

УДК 617.57:616–001.57
EDN: JXPYRH
<https://doi.org/10.15275/ssmj2102149>

Оригинальная статья

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИКИ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ

А. П. Давыдов, А. Г. Чибриков, А. Б. Петров, В. Ю. Ульянов

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского» Минздрава России, Саратов, Россия

COMPARISON STUDY OF THE SURGICAL PLASTY OF BONE DEFECTS FOR DISTAL HUMERUS FRACTURES

A. P. Davydov, A. G. Chibrikov, A. B. Petrov, V. Yu. Ulyanov

V. I. Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov, Russia

Для цитирования: Давыдов А. П., Чибриков А. Г., Петров А. Б., Ульянов В. Ю. Сравнительный анализ хирургической пластики костных дефектов при переломах дистального отдела плечевой кости. Саратовский научно-медицинский журнал. 2025; 21 (2): 149–155. EDN: JXPYRH. <https://doi.org/10.15275/ssmj2102149>

Аннотация. Цель: провести сравнительный анализ результатов хирургической пластики костного дефекта различной локализации при переломах дистального отдела плечевой кости с помощью аллотрансплантата блочного и спонгиозного типов. **Материал и методы.** Объектом исследования стали 56 пациентов с оскольчатыми переломами дистального отдела плечевой кости, разделенные на 3 группы в зависимости от локализации костного дефекта и 2 подгруппы в зависимости от хирургического способа его замещения. Оценку функции локтевого сустава проводили на основании показателей шкалы Broberg и Morrey, болевого синдрома — по Визуальной аналоговой шкале. **Результаты.** Амплитуда флексивно-экстензионных движений локтевого сустава при дефектах медиальной зоны через 1,5 мес после пластики блочным аллотрансплантатом достигла $90 \pm 5^\circ$ ($p=0,04$) и $75 \pm 6^\circ$ при применении спонгиозной крошки. Через 3 мес после оперативной пластики блочным трансплантатом показатели силы и болевого синдрома при дефектах центральной зоны достигали 80 ± 2 балла, латеральной — 82 ± 3 и медиальной колонн — 88 ± 4 балла; при пластике спонгиозным материалом — 59 ± 5 баллов ($p=0,01$), 62 ± 3 ($p=0,01$) и 60 ± 3 балла ($p=0,03$) соответственно. **Заключение.** Пластика дефекта блочным аллотрансплантатом при переломах дистального отдела плечевой кости способствует увеличению многоплоскостной амплитуды движений через 1,5 мес после операции при дефекте медиальной зоны, улучшает силу и увеличивает объем движений, снижает болевой синдром через 3 мес после операции при дефектах всех локализаций.

Ключевые слова: плечевая кость, оскольчатый перелом, хирургическое лечение, аллотрансплантат, накостная фиксация

For citation: Davydov AP, Chibrikov AG, Petrov AB, Ulyanov VYu. Comparison study of the surgical plasty of bone defects for distal humerus fractures. Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2025; 21 (2): 149–155. (In Russ.) EDN: JXPYRH. <https://doi.org/10.15275/ssmj2102149>

Abstract. Objective: to compare the outcomes of surgical plasty of bone defects of various localization with block allografts or spongy bone powder for distal humerus fractures. **Material and methods.** The study included 56 patients with comminuted distal humerus fractures divided into 3 groups based on the bone defect location and 2 subgroups based on the replacement method used for them. The functional outcomes were evaluated based on the indicators of the Broberg and Morrey scale, pain was evaluated based on the Visual Analogue Scale. **Results.** The amplitude of flexion-extension movements of the elbow joint in patients with defects of the medial column reached $90 \pm 5^\circ$ ($p=0.04$) 1.5 months after surgical plasty with a block allograft and $75 \pm 6^\circ$ with the use of spongiosus allograft. 3 months after surgical block graft surgery, the strength and pain in elbow joint for defects in the central zone reached 80 ± 2 points ($p=0.01$), lateral — 82 ± 3 points ($p=0.01$) and medial epicondyles — 88 ± 4 points ($p=0.03$). **Conclusion.** The plasty of the defect with a block allograft in distal humerus fractures increases the multiplane range of motion in 1.5 months after the surgery for the medial column defects, improves strength and flexion-extension range of motion, reduces pain in 3 months after the surgery for the bone defects in the medial, lateral or central metaphyseal areas.

