

## ТРАВМАТОЛОГИЯ TRAUMATOLOGY

### НАШ ПЕРВЫЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОКСИАПАТИТНОЙ ПАСТЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ИНТЕГРАЦИИ ГЛЕНОИДАЛЬНОГО КОМПОНЕНТА РЕВЕРСИВНОГО ПРОТЕЗА ПРИ КОСТНОМ ДЕФЕКТЕ ЛОПАТКИ (СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ)

Карапетян Г.С.,  
Шуйский А.А.

ФГБУ «Национальный медицинский  
исследовательский центр травматологии  
и ортопедии имени Н.Н. Приорова»  
Минздрава России (127299, г. Москва  
ул. Приорова, 10, Россия)

Автор, ответственный за переписку:  
Шуйский Артём Анатольевич,  
e-mail: shuj-artiom@mail.ru

#### РЕЗЮМЕ

*Проблема реверсивного эндопротезирования плечевого сустава при различных деформациях гленоида является актуальной для современной травматологии и ортопедии. Кроме различных дефектов, методами решения которых могут быть эксцентричная разработка гленоида фрезами, костная аутопластика, аугментация, применение индивидуальных конструкций, травматологам-ортопедам приходится сталкиваться со снижением минеральной плотности костной ткани лопатки.*

**Целью** настоящего исследования является демонстрация возможности применения пасты с гидроксиапатитом совместно с костной аутопластикой при ревизионном эндопротезировании плечевого сустава в условиях массивного дефекта и сниженной плотности костной ткани гленоида.

**Обсуждение.** В статье представлен случай оперативного лечения пациентки с последствиями перелома проксимального метаэпифиза плечевой кости и локальным остеопорозом гленоида методом реверсивного эндопротезирования в сочетании с применением гидроксиапатитной пасты. Дано подробное описание техники операции.

**Заключение.** Описываемый клинический случай демонстрирует эффективность методики применения препаратов гидроксиапатита при эндопротезировании плечевого сустава.

**Ключевые слова:** плечевой сустав, омартроз, реверсивное эндопротезирование, гленоид, гидроксиапатит, остеопороз

Статья поступила: 29.03.2022

Статья принята: 01.02.2023

Статья опубликована: 05.05.2023

**Для цитирования:** Карапетян Г.С., Шуйский А.А. Наш первый опыт использования гидроксиапатитной пасты для улучшения интеграции гленоидального компонента реверсивного протеза при костном дефекте лопатки (случай из практики). *Acta biomedica scientifica*. 2023; 8(2): 203-213. doi: 10.29413/ABS.2023-8.2.20

## OUR FIRST EXPERIENCE WITH THE USE OF HYDROXYAPATITE PASTE TO IMPROVE THE INTEGRATION OF THE GLENOID COMPONENT OF A REVERSE PROSTHESIS WITH A BONE DEFECT OF THE SCAPULA (CASE REPORT)

**Karapetyan G.S.,  
Shuyskiy A.A.**

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

Corresponding author:  
**Artyom A. Shuyskiy,**  
e-mail: shuj-artyom@mail.ru

### ABSTRACT

---

*The problem of reverse shoulder arthroplasty with various deformities of the glenoid is relevant for modern traumatology and orthopedics. In addition to various defects, the methods of solving which can be eccentric reaming of the glenoid by milling cutters, bone autoplasty, augmentation, the use of individual implants, orthopedic traumatologists have to deal with a decrease in the mineral density of the bone tissue of the scapula.*

**The aim of this study** is to demonstrate the possibility of using hydroxyapatite paste together with bone autoplasty in revision shoulder arthroplasty in conditions of a massive defect and reduced glenoid bone density.

**Discussion.** The article presents a case of surgical treatment of a patient with the consequences of a fracture of the proximal metaepiphysis of the humerus and local osteoporosis of the glenoid by the method of reverse shoulder arthroplasty in combination with the use of hydroxyapatite paste. A detailed description of the operation technique is given.

**Conclusion.** The described clinical case demonstrates the effectiveness of the technique of using hydroxyapatite preparations for shoulder joint replacement.

**Key words:** shoulder joint, omarthrosis, reverse arthroplasty, glenoid, hydroxyapatite, osteoporosis

Received: 29.03.2022  
Accepted: 01.02.2023  
Published: 05.05.2023

**For citation:** Karapetyan G.S., Shuyskiy A.A. Our first experience with the use of hydroxyapatite paste to improve the integration of the glenoid component of a reverse prosthesis with a bone defect of the scapula (case report). *Acta biomedica scientifica*. 2023; 8(2): 203-213. doi: 10.29413/ABS.2023-8.2.20

Проблема реверсивного эндопротезирования плечевого сустава при различных деформациях гленоида является актуальной для современной травматологии и ортопедии [1–7]. Кроме различных дефектов, методами решения которых могут быть эксцентричная разработка гленоида фрезами, костная аутопластика, аугментация, применение индивидуальных конструкций, травматологам-ортопедам приходится справляться со снижением минеральной плотности костной ткани лопатки [8–10]. Локальный остеопороз суставной поверхности лопатки является как минимум риском асептической нестабильности имплантированного метаглена; также при выраженном снижении минеральной плотности костной ткани лопатки стабильная установка метаглена вовсе невозможна. Кроме системной терапии остеопороза, хирургическим решением проблемы является использование трансплантатов, специальных компонентов для более стабильной фиксации (первично-ревизионные метаглены с ревизионной ножкой, удлинённые винты и др.), препаратов с остеостимулирующим эффектом в виде гранул, пластин, паст на основе гидроксиапатита [1–7, 11–13].

