

CHECK, a large cohort of individuals with very early symptomatic osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2012; 20 (7): 745–754.

34. van Spijl WE, Kloppenburg M. et al. Cross-sectional and predictive associations between plasma adipokines and radiographic signs of early-stage knee osteoarthritis: data from CHECK. *Osteoarthritis Cartilage* 2012; 20 (11): 1278–1285.

35. Kumm J, Tamm A, Lintrop M, Tamm A. The value of cartilage biomarkers in progressive knee osteoarthritis: cross-sectional and 6-year follow-up study in middle-aged subjects. *Rheumatol Int* 2013; 33 (4): 903–911.

36. Nepple JJ, Thomason KM, An TW, Harris-Hayes M, et al. What is the utility of biomarkers for assessing the pathophysiology of hip osteoarthritis? A systematic review. *Clin Orthop Relat Res* 2015; 473 (5): 1683–1701.

37. Hosnijeh FS, Runhaar J, van Meurs JB, Bierma-Zeinstra SM. Biomarkers for osteoarthritis: Can they be used for risk assessment: A systematic review. *Maturitas* 2015; 82 (1): 36–49.

38. Gelber AC. Knee pain and osteoarthritis: lessons learned and lessons to be learned. *Ann Intern Med* 2015; 155 (11): 786–787.

39. Stogov MV, Ovchinnikov EN. Laboratory tests in preclinical diagnosis of osteoarthritis. An analytical review. *Genij Ortopedii* 2016; (1): 96–103. Russian (Сторгов М.В., Овчинников Е.Н. Лабораторные тесты в доклинической диагностике остеоартроза, аналитический обзор. *Гений ортопедии* 2016; (1): 96–103).

40. Valdes AM, Meulenbelt I, Chassaing E, et al. Large scale meta-analysis of urinary C-terminal telopeptide, serum cartilage oligomeric protein and matrix metalloproteinase degraded type II collagen and their role in prevalence, incidence and progression of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2014; 22 (5): 683–689.

41. Chevalier X, Eymard F, Richette P. Biologic agents in osteoarthritis: hopes and disappointments. *Nat Rev Rheumatol* 2013; 9 (7): 400–410.

42. Attur M, Statnikov A, Samuels J, Li Z, Alekseyenko AV, et al. Plasma levels of interleukin-1 receptor antagonist (IL1Ra) predict radiographic progression of symptomatic knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2015; 23 (11): 1915–1924.

43. Imamura M, Ezquerro F, Marcon Alfieri F, Vilas Boas L, et al. Serum levels of proinflammatory cytokines in painful knee osteoarthritis and sensitization. *Int J Inflam* 2015; 329792: 8p.

44. Wang M, Shen J, Jin H, Im HJ. Recent progress in understanding molecular mechanisms of cartilage degeneration during osteoarthritis. *Ann NY Acad Sci* 2013; 1240 (12): 61–69.

45. Karyakina EV, Norkin IA, Gladkova EV, et al. Structural and functional characteristics of bone tissue and blood cytokines in health and disease of the joints. *Russian Journal of Physiology* 2014; 100 (2): 238–247. Russian (Корякина Е.В., Норкин И.А., Гладкова Е.В. и др. Структурно-функциональные особенности костной ткани и цитокины крови в норме и при патологии суставов. *Рос. физиол. журнал им. И.М. Сеченова* 2014; 100 (2): 238–247).

46. Daghestani HN, Kraus VB. Inflammatory biomarkers in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2015; 23 (11): 1890–1896.

47. Kuznetsova EI, Chegurov OK, Kamshilov BV, et al. Functional-metabolic state of neutrophilic phagocytes in patients with articular diseases before performing primary and revision arthroplasty. *Genij Ortopedii* 2012; 4: 79–82. Russian (Кузнецова Е.И., Чергунов О.К., Камшилов Б.В. и др. Функционально-метаболический статус нейтрофильных фагоцитов у пациентов с заболеваниями суставов перед первичным и ревизионным эндопротезированием. *Гений ортопедии* 2012; 4: 79–82).