Keywords: fracture, humerus, comminuted fracture, surgery, allograft, bone fixation

Введение. В настоящее время, несмотря на разнообразие используемых оперативных методик, исходом лечения внутрисуставных переломов

дистального отдела плечевой кости (ДОПК) в 30% случаев является стойкая утрата трудоспособности. Частыми осложнениями послеоперационного периода становятся формирование псевдоартроза и комбинированные контрактуры локтевого сустава, встречающихся в 85% наблюдений. Многооскольчатый

Ответственный автор — Алексей Павлович Давыдов
Corresponding author — Aleksey P. Davydov
E-mail: alexeydavidow@gmail.com

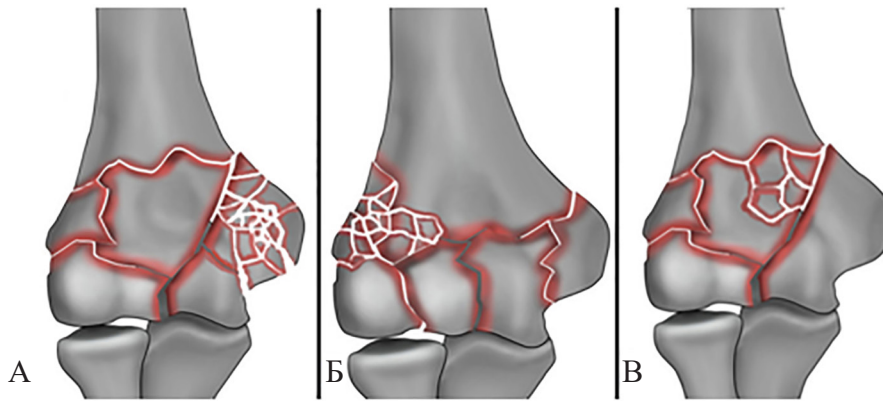


Рис. 1. Распределение пациентов по группам в зависимости от локализации дефекта:
а — группа пациентов с медиальным дефектом ($n=19$); б — группа пациентов с латеральным дефектом ($n=19$);
в — группа пациентов с центрально-метафизарным дефектом ($n=18$)

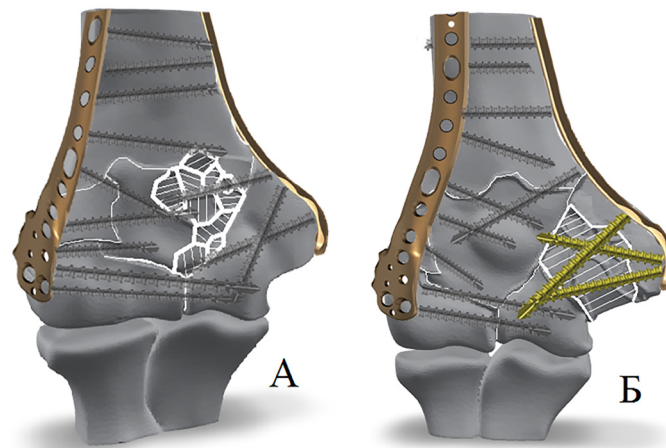


Рис. 2. Способы пластики посттравматического костного дефекта:
а — кадаверным аллотрансплантатом в виде крошки/кубиков; б — нативным блочным аллотрансплантатом

75±6° и была в 1,2 раза меньше, чем у пациентов подгруппы 1б — 90±5° ($p=0,04$). Через 3 мес после операции у пациентов подгруппы 1а отмечено увеличение показателя до 79±9°, что в 1,3 раза ниже значения, чем у пациентов подгруппы 1б — 100±5° ($p=0,02$). Через 6 мес у пациентов подгруппы 1а отмечено увеличение значений до 85±9°, что меньше значения полученных в подгруппе 1б в 1,4 раза — 114±4° ($p=0,02$). У пациентов 2-й группы через 1,5 и 3 мес не зафиксировано достоверных различий ($p>0,05$). Через 6 мес у пациентов подгруппы 2а отмечали флексионно-экстензионную амплитуду движений на уровне 82±8°, что в 1,3 раза меньше по сравнению с подгруппой 2б — 101±6° ($p=0,01$). У пациентов 3-й группы через 1,5 мес после операции не отмечено достоверных различий ($p>0,05$). Через 3 мес при увеличении медианных значений в обеих группах значения в подгруппе 3а достигли показателя 72±6, в подгруппе 3б — 88±5° ($p=0,02$). Через 6 мес после операции объем движений в подгруппе 3а достиг значения 82±8°, в то время как у пациентов подгруппы 3б увеличение показателя достигло 95±6° ($p=0,01$).