Синтетический гидроксиапатит с формулой  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  по своим химическим свойствам идентичен минеральному составу костной ткани – биологическому гидроксиапатиту. Современной наукой выявлено, что на поверхности биоактивного материала абсорбируются протеины крови и межклеточного матрикса (фибронектин, витронектин, фибриноген, остеокальцин, костные сиалопротеины, иммуноглобулины, альбумин и др.) сразу после его имплантации в тканевую среду [14]. В свою очередь, поверхность любого имплантата почти никогда не вступает в прямой контакт с тканями организма [14]. Слой абсорбируемых на поверхности биоматериала белков инициирует клеточную адгезию, а также обеспечивает транспорт информации клеткам через рецепторы клеточной адгезии – интегрины [14]. Фибронектин и витронектин, которые относятся к семейству интегринов, участвуют в процессах адгезии остеобластов и их клеток-предшественников к поверхности кальций-фосфатных биоматериалов [14]. Морфология, количество и распределение абсорбируемых веществ зависит от физико-химических свойств поверхности биоматериала, таких как электрический заряд, химический состав, шероховатость и др. [14]. Препараты гидроксиапатита служат постепенно резорбируемой матрицей, обладающей остеокондуктивными и остеоиндуктивными свойствами, к которой прикрепляются предшественники остеобластов с последующим ростом и формированием кости [14]. На основании данных литературы известен положительный опыт применения цемента и паст с гидроксиапатитом вместе с ортопедическими имплантами с целью увеличения их стабильности, особенно при неудовлетворительном качестве костной ткани [15, 16].

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Демонстрация возможности применения пасты с гидроксиапатитом совместно с костной аутопластикой

при ревизионном эндопротезировании плечевого сустава в условиях массивного дефекта и сниженной плотности костной ткани гленоида.

## КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

Пациентка К., 1949 года рождения, с 31.01.2022 находилась на лечении в отделении ортопедии взрослых ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России с болями и ограничением движений в правом плечевом суставе. Со слов больной и по документации, травма получена 19.12.2017 в результате падения на правое плечо в быту. По экстренным показаниям 19.12.2017 производился остеосинтез перелома шейки плечевой кости пластиной, в динамике – отсутствие консолидации перелома. Анамнестически болевой синдром составлял до 6 баллов по визуальной аналоговой шкале (VAS, visual analogue scale); функция конечности оценивалась 61,7 балла по опроснику DASH (Disability of the Arm, Shoulder and Hand). В связи с нарушением функции конечности и болевым синдромом произведено удаление пластины через 8 месяцев с момента операции (рис. 1).

В связи с формированием дефекта-псевдоартроза проксимального отдела плечевой кости и выраженного нарушения функции верхней конечности 23.09.2019 произведено гемизендопротезирование плечевого сустава (рис. 2).

Учитывая исходную гипотрофию дельтовидной мышцы от бездействия, несостоятельность сухожилия надостной мышцы, функционален сустав после эндопротезирования головки плеча не был (нарушение функции верхней конечности – 53,3 балла DASH), в связи с чем 10.06.2021 было выполнено реэндопротезирование плечевого сустава эндопротезом реверсивного типа (рис. 3).

Ранний послеоперационный период протекал без осложнений, пациентка проходила курсы реабилитации, отмечала улучшение функции сустава. В динамике пациентка отметила ощущение нестабильности в суставе, ухудшение функции конечности (изменение оценочных баллов по опроснику DASH с 35,8 до 65,8 балла), обратилась к врачу и 31.01.2022 была госпитализирована в ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России (рис. 4).

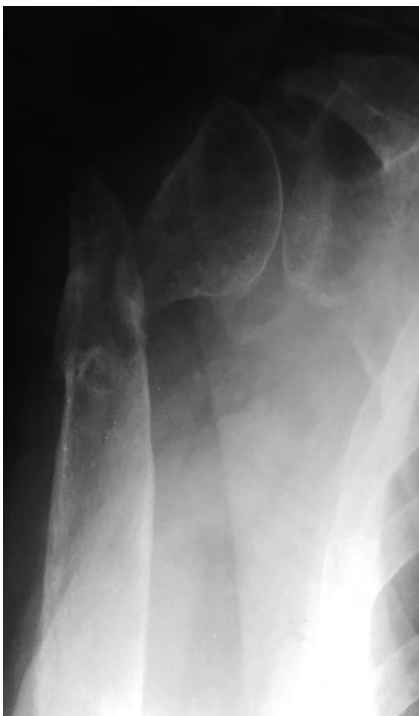
В ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России пациентка дообследована: рентгенологически и по данным компьютерной томографии (КТ) выявлена асептическая нестабильность, миграция всего гленоидального компонента эндопротеза (метаглена с гленосферой), резорбция костной ткани гленоида с формированием выраженного медиализирующего дефекта костной ткани. Плотность костной ткани гленоида также была выражено снижена (с участками со средним значением около 50 HU), несмотря на то, что ранее пациентка получала лечение остеопороза, антирезорбтивную терапию (рис. 5).