48. Chepeleva MV, Shved NS. Immunological special features of large joint osteoarthritis of different etiology. *Genij Ortopedii* 2012; 2: 107–111. Russian (Чепелева М.В., Швед Н.С. Иммунологические особенности остеоартроза крупных суставов различной этиологии. *Гений ортопедии* 2012; 2: 107–111).

49. Udartsev EU. Morphohistochemical aspects of the conservative treatment of patients with posttraumatic osteoarthritis of major joints of lower limbs. *Fundamental Research* 2011; 6: 182–187. Russian (Ударцев Е.Ю. Морфогистохимические аспекты консервативного лечения больных с посттравматическим остеоартрозом крупных суставов нижних конечностей. *Фундаментальные исследования* 2011; 6: 182–187).

50. Baragi VM, Becher G, Bendele AM, Biesinger R, et al. A new class of potent matrix metalloproteinase 13 inhibitors for potential treatment of osteoarthritis: Evidence of histologic and clinical efficacy without musculoskeletal toxicity in rat models. *Arthritis Rheum* 2009; 60 (7): 2008–2018.

УДК 617.581

Оригинальная статья

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СПИЦ С ГИДРОКСИАПАТИТНЫМ ПОКРЫТИЕМ У ПОСТРАДАВШИХ С ПЕРЕЛОМАМИ ШЕЙКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ В УСЛОВИЯХ МНОЖЕСТВЕННОЙ ТРАВМЫ

**Ю. П. Солдатов** — ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, руководитель учебного отдела, врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения №12, профессор, доктор медицинских наук; **С. Ю. Лукин** — ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, преподаватель учебного отдела; МАУ «Городская больница №36 «Травматологическая» Управления здравоохранения администрации г. Екатеринбурга», главный врач, врач травматолог-ортопед, кандидат медицинских наук; **М. В. Стогов** — ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимии, доцент, доктор биологических наук.

## EFFICACY AND SAFETY OF HYDROXYAPATITE-COATED SPOKES IN PATIENTS WITH FEMORAL NECK FRACTURES IN A MULTIPLE TRAUMA

**Yu. P. Soldatov** — Russian Ilizarov Scientific Center, Head of Educational Department, Traumatology and Orthopedics Department №12, Professor, DSc; **S. Yu. Lukin** — Russian Ilizarov Scientific Center, Lecturer of Educational Department; Head Physician of Ekaterinburg Traumatology Hospital No. 36, PhD; **M. V. Stogov** — Russian Ilizarov Scientific Center, Leading Research Assistant of Laboratory of Biochemistry, Associate Professor, DSc.

Дата поступления — 27.06.2019 г.

Дата принятия в печать — 28.02.2020 г.

**Солдатов Ю.П., Лукин С.Ю., Стогов М.В.** Эффективность и безопасность применения спиц с гидроксиапатитным покрытием у пострадавших с переломами шейки бедренной кости в условиях множественной травмы. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2020; 16 (1): 54–59.

**Цель:** оценить эффективность и безопасность применения спиц для остеосинтеза с гидроксиапатитным покрытием у больных с переломами шейки бедренной кости в условиях множественной травмы. *Материал и ме-*

тоды. Изучены 26 пациентов обоего пола с тяжелой степенью тяжести повреждений (по шкале ISS тяжесть травмы соответствовала 22–27 баллам). У больных выявлен перелом шейки бедренной кости, который сочетался с ушибами головного мозга (n=6) или почки (n=12), переломами костей таза (n=18), ребер (n=8) или костей голени (n=4), разрывом легкого (n=4). Произведено лечение, направленное на стабилизацию функции внутренних органов и систем, фиксацию шейки бедренной кости спицами и аппаратом Илизарова. Пациенты рандомизированы на две группы: основную (n=11), где для остеосинтеза использовались спицы с гидроксиапатитным покрытием; контрольную (n=15), где использовали спицы без покрытия. Для оценки эффективности и безопасности применения спиц с гидроксиапатитным покрытием использованы клинические и лабораторные методы исследования. **Результаты.** В основной группе положительные результаты лечения отмечены у 10 пациентов (90,9%; ДИ: 67,9–99,9%), в контрольной — у 11 (73,3%; ДИ: 48,9–91,8%). У пострадавших основной группы сроки консолидации перелома в среднем в 1,2 раза меньше. После операции активность щелочной фосфатазы у них выше (p=0,04). Частота отклонения лабораторных показателей крови от нормы у этих пациентов сопоставима с частотой, отмеченной в контрольной группе. **Заключение.** Применение спиц с гидроксиапатитным покрытием при лечении пациентов с переломами шейки бедренной кости в условиях множественной травмы способствует снижению длительности фиксации костных отломков и росту числа положительных результатов лечения за счет снижения количества осложнений.

**Ключевые слова:** множественная травма, переломы, шейка бедренной кости, спицы для чрескостного остеосинтеза, гидроксиапатитное покрытие.

**Soldatov YuP, Lukin SYu, Stogov MV. Efficacy and safety of hydroxyapatite-coated spokes in patients with femoral neck fractures in a multiple trauma. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2020; 16 (1): 54–59.**

**Purpose:** to evaluate the efficacy and safety of hydroxyapatite coated spokes for osteosynthesis in patients with femoral neck fractures in a multiple trauma. **Material and Methods.** We studied 26 patients of both sexes with severe injuries (on the ISS scale, the severity of the injury corresponded to 22–27 points). All revealed a fracture of the femoral neck, which was combined: with bruises of the brain (N=6) or kidney (N=12), fractures of the pelvis (N=18), ribs (N=8) or shin bones (N=4), rupture of the lung (N=4). All underwent treatment aimed at stabilizing the function of internal organs and systems, osteosynthesis of the femoral neck with a bundle of spokes with their fixation in the Ilizarov apparatus. Patients were randomized into 2 groups: main (N=11) — for osteosynthesis spokes with hydroxyapatite coating were used; control (N=15) — spokes without coating were used. To assess the effectiveness and safety of the use of spokes with hydroxyapatite coating, clinical and laboratory methods were used. **Results.** In the main group, positive results of treatment were observed in 10 patients (90.9%; CI: 67.9–99.9%), in the control group-11 (73.3%; CI: 48.9–91.8%). The patients of the main group have an average fracture consolidation time of 1.2 times less. After surgery, the activity of alkaline phosphatase is higher (P=0.04). The frequency of deviation of laboratory blood parameters from the norm in these patients is comparable with the frequency noted in the control group. **Conclusion.** The use of spokes with hydroxyapatite coating in the treatment of patients with femoral neck fractures in conditions of multiple trauma reduces the duration of fixation of bone fragments and increases the number of positive results of treatment by reducing the number of complications.

**Key words:** multiple injury, fractures, femoral neck, needles for transosseous osteosynthesis, hydroxyapatite coating.

**Введение.** Лечение пострадавших со скелетной травмой в условиях множественной травмы представляет особую и трудную проблему в связи с наличием травматического шока, возможным возникновением жировой эмболии, тромбоэмболии, неудовлетворительными исходами лечения из-за несращения и неправильных сращений костей, а также из-за высокой летальности, которая достигает 40% [1]. Применение современного высокотехнологического медицинского оборудования позволило снизить раннюю летальность пострадавших с тяжелой сочетанной травмой, однако показатели поздней летальности в результате осложнений гнойно-септического характера остаются высокими [2].

Результаты исследований показывают, что для снижения осложнений у данных пациентов целесообразно проводить оперативные вмешательства в полном объеме в течение первых шести часов [3]. При этом целесообразно применение чрескостного остеосинтеза аппаратом Г.А. Илизарова в первые часы и сутки после травмы, как наиболее щадящего и рационального метода, а протокол лечения пострадавших помимо мероприятий, направленных на поддержание функции органов и систем, должен содержать методики лечения, направленные на раннюю динамизацию пострадавших, повышение иммунитета, а также малоинвазивные способы оптимизации остеорепаляции.