У пациентов подгруппы 1а при оценке супинационных движений в локтевом суставе через 1,5 мес после операции был достигнут результат 36±4°, что в 1,2 раза ниже, чем у пациентов подгруппы 1б — 43±3° ($p=0,02$). Через 3 мес после операции отмечено

увеличение показателя у пациентов подгруппы 1а до 32±2°, а также у пациентов подгруппы 1б — 52±4°, при этом разница составила 1,7 раза ($p=0,01$). Через 6 мес после операции у пациентов подгруппы 1а был достигнут результат 36±4°, что в 1,6 раза меньше, чем у пациентов подгруппы 1б — 60±2° ($p=0,01$), при этом в подгруппе 1б отмечался прирост показателей в 1,3 раза ($p=0,01$). У пациентов 2-й группы через 1,5 мес различий не обнаружено ($p>0,05$). Через 3 мес у пациентов подгруппы 2а было достигнуто значение 40±4°, у пациентов подгруппы 2б достигнут показатель 48±3°, разница при этом составила 1,2 раза ($p=0,03$). Через 6 мес межгрупповых значений не обнаружено ($p>0,05$). У пациентов 3-й группы на всех контрольных точках не выявлено статистически значимой разницы в объеме супинационных движений.

При оценке пронационного компонента у пациентов 1-й группы через 1,5 мес после операции не отмечено межгрупповых различий в показателях ($p>0,05$). Через 3 мес после операции у пациентов подгруппы 1а был достигнут результат 40±4°, что меньше значений пациентов подгруппы 1б в 1,2 раза — 47±3° ($p=0,01$). Через 6 мес амплитуда пронационных движений у пациентов подгруппы 1а увеличилась до значения 45±6°, что выше значения, чем у пациентов подгруппы 1б в 1,3 раза — 57±3° ($p=0,01$). У пациентов 2-й группы через 1,5 мес после операции

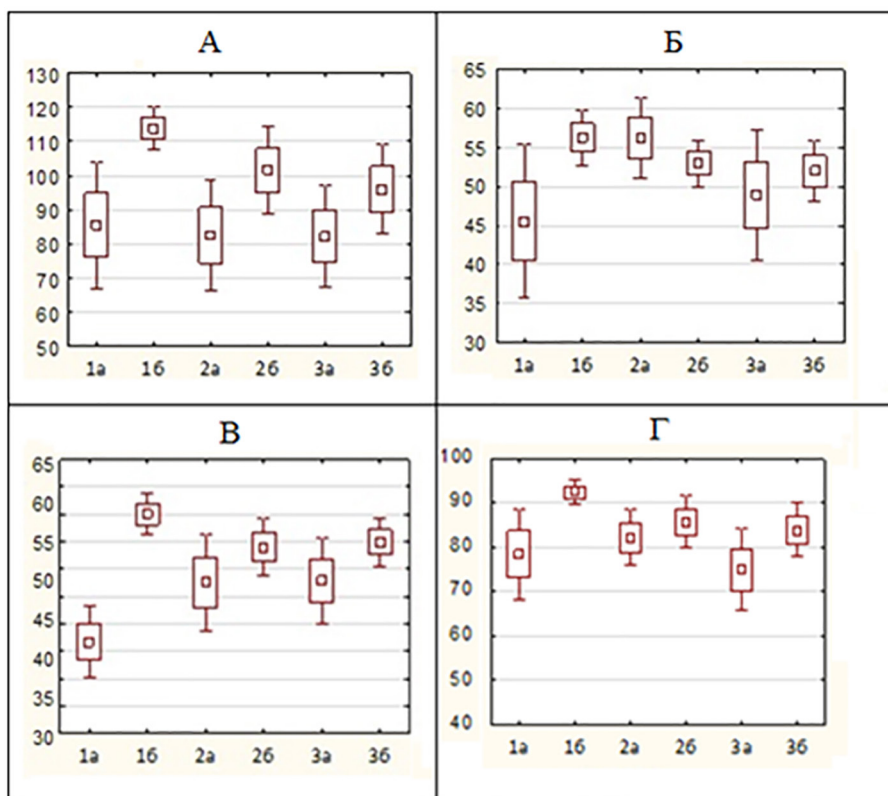


Рис. 3. Диаграммы размаха показателей оценки функции локтевого