**а**



**б**



**в**



**г**



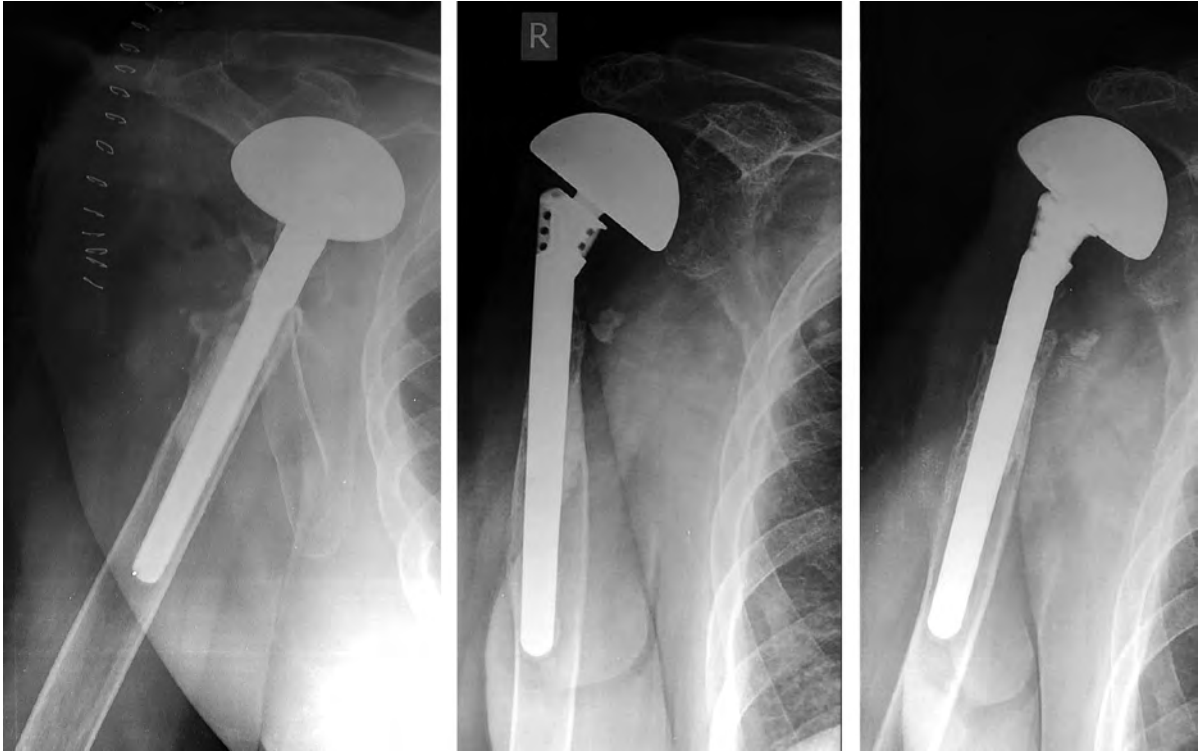
**д**

**РИС. 1.**

Пациентка К., рентгенологическая картина полученного перелома плечевой кости, послеоперационные рентгенограммы: **а** – рентгенограмма полученного перелома плечевой кости; **б** – рентгенограмма после выполненного остеосинтеза; **в–д** – рентгенологическая картина после удаления металлоконструкции: формирование дефекта-псевдоартроза проксимального отдела плечевой кости

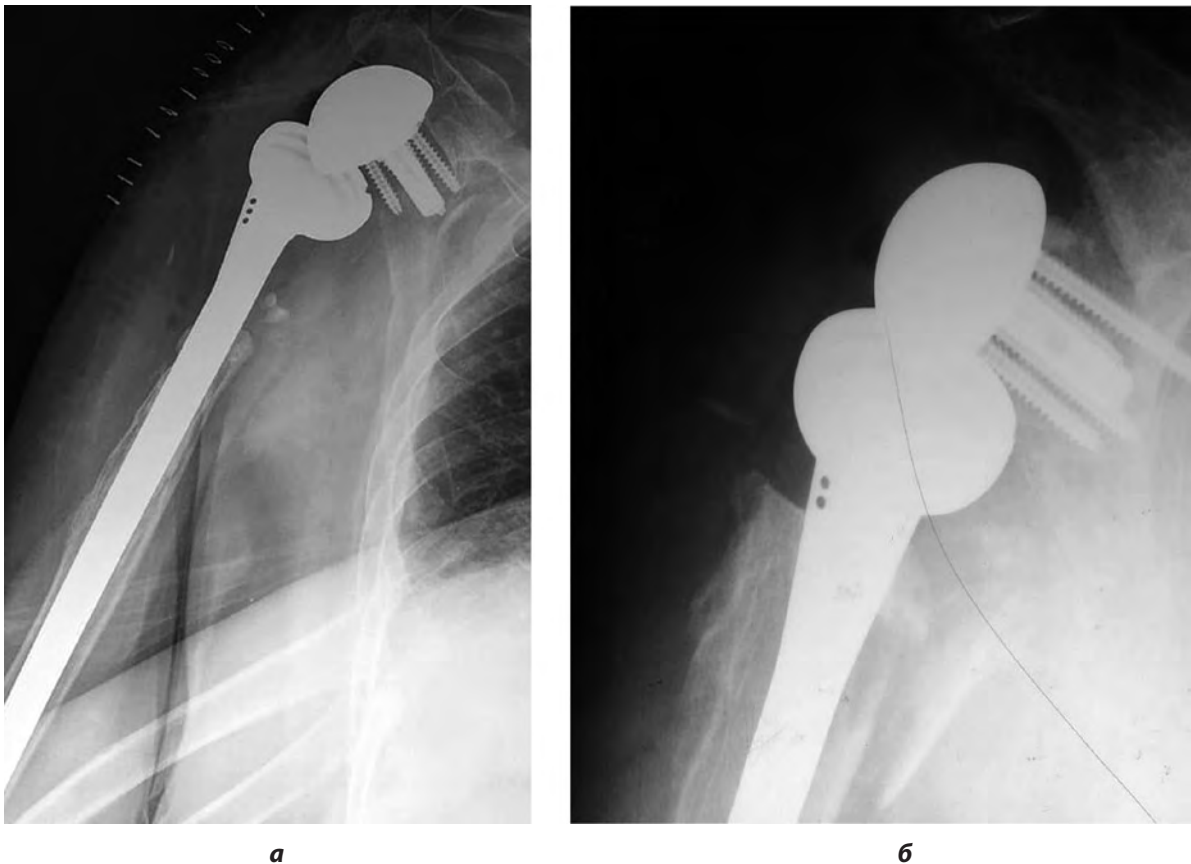
**FIG. 1.**

Patient K., X-ray picture of the resulting fracture of the humerus, postoperative radiographs of the patient: **a** – X-ray of the fracture of the humerus; **б** – X-ray of the patient after osteosynthesis; **в–д** – X-ray picture after removal of the plate: the formation of a defect-pseudoarthrosis of the proximal humerus



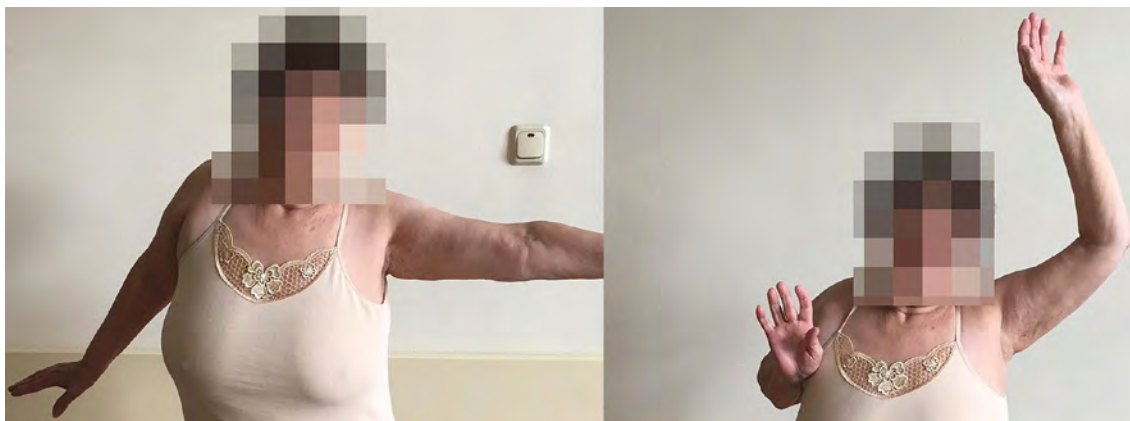
**РИС. 2.**  
Пациентка К., рентгенологическая картина после гемизендо-  
протезирования плечевого сустава

**FIG. 2.**  
Patient K., X-ray after shoulder hemiarthroplasty



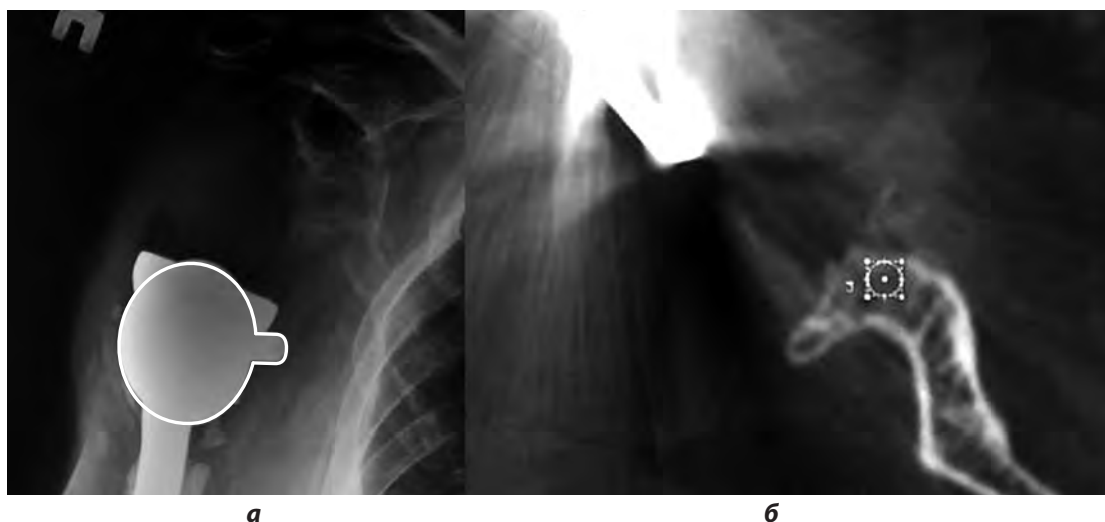
**РИС. 3.**  
Пациентка К., рентгенологическая картина сразу после (а)  
и через 3 месяца (б) имплантации ревизионного реверсивного  
эндопротеза плечевого сустава

**FIG. 3.**  
Patient K., X-ray picture straight after (a) and 3 month after (b) re-  
vision reverse shoulder arthroplasty



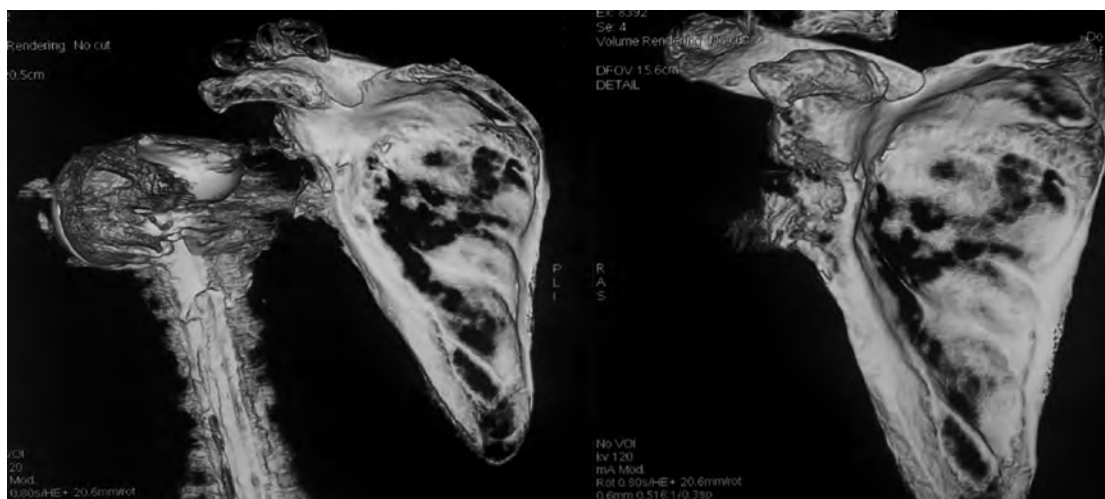
**РИС. 4.**  
Пациентка К., клиническая картина на момент обращения в ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России

**FIG. 4.**  
Patient K., clinical picture at the time of contacting the National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov



**а**

**б**



**в**

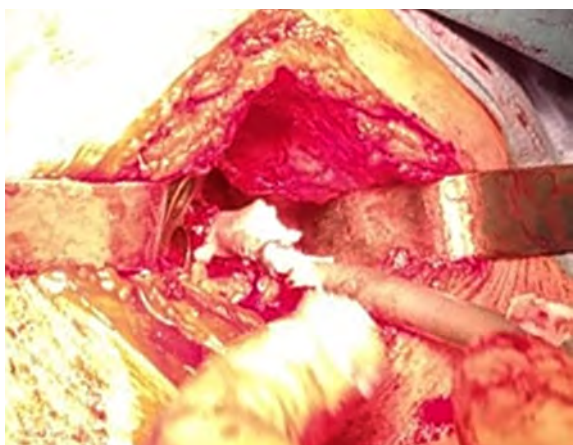
**РИС. 5.**  
Пациентка К., рентгенологическая картина нестабильности, миграции лопаточного компонента эндопротеза, деструкции гленоида: **а** – рентгенограмма плечевого сустава, контур лопаточного компонента обведён белым цветом; **б** – КТ, аксиальный срез гленоида, визуализируется дефект костной ткани; **в** – трёхмерное моделирование лопатки с визуализацией гленоида по данным КТ

**FIG. 5.**  
Patient K., X-ray picture of instability, migration of the scapular component of the endoprosthesis, destruction of the glenoid: **а** – X-ray of the shoulder joint, the outline of the scapular component is circled in white; **б** – CT, is an axial section of the glenoid, a bone defect is visualized; **в** – three-dimensional modeling of the scapula with visualization of the glenoid according to CT



сты в сформированный канал; через трансплантат произведена имплантация метаглена с удлинённой ножкой.

Учитывая предоперационное планирование, произведено рассверливание каналов винтов через участки с максимально компактным содержанием плотной костной ткани, по вышеописанной методике шприцом в каналы введена гидроксиапатитная паста, а также препарат дополнительно нанесён на сами винты (рис. 9). Выполнены установка винтов, гленосферы и вкладыша, вправление эндопротеза, ушивание ран.



**РИС. 9.**  
Пациентка К., нанесение остеопластического материала на устанавливаемые винты

**FIG. 9.**  
Patient K., application of osteoplastic material to the screws to be installed

### Послеоперационный период

Производился послеоперационный рентген-контроль. На рентгенограммах, выполненных в двух проекциях, визуализируется корректно, стабильно установленный реверсивный эндопротез плечевого сустава с увеличенным за счёт костного трансплантата офсета (рис. 10).

Послеоперационный период проходил без осложнений. Пациентка получала антибактериальную профилактику гнойно-воспалительных осложнений, антикоагулянтную профилактику, симптоматическую и гастропротекторную терапию. По данным микробиологического исследования интраоперационного материала роста микрофлоры не выявлено. Электростимуляция дельтовидной мышцы и механотерапия начата в раннем послеоперационном периоде в стационаре. После выписки пациентка продолжала реабилитационные мероприятия, физиотерапевтическое лечение под наблюдением ортопеда и реабилитолога. Пациентка консультирована специалистами по лечению остеопороза ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, получала остеотропную лекарственную терапию. Гнойно-воспалительных осложнений не было.

Через 3 месяца с момента вмешательства выполнена компьютерная томография для оценки остеоинтеграции метаглена и перестройки трансплантата. На томографических срезах определялись перестройка и консолидация аутокости, стабильная установка компонентов протеза без признаков периимплантной реакции костной ткани (рис. 11, 12, 13).