Несмотря на положительные достижения в лечении переломов костей благодаря применению совре-

менных имплантатов, аппаратов наружной фиксации многие проблемы, касающиеся сращения переломов в условиях множественной травмы, еще не разрешены и требуют дальнейшего изучения [4]. Так, для повышения регенерации кости при политравме предложен гидроксиапатит, содержащий материал, вводимый в парафрактурную зону, который стимулирует остеогенез и улучшает исходы лечения у больных с неблагоприятными переломами диафиза бедренной кости [5].

Известны также работы, посвященные результатам применения металлофиксаторов с алмазоподобным покрытием (DLC-покрытие) для чрескостного остеосинтеза, в которых указывается на увеличение объема новообразованной кости в спицевых каналах при их имплантации [6]. Таким эффектом обладают и имплантаты с биоактивным кальций-фосфатным покрытием [7].

В связи с тем что у пострадавших с политравмой снижен регенераторный потенциал, использование фиксаторов костей с биологически активной поверхностью может стать эффективной технологией для активации остеорепаляции у данных пациентов.

**Цель:** оценить эффективность и безопасность применения спиц для чрескостного остеосинтеза с гидроксиапатитным покрытием у больных с переломами шейки бедренной кости в условиях множественной травмы.

**Материал и методы.** Обследованы пациенты обоего пола (n=26) с тяжелой степенью тяжести повреждений (по шкале ISS тяжесть травмы соответствовала 22–27 баллам). У пострадавших выявлены повреждения: перелом шейки бедренной кости

Ответственный автор — Солдатов Юрий Петрович  
Тел.: +7 (905) 8534866  
E-mail: soldatov-up@mail.ru

(у всех больных), который сочетался с ушибом головного мозга (6 случаев), ушибом почки (12 случаев), переломами костей таза (18 случаев), переломами ребер (8 случаев), переломами костей голени (4 случая), разрывом легкого (4 случая).

Пострадавшие поступали в стационар в первые сутки после травмы. Всем пострадавшим произведено лечение, направленное на стабилизацию функции внутренних органов и систем. При этом в первые сутки лечения производили остеосинтез шейки бедренной кости пучком спиц с монтажом аппарата Илизарова (рисунком).

Пациенты были рандомизированы на две группы. В первую, основную, группу вошли 11 больных (46–75 лет, средний возраст  $62,0 \pm 13,5$  года), при лечении которых использовались спицы с гидроксиапатитным (ГА) покрытием (регистрационное удостоверение №ФСР2011/10314 от 18 марта 2011 г., срок действия не ограничен, НПО «Медтех», Тольятти) для фиксации костных фрагментов и стимуляции остеогенеза. Группу сравнения (контрольная группа) составили 15 пациентов, при лечении которых использовались спицы без покрытия (47–70 лет, средний возраст  $57,8 \pm 12,8$  года).

Распределение больных обеих групп с переломами шейки бедренной кости по анатомической локализации было следующим: субкапитальный (основная группа/группа контроля) — 6/7; трансцервикальный — 2/6; базальный — 3/2. Пострадавшим основной группы с субкапитальными переломами шейки бедренной кости осуществляли остеосинтез диафиксирующими спицами в количестве восьми (четыре из них с гидроксиапатитным покрытием) и компрессирующим стержнем. При трансцервикальных переломах фиксацию перелома проводили диафиксирующими спицами в количестве шести (три с гидроксиапатитным напылением) и компрессирующим стержнем. При базальных переломах использовали компрессирующий стержень и 4 диафиксирующие спицы, две из которых с гидроксиапатитным покрытием. Оценку результатов лечения осуществляли по модифицированной шкале Маттиса–Любошица–Шварцберга.

Анализы сыворотки крови выполняли до хирургического лечения, на третьи, четырнадцатые сутки после операции, перед снятием аппарата Илизарова (70–105 дней после оперативного вмешательства).

Эффективность применения фиксаторов с ГА покрытием определяли посредством анализа лабораторных тестов (активность щелочной фосфатазы (ЩФ) и костного (тарtratрезистентного) изофермента кислой фосфатазы (ТрКФ), концентрация кальция (общего и ионизированного) и фосфата). Заключение о безопасности фиксаторов осуществляли на основе определения активности аминотрансфераз (АлАТ, АсАТ), концентрации общего белка (ОБ), С-реактивного белка (СРБ), мочевины, креатинина, глюкозы, натрия, калия, хлоридов в сыворотке крови.

На автоматическом биохимическом анализаторе Hitachi/ВМ 902 (F. Hoffmann — La Roche Ltd./Roche Diagnostics GmbH, Япония) определяли ферментную активность, содержание общего белка, фосфата, кальция, креатинина, мочевины, калия, натрия, хлорида, СРБ и глюкозы. Для этого применяли наборы реагентов фирмы Vital Diagnostic (СПб.). Концентрацию ионизированного кальция рассчитывали из содержания общего кальция по белку сыворотки. Полученные биохимические показатели сравнивали

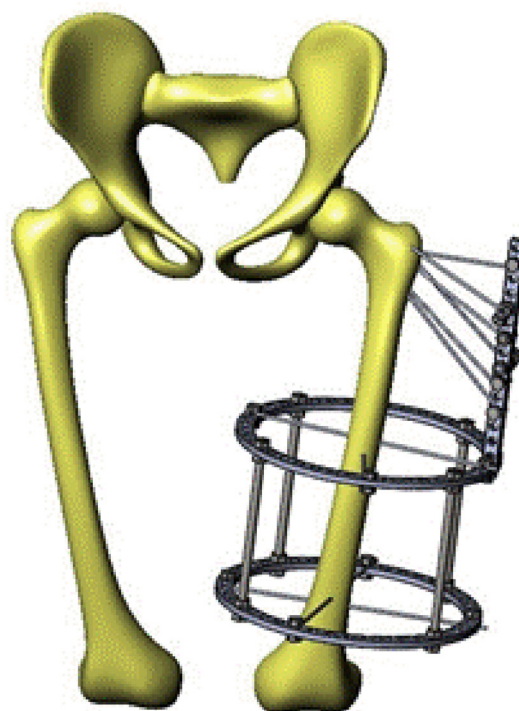


Схема остеосинтеза шейки бедренной кости пучком спиц

с показателями крови у 28 здоровых людей обоего пола в возрасте 40–59 лет.

Исследование проводилось в соответствии с Хельсинкской декларацией «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека». Применен ГОСТ Р ИСО 14155–2014 «Клинические исследования. Надлежащая клиническая практика». На проведение исследования получено разрешение локального этического комитета.

Формат представления данных в таблицах: средняя арифметическая и стандартное отклонение ( $\bar{X} \pm SD$ ). Для частот событий рассчитывали 5–95%-й доверительный интервал. Нормальность выборок оценивали с применением критерия Шапиро–Уилка. Распределение нормальное. Значимость различий показателей исследуемых групп с нормой, а также между группами на сроках наблюдения оценивали с помощью непараметрического Т-критерия Манна–Уитни. Значимость различий между частотами нежелательных событий исследуемых групп оценивали с применением критерия  $\chi^2$ . Для расчетов использовали программу AtteStat 1.0. Различия считали значимыми при уровне значимости  $p < 0,05$ .

#### Результаты.

**1. Эффективность.** У пострадавших основной группы сроки чрескостной фиксации перелома в среднем в 1,2 раза меньше по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,05$ ) (табл. 1).

Результаты лечения пациентов обследованных групп на сроках до одного года после операции представлены в табл. 2.

Согласно данным табл. 1 и табл. 2 эффективность лечения больных основной группы составила 90,9% (ДИ 67,9–99,9%) положительных результатов, в контрольной группе 73,3% (ДИ 48,9–91,8%). Различия между группами статистически не значимы. На результаты лечения пострадавших анатомическая локализация перелома шейки бедренной кости

Таблица 1

**Продолжительность фиксации шейки бедренной кости в условиях политравмы в зависимости от степени смещения костных фрагментов и величины угла перелома ( $\bar{X}_i \pm SD$ )**

Степень смещения костных фрагментов (по Garden)	Угол перелома (по Pauwels)	Продолжительность фиксации костных отломков (сутки)	
		основная группа (n=11)	контрольная группа (n=15)
II	30–50°	71±3,1*	87±6,4
	>50°	80±0,1*	103±9,5
	<30°	75±0,3*	95±1,3
III	30–50°	73±3,0*	90±4,0
	>50°	81±3,0*	104±4,9

Примечание: \* — различия с контрольной группой значимы при  $p < 0,05$ .

Таблица 2

**Отдаленные результаты лечения пострадавших с переломом шейки бедренной кости в зависимости от его анатомической локализации**

Анатомическая локализация перелома	Результат лечения		
	хороший	удовлетв.	неудовлетв.
Субкапитальный (О/К)	5/1	0/5	0/1
Трансцервикальный (О/К)	1/1	1/3	1/2
Базальный (О/К)	2/1	1/0	0/1
Итого (О/К)	8/3	2/8	1/4

Примечание: О — основная группа; К — группа контроля.

Таблица 3

**Маркеры обмена костной ткани в сыворотке крови больных ( $\bar{X}_i \pm SD$ )**

Показатель	Группа	Норма	До операции	Кол-во суток после операции		
				3 суток	14 суток	перед демонтажом аппарата Илизарова
ЩФ, Е/л	О	78±29	90±20	69±33	125±33*#	93±8
	К	78±29	79±22	86±16	91±25	93±23
ТрКФ, Е/л	О	4,3±0,6	4,3±1,3	4,2±1,1	4,8±1,2	5,6±1,9
	К	4,3±0,6	4,0±1,2	4,8±1,9	4,7±0,9	6,0±1,2*
Са, ммоль/л	О	2,41±0,13	2,28±0,12	2,25±0,09*	2,28±0,09	2,44±0,16
	К	2,41±0,13	2,28±0,11	2,24±0,16*	2,28±0,16	2,43±0,07
СаИОН, ммоль/л	О	1,01±0,06	1,01±0,07	1,04±0,08	1,05±0,07	1,00±0,06
	К	1,01±0,06	1,09±0,06	1,07±0,07	1,10±0,07	1,02±0,04
Р, ммоль/л	О	1,20±0,16	1,12±0,16	1,07±0,09*	1,29±0,15	1,21±0,14
	К	1,20±0,16	1,14±0,17	1,24±0,46	1,27±0,20	1,20±0,16

Примечание: ЩФ — щелочная фосфатаза; ТрКФ — тарtrateзистентный изофермент кислой фосфатазы; Са — общий кальций; СаИОН — ионизированный кальций; \* — различия по сравнению с нормой статистически значимы при  $p < 0,05$ ; # — различия по сравнению с контрольной группой статистически значимы при  $p < 0,05$ ; О — основная группа; К — группа контроля.

не влияла. Ложные суставы, асептический некроз головки бедренной кости, а также снижение качества жизни пациента приводили к неудовлетворительным результатам лечения.

Сравнительный анализ изменений лабораторных показателей сыворотки крови показал, что у пациентов с использованием спиц с гидроксиапатитным покрытием (основная группа) на 14-е сутки после операции значимо ( $p=0,04$ ) повышалась активность щелочной фосфатазы относительно референсных значений и значений группы сравнения (табл. 3).

В то же время активность ТрКФ к концу лечения выше у пациентов контрольной группы ( $p=0,03$ ).

На третьи сутки после операции отмечалось статистически значимое снижение относительно нормы концентрации общего кальция в крови обследованных пациентов. При этом уровень ионизированного кальция в крови пациентов обеих групп оставался относительно постоянным и не отличался от нормы и дооперационных значений на протяжении всего периода лечения.

**2. Безопасность.** Серьезных нежелательных событий (аллергические реакции, отеки, воспаления, остеомиелит и др.) у пациентов обеих групп в ходе лечения не отмечалось.

Существенных отличий между лабораторными показателями пациентов исследуемых групп также не выявлено. На протяжении всего периода лечения в сыворотке крови больных обеих групп была повышена концентрация С-реактивного белка, отмечалась незначительная гипопроотеинемия. Наблюдаемые изменения можно считать неспецифической реакцией организма на травму и последующую операцию. Концентрация мочевины, креатинина, глюкозы, калия, натрия и хлоридов, а также активность аминотрансфераз в сыворотке крови пациентов обеих обследованных групп в ходе лечения статистически значимо не изменялись. На момент демонтажа аппарата Илизарова частоты изменений лабораторных показателей у пациентов основной группы были сопоставимы и не отличались от значений группы контроля.

**Обсуждение.** На сегодняшний день недостаточно литературных данных о результативности применения малоинвазивных методик остеосинтеза шейки бедренной кости в условиях множественной травмы. Имеются экспериментальные исследования, в которых при моделировании переломов шейки бедренной кости у животных, у которых использовались титановые имплантаты с кальцийфосфатным покрытием, по сравнению с группой, где применялись спицы без покрытия, отмечена статистически значимо ускоренная регенерация костной ткани [8].

Клинические же исследования в основном посвящены оценке опыта применения методик остеосинтеза перелома шейки бедра пучком спиц (без множественной травмы). При этом процент неудовлетворительных результатов лечения колеблется от 22,5 до 64,7% [9], что вполне согласуется с полученными нами данными (26,7%) при применении фиксации перелома пучком биоинертных спиц (контрольная группа).

Наши исследования впервые демонстрируют эффективность применения биоактивных спиц для остеосинтеза перелома шейки бедренной кости в условиях множественной травмы, что позволило снизить процент неудовлетворительных результатов до 9,1%. В этом плане наши данные сопоставимы с данными Р.С. Титова с соавторами (2012) [10], которым удалось снизить число плохих исходов лечения у пострадавших с переломами шейки бедра с 29,2 до 8,0% путем введения гидроксиапатита в область дефекта губчатого вещества шейки бедра во время операции.

Результаты проведенного нами исследования также указывают на то, что использование спиц с ГА покрытием у больных основной группы активировало остеорепаративные процессы в большей степени, чем у пациентов, пролеченных с использованием спиц без ГА покрытия. У больных основной группы активизировались остеосинтетические процессы, следствием чего было повышение активности щелочной фосфатазы.

Проведенная оценка параметров безопасности, в свою очередь, не выявила значимых различий между сравниваемыми группами. Эти данные позволяют рекомендовать применение спиц с гидроксиапатитным покрытием при остеосинтезе шейки бедра в условиях множественной травмы как малоинвазивный способ, повышающий регенерацию кости.

**Заключение.** По полученным результатам проведенного исследования можно заключить, что при применении спиц с ГА при лечении пациентов с переломами шейки бедренной кости в условиях множественной травмы присутствуют признаки активации остеорепаративных процессов в сравнении с применением обычных спиц, без ГА покрытия, что проявляется в снижении длительности фиксации костных отломков и увеличении числа положительных результатов лечения. Отклонения от нормы лабораторных показателей сыворотки крови у больных основной группы были сопоставимы с пациентами контрольной группы. Эти данные подтверждают безопасность применения спиц с ГА покрытием для остеосинтеза шейки бедренной кости в условиях множественной травмы.

