of trochanteric fractures in patients with polytrauma. *Polytrauma*. 2011;(1):12-17. (In Russ.)]
- Solberg BD, Moon CN, Franco DP. Use of a trochanteric flip osteotomy improves outcomes in Pipkin IV fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(4):929-933. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0505-z>.
- Winkquist RA. Locked femoral nailing. *J Am Acad Orthop Surg*. 1993;1(2):95-105. <https://doi.org/10.5435/00124635-199311000-00004>.

16. Артюх В.А. Разработка усовершенствованных подходов к хирургическому лечению больных с переломами вертлужной впадины и их последствиями: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — СПб.; 2007. — 24с. [Artyukh VA. Razrabotka usovershenstvovannykh podkhodov k khirurgicheskomu lecheniyu bol'nykh s perelomami vertluzhnoy vpadiny i ikh posledstviyami. [dissertation abstract] St. Petersburg; 2007. 24 p. (In Russ.)] Available at: https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_bibl_1206373/.
17. Буачидзе О.Ш., Волошин В.П., Зубков В.С., и др. Тотальное замещение тазобедренного сустава при тяжелых последствиях его повреждений. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2004;(2):13-17. [Buachidze OSh, Voloshin VP, Zubikov VS, et al. Total hip replacement in severe sequelae of its injury. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2004;(2):13-17. (In Russ.)]
18. Sadeghifar A, Saied A. Bilateral simultaneous femoral neck and shafts fractures — a case report. *Arch Bone Joint Surg*. 2014;2(4):268-271.
19. Барабаш А.А., Барабаш А.П., Барабаш Ю.А., Алфимов Р.А. Замедленное костеобразование: пути решения проблемы. В кн.: *Оптимизация лечения и реабилитации больных: труды общества травматологов-ортопедов Ростовской области*. — Ростов н/Д: 2005. — С. 50-55. [Barabash AA, Barabash AP, Barabash YuA, Alfimov RA. Zamedlennoe kosteobrazovanie: puti resheniya problemy. In: *Optimizatsiya lecheniya i reabilitatsii bol'nykh: trudy obshchestva travmatologov-ortopedov Rostovskoi oblasti*. Rostov-na-Donu; 2005. P. 50-55. (In Russ.)]
20. Карлов П.К., Погребенков В.М. Хирургическое устройство и керамический биоактивный материал для остеосинтеза. Патент RU № 2105529/ 27.02.1998. [Karlov PK, Pogrebenkov VM. Khirurgicheskoe ustroystvo i keramicheskii bioaktivnyi material dlya osteosinteza. Patent RU 2105529/ 27.02.1998. (In Russ.)] Available at: <https://www1.fips.ru/>
21. Ахтямов И.Ф., Шакирова Ф.В., Гатина Э.Б., и др. Морфологическое исследование местного действия имплантата с твердой поверхностью при индуцированной травме. *Гений ортопедии*. 2015;(1):65-70. [Akhtiamov IF, Shakirova FV, Gatina EB, et al. A morphological study of the local effect of the implants with superhard-compound coatings on bone tissue under the conditions of induced trauma. *Genii ortopedii*. 2015;(1):65-70. (In Russ.)]
22. Montanaro L, Testoni F, Poggi A, et al. Emerging pathogenetic mechanisms of the implant-related osteomyelitis by *Staphylococcus aureus*. *Int J Artif Organs*. 2011;34(9):781-788. <https://doi.org/10.5301/ijao.5000052>.
23. Ляхов Н.З., ред. *Биокмозиты на основе кальций-фосфатных покрытий, наноструктурных и ультрамелко-дисперсных биоинертных металлов, их биосовместимость и биодеградация*. — Томск: ТГУ; 2014. [Lyakhov NZ, ed. *Biokompozity na osnove kal'tsii-fosfatnykh pokrytii, nanostrukturnykh i ul'tramelkodispersnykh bioinertnykh metallov, ikh biosovmestimost' i biodegradatsiya*. Tomsk: TGU; 2014. (In Russ.)]
24. Yang HW, Lin MH, Xu YZ, et al. Osteogenesis of bone marrow mesenchymal stem cells on strontium-substituted nano-hydroxyapatite coated roughened titanium surfaces. *Int J Clin Exp Med*. 2015;8(1):257-264.
25. Wu K, Xu J, Liu M, et al. Induction of osteogenic differentiation of stem cells via a lyophilized microRNA reverse transfection formulation on a tissue culture plate. *Int J Nanomedicine*. 2013;8:1595-1607. <https://doi.org/10.2147/ijn.s43244>.
26. El Mounni M, Schraven P, ten Duis HJ, Wendt K. Persistent knee complaints after retrograde unreamed nailing of femoral shaft fractures. *Acta Orthop Belg*. 2010;76(2):219-225.
27. Гринь А.А., Белов В.А., Рабченко М.А., и др. Социальные аспекты повреждений вертлужной впадины в городе Тюмень и на юге Тюменской области. *Медицинская наука и образование Урала*. 2011;12(4):129-131. [Grin AA, Belov VA, Rabchenjuk MA, et al. Social aspects of damages of cotyle in town Tyumen and on the south of the Tyumenskoy area. *Meditsinskaya nauka i obrazovanie Urala*. 2011;12(4):129-131. (In Russ.)]
28. Буачидзе О.Ш., Оноприенко Г.А., Волошин В.П. Переломы вертлужной впадины и их оперативное лечение. *Медицинский академический журнал*. 2003;3(2):112-114. [Buachidze OSh, Onoprienko GA, Voloshin VP. Fractures of the acetabulum and surgical treatment. *Meditsinskii akademicheskii zhurnal*. 2003;3(2):112-114. (In Russ.)]
29. Гринь А.А., Рунков А.В., Шлыков И.Л. Выбор оперативного доступа при лечении двухколонных переломов вертлужной впадины. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(1):92-97. [Grin' AA, Runkov AV, Shlykov IL. The choice of surgical approach in the treatment of two-column acetabular fractures. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2014;(1):92-97. (In Russ.)]