**РИС. 10.**  
Пациентка К., послеоперационные рентгенограммы



**FIG. 10.**  
Patient K., postoperative X-ray





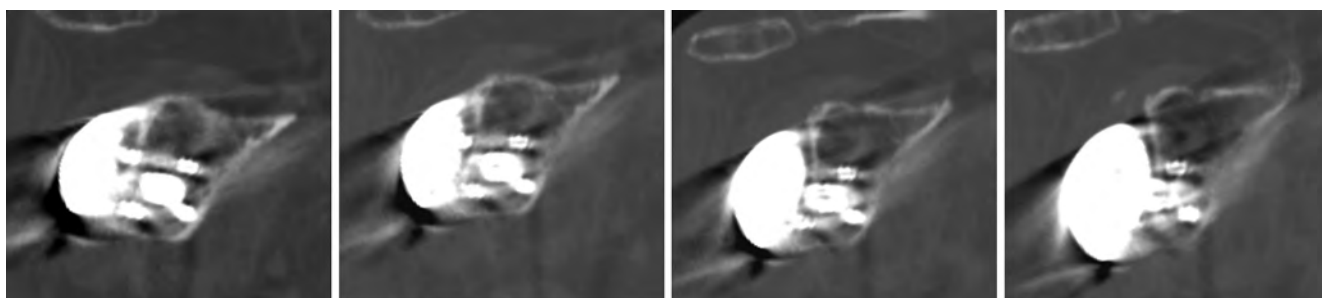
**РИС. 11.**  
Пациентка К., рентгенологический контроль в отдалённые сроки после операции

**FIG. 11.**  
Patient K., X-ray control in the long term after surgery

Среднесрочные клинические результаты оценены через 5 месяцев; с учётом сложности случая достигнуто улучшение амплитуды движения, пациентку не беспокоил болевой синдром, функция конечности оценена на 25,8 балла по DASH (рис. 14).

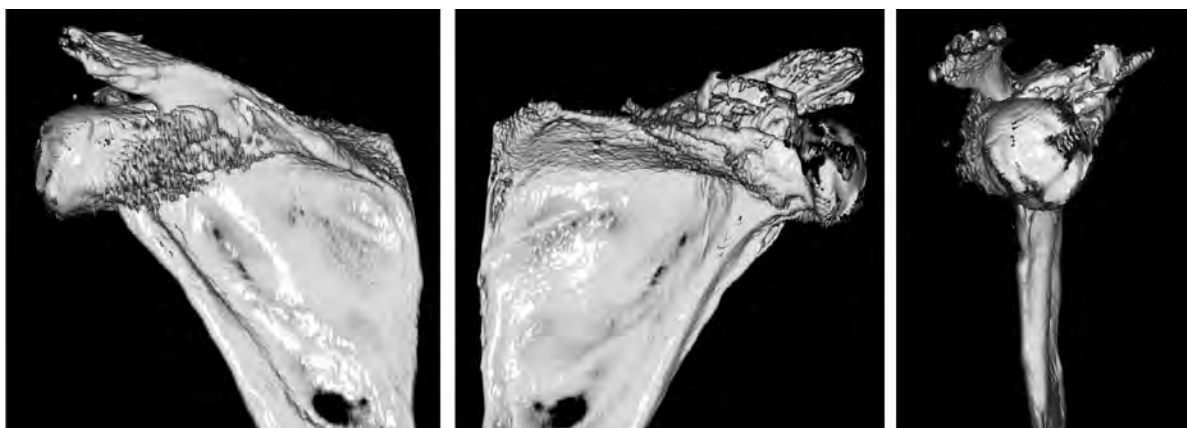
## ОБСУЖДЕНИЕ

В ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России накоплен обширный опыт использования биоактивных материалов на основе гидроксиапатита и коллагена для замещения дефектов костей, пластики костно-хрящевых повреждений, стимуляции репаративного остеогенеза, лечения остеомиелита, использования в онкоортопедии. Выявлены положительные остеоиндуктивные и остеокондуктивные свойства данных материалов. Применяемая в клиническом случае паста является незатвердевающей гидроксиапатитной массой, полностью заполняющей костный дефект. Материал привлекает биомолекулы, необходимые для регенеративного процесса, и наряду с локальным повышением уровня ионов способствует его остеостимулирующему эффекту. Колонизация остеобластов и васкуляризация происходят по всему пастообразному имплантату. Опосредованная клетками резорбция материала происходит в течение нескольких месяцев одновременно с формированием зрелой кости.



**РИС. 12.**  
Пациентка К., КТ-контроль в отдалённые сроки после операции

**FIG. 12.**  
Patient K., CT control in the long term after surgery



**РИС. 13.**  
Пациентка К., КТ-контроль в отдалённые сроки после операции: трёхмерная модель лопатки с установленной гленосферой

**FIG. 13.**  
Patient K., CT control in the long term after surgery: 3D model of the scapula with the installed glenosphere



**РИС. 14.**  
Пациентка К., среднесрочный функциональный результат



**FIG. 14.**  
Patient K., medium-term functional outcome

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведённый нами клинический случай иллюстрирует возможности эффективного применения достижений биоинженерии в виде остеоактивного материала гидроксиапатита в форме пасты при сложном ревизионном эндопротезировании плечевого сустава. Данная методика позволяет нивелировать нежелательные последствия сниженной минеральной плотности костной ткани гленоида, которой является асептическая нестабильность гленоидального компонента эндопротеза. Использование цемента с гидроксиапатитом и совместное использование гидроксиапатита в виде гелей, гранул, паст для улучшения фиксации винтов уже доказало свою эффективность в вертебрологической ортопедической практике и нейрохирургии. Позитивный опыт использования данной вспомогательной техники в спинальной хирургии и настоящий клинический пример могут являться обоснованием для необходимости дальнейшей разработки данной проблемы и внедрения технологии в практику эндопротезирования плечевого сустава.

### Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

### Этические нормы

Соблюдение биоэтических норм проведения исследования подтверждено по результатам заседания № 3 от 17.03.2022 локального этического комитета ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, исследование одобрено к публикации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кесян Г.А., Карапетян Г.С., Шуйский А.А., Уразгильдеев Р.З., Арсеньев И.Г., Кесян О.Г. Алгоритм выполнения реверсивного эндопротезирования плечевого сустава при дефиците костной массы лопатки. *Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. 2021; 7: 190-193. doi: 10.37882/2223-2966.2021.07.19
2. Кесян Г.А., Карапетян Г.С., Шуйский А.А., Уразгильдеев Р.З., Арсеньев И.Г., Кесян О.Г. Особенности выполнения

реверсивной артропластики плечевого сустава в условиях дефектов и дефицита костной массы суставной впадины лопатки. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2021; 17(3): 449-452.

3. Кесян Г.А., Карапетян Г.С., Шуйский А.А., Уразгильдеев Р.З., Арсеньев И.Г., Кесян О.Г., и др. Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава при дефектах гленоида с использованием первично-ревизионного метаглена. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2021; 28(2): 13-20. doi: 10.17816/vto64589

4. Gates S, Sager B, Khazzam M. Preoperative glenoid considerations for shoulder arthroplasty: A review. *EFORT Open Rev*. 2020; 5(3): 126-137. doi: 10.1302/2058-5241.5.190011

5. Gupta A, Thussbas C, Koch M, Seebauer L. Management of glenoid bone defects with reverse shoulder arthroplasty – Surgical technique and clinical outcomes. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018; 27(5): 853-862. doi: 10.1016/j.jse.2017.10.004

6. Malhas A, Rashid A, Copas D, Bale S, Trail I. Glenoid bone loss in primary and revision shoulder arthroplasty. *Shoulder Elbow*. 2016; 8(4): 1-12. doi: 10.1177/1758573216648601

7. Seidl AJ, Williams GR, Boileau P. Challenges in reverse shoulder arthroplasty: Addressing glenoid bone loss. *Orthopedics*. 2016; 39(1): 14-23. doi: 10.3928/01477447-20160111-01

8. Кесян Г.А., Карапетян Г.С., Шуйский А.А., Уразгильдеев Р.З., Арсеньев И.Г., Кесян О.Г. Диагностика и методы решения снижения минеральной плотности костной ткани и деформаций суставной впадины лопатки при реверсивной артропластике плечевого сустава. *Acta biomedica scientifica*. 2022; 7(1): 154-160. doi: 10.29413/ABS.2022-7.1.18

9. Letissier H, Chaoui J, Bercik MJ, Boileau P, Le Nen D, Stindel E, et al. Glenoid subchondral bone density in osteoarthritis: a comparative study of asymmetric and symmetric erosion patterns. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2020; 106(6): 1127-1134. doi: 10.1016/j.otsr.2020.06.004

10. Mahaffy MD, Knowles NK, Berkmortel C, Abdic S, Walch G, Johnson JA, et al. Density distribution of the type E2 glenoid in cuff tear arthropathy. *Shoulder Elbow Surg*. 2020; 29(1): 167-174. doi: 10.1016/j.jse.2019.05.046

11. DiStefano JG, Park AY, Nguyen TQD, Diederichs G, Buckley JM, Montgomery III WH. Optimal screw placement for base plate fixation in reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011; 20: 467-476. doi: 10.1016/j.jse.2010.06.001

12. Берченко Г.Н., Кесян Г.А., Уразгильдеев Р.З., Арсеньев И.Г., Микелаишвили Д.С., Болбут М.В. Сравнительное эксперимен-

тально-морфологическое исследование влияния некоторых используемых в травматолого-ортопедической практике кальций-фосфатных материалов на активизацию репаративного остеогенеза. *Acta biomedica scientifica*. 2006; 4(50): 327-332.

13. Берченко Г.Н., Кесян Г.А. Использование композиционного материала КоллапАн в травматологии и ортопедии для активизации репаративного остеогенеза. *Гены и клетки*. 2017; 12(3): 42-43.

14. Берченко Г.Н. Биология заживления переломов кости и влияние биокомпозиционного наноструктурированного материала КоллапАн на активизацию репаративного остеогенеза. *Медицинский алфавит*. 2011; 1(2): 14-19.

15. Raina DB, Markevičiūtė V, Stravinskas M, Kok J, Jacobson I, Liu Y, et al. A new augmentation method for improved screw fixation in fragile bone. *Front Bioeng Biotechnol*. 2022; 10: 816250. doi: 10.3389/fbioe.2022.816250

16. Kanno H, Aizawa T, Hashimoto K, Itoi E. Novel augmentation technique of percutaneous pedicle screw fixation using hydroxyapatite granules in the osteoporotic lumbar spine: A cadaveric biomechanical analysis. *Eur Spine J*. 2021; 1(30): 71-78. doi: 10.1007/s00586-020-06451-2

## REFERENCES

1. Kesyana GA, Karapetyan GS, Shuyskiy AA, Urazgil'deev RZ, Arsen'ev IG, Kesyana OG. Algorithm for performing reverse shoulder arthroplasty in patients with a deficit of scapula bone mass *Modern Science: Actual Problems of Theory & Practice. Series: Natural and Technical Sciences*. 2021; 7: 190-193. (In Russ.). doi: 10.37882/2223-2966.2021.07.19

2. Kesyana GA, Karapetyan GS, Shuyskiy AA, Urazgil'deev RZ, Arsenyev IG, Kesyana OG. Features of performing reverse shoulder arthroplasty in conditions of defects and deficiency of bone mass of glenoid cavity of scapula. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2021; 17(3): 449-452. (In Russ.).

3. Kesyana GA, Karapetyan GS, Shuyskiy AA, Urazgil'deev RZ, Arsen'ev IG, Kesyana OG, et al. Reverse shoulder arthroplasty in cases of glenoid defects using primary-revision metaglene. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021; 28(2): 13-20. (In Russ.). doi: 10.17816/vto64589

4. Gates S, Sager B, Khazzam M. Preoperative glenoid considerations for shoulder arthroplasty: A review. *EFORT Open Rev*. 2020; 5(3): 126-137. doi: 10.1302/2058-5241.5.190011

5. Gupta A, Thussbas C, Koch M, Seebauer L. Management of glenoid bone defects with reverse shoulder arthroplasty – Surgi-

cal technique and clinical outcomes. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018; 27(5): 853-862. doi: 10.1016/j.jse.2017.10.004

6. Malhas A, Rashid A, Copas D, Bale S, Trail I. Glenoid bone loss in primary and revision shoulder arthroplasty. *Shoulder Elbow*. 2016; 8(4): 1-12. doi: 10.1177/1758573216648601

7. Seidl AJ, Williams GR, Boileau P. Challenges in reverse shoulder arthroplasty: Addressing glenoid bone loss. *Orthopedics*. 2016; 39(1): 14-23. doi: 10.3928/01477447-20160111-01

8. Kesyana GA, Karapetyan GS, Shuyskiy AA, Urazgil'deev RZ, Arsen'ev IG, Kesyana OG. Diagnostics and methods of solving the reduction of bone mineral density and deformities of the articular cavity of the scapula during reverse shoulder arthroplasty. *Acta biomedica scientifica*. 2022; 7(1): 154-160. (In Russ.). doi: 10.29413/ABS.2022-7.1.18

9. Letissier H, Chaoui J, Bercik MJ, Boileau P, Le Nen D, Stindel E, et al. Glenoid subchondral bone density in osteoarthritis: a comparative study of asymmetric and symmetric erosion patterns. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2020; 106(6): 1127-1134. doi: 10.1016/j.otsr.2020.06.004

10. Mahaffy MD, Knowles NK, Berkmortel C, Abdic S, Walch G, Johnson JA, et al. Density distribution of the type E2 glenoid in cuff tear arthropathy. *Shoulder Elbow Surg*. 2020; 29(1): 167-174. doi: 10.1016/j.jse.2019.05.046

11. DiStefano JG, Park AY, Nguyen TQD, Diederichs G, Buckley JM, Montgomery III WH. Optimal screw placement for base plate fixation in reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011; 20: 467-476. doi: 10.1016/j.jse.2010.06.001

12. Berchenko GN, Kesyana GA, Urazgil'deyev RZ, Arsen'ev IG, Mikelaishvili DS, Bolbut MV. Comparative experimental-morphologic study of the influence of calcium-phosphate materials on reparative osteogenesis activation in traumatology and orthopedics. *Acta biomedica scientifica*. 2006; 4(50): 327-332. (In Russ.).

13. Berchenko GN, Kesyana GA. The use of composite material CollapAn in traumatology and orthopedics to activate reparative osteogenesis. *Genes & Cells*. 2017; 12(3): 42-43. (In Russ.).

14. Berchenko GN. Biology of bone fracture healing and the effect of biocomposite nanostructured material CollapAn on the activation of reparative osteogenesis. *Medical Alphabet*. 2011; 1(2): 14-19. (In Russ.).

15. Raina DB, Markevičiūtė V, Stravinskas M, Kok J, Jacobson I, Liu Y, et al. A new augmentation method for improved screw fixation in fragile bone. *Front Bioeng Biotechnol*. 2022; 10: 816250. doi: 10.3389/fbioe.2022.816250

16. Kanno H, Aizawa T, Hashimoto K, Itoi E. Novel augmentation technique of percutaneous pedicle screw fixation using hydroxyapatite granules in the osteoporotic lumbar spine: A cadaveric biomechanical analysis. *Eur Spine J*. 2021; 1(30): 71-78. doi: 10.1007/s00586-020-06451-2

### Сведения об авторах

**Карапетян Григорий Сергеевич** – кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед отделения ортопедии взрослых, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Минздрава России, e-mail: dr.karapetian@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3172-0161>

**Шуйский Артём Анатольевич** – кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Минздрава России, e-mail: shuj-artyom@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9028-3969>

### Information about the authors

**Grigoriy S. Karapetyan** – Cand. Sc. (Med.), Orthopedic Traumatologist at the Department of Adult Orthopedics, National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, e-mail: dr.karapetian@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-3172-0161>

**Artyom A. Shuyskiy** – Cand. Sc. (Med.), Orthopedic Traumatologist, National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, e-mail: shuj-artyom@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9028-3969>