**Конфликт интересов** не заявляется.

## References (Литература)

1. Agadzhanian VV. Polytrauma: problems and practicalities. *Journal Polytrauma* 2006; (1): 5–8. Russian (Агаджанян В.В. Политравма: проблемы и практические вопросы. *Политравма* 2006; (1): 5–8).
2. Vlasenko AV, Dobrushina OR, Yakovlev VN, et al. Analysis of the causes of death in victims with severe concomitant injury in an intensive care unit of a multidisciplinary hospital 2009; 5 (6): 31–5. Russian (Власенко А.В., Добрушина О.Р., Яковлев В.Н. и др. Анализ причин летальности пострадавших с сочетанной травмой в отделении реанимации многопрофильного стационара. *Общая реаниматология* 2009; 5 (6): 31–5).
3. Gural KA, Protasov EYu. Terms and volume of operative intervention in polytrauma. *Siberian Medical Journal (Tomsk)* 2008; 23 (3-2): 50–9. Russian (Гураль К.А., Протасов Е.Ю. Сроки и объем оперативного вмешательства при политравме. *Сибирский медицинский журнал (Томск)* 2008; 23 (3-2): 50–9).
4. Shved SI, Sysenko YuM, Novichkov SI, et al. The role of the transosseous osteosynthesis according to Ilizarov in the system of rehabilitation of traumatological patients with multiple bone fractures. *The Genius of Orthopedics* 2000; (2): 5–9. Russian (Швед С.И., Сысенко Ю.М., Новичков С.И. и др. Роль чрескостного остеосинтеза по Илизарову в системе реабилитации травматологических больных с множественными переломами костей. *Гений ортопедии* 2000; (2): 5–9).
5. Kavalerskii GM, Gordeev GG, Germanov VG, et al. Surgical treatment of patients with severe multiple and associated trauma with the use hydroxyapatite contain material. *Moscow Surgical Journal* 2011; 18 (2): 35–9. Russian (Кавалерский Г.М., Гордеев Г.Г., Германов В.Г. и др. Хирургическое лечение больных с тяжелой множественной и сочетанной травмой с применением гидроксиапатитсодержащего материала. *Московский хирургический журнал* 2011; 18 (2): 35–9).
6. Ganzha AA, Gyulnazarova SV, Kudryavtseva IP. About the reaction of osteoporotic bone on the metallofixator implants with diamond-like carbon coatings (an experimental study). *Modern problems of science and education* 2015; (4). URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21164>. Russian (Ганжа А.А., Гюльнзарова С.В., Кудрявцева И.П. О реакции остеопоротически перестроенной кости на введение металлофиксаторов с алмазоподобным покрытием (экспериментальное исследование). *Современные проблемы науки и образования* 2015; (4). URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21164>).
7. Popov VP, Zavadovskaya VD, Khlusov IA, et al. Efficacy of osteosynthesis of tubular bone fractures with the use of implants with different coatings. *Siberian Medical Journal (Tomsk)* 2013; 28 (1): 79–82. Russian (Попов В.П., Завадовская В.Д., Хлусов И.А. и др. Эффективность остеосинтеза при переломах трубчатых костей с использованием имплантатов с различными покрытиями. *Сибирский медицинский журнал (Томск)* 2013; 28 (1): 79–82).
8. Kazanin KS, Basov AV, Shpakovskiy MS, et al. Results of bone regenerate study after osteosynthesis with bioinert and calcium phosphate-coated bioactive implants in experimental femoral neck fractures (experimental study). *Traumatology and Orthopedics of Russia* 2015; (3): 51–60. Russian (Казанин К.С.,

Басов А. В., Шпаковский М. С. и др. Сравнительное исследование костного регенерата после остеосинтеза переломов шейки бедренной кости биоинертными и биоактивными имплантатами с кальцийфосфатным покрытием (экспериментальное исследование). Травматология и ортопедия России 2015; (3): 51–60.

9. Ardashev IP, Grigoruk AA, Kalashnikov VV, et al. Experience in femoral neck fractures treatment with beams of V-shaped spokes. Medicine in Kuzbass 2012; (2): 18–23. Russian (Ардашев И. П., Григоруку А. А., Калашников В. В. и др.

Опыт лечения переломов шейки бедренной кости пучками V-образных спиц. Медицина в Кузбассе 2012; (2): 18–23).

10. Titov RS, Klyukvin IYu, Filippov OP, et al. Use of hydroxyapatite in treatment patients with femoral neck fractures. Sklifosovsky Journal "Emergency Medical Care" 2012; (4): 22–5. Russian (Титов Р. С., Ключкин И. Ю., Филиппов О. П. и др. Использование гидроксиапатита в лечении больных с переломами шейки бедренной кости. Журнал им. Н. В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь» 2012; (4): 22–5).