Информация об авторах:

Алексей Алексеевич Гринь — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии с курсом детской травматологии ИНПР. ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет», Тюмень; врач высшей категории травматолог-ортопед, заведующий травматолого-ортопедическим отделением, ГБУЗ ТО «Областная больница № 3», Тобольск, Россия.

Александр Анатольевич Марков — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии с курсом детской травматологии ИНПР. ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет», Тюмень.

Анастасия Васильевна Данилова — аспирант кафедры травматологии и ортопедии с курсом детской травматологии ИНПР. ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет», Тюмень; врач травматолог-ортопед, ГБУЗ ТО «Областная клиническая больница № 2», г. Тюмень. E-mail: danilovaav.2000@mail.ru.

Константин Сергеевич Сергеев — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедры травматологии и ортопедии с курсом детской травматологии ИНПР. ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет». Тюмень, Россия.

Information about authors:

Alexey A. Grin — MD, associate professor of the department of traumatology and orthopedics with the course of children's traumatology INPR. Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia; Doctor of the highest category traumatologist-orthopedist, head of the traumatologist-orthopedic department. Regional Healthcare Institution of Regional Hospital No. 3 of Tobolsk. Tobolsk, Russia.

Alexander A. Markov — MD, associate professor of the department of traumatology and orthopedics with the course of children's traumatology INPR. Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia.

Anastasiya V. Danilova — clinical resident of the second year of study of the department of traumatology and orthopedics with the course of children's traumatology INPR, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia; a traumatologist-orthopedist of the Regional Clinical Hospital No. 2, Tyumen, Russia. E-mail: danilovaav.2000@mail.ru.

Konstantin S. Sergeev — PhD, professor, head of the department of traumatology and orthopedics with the course of children's traumatology INPR. Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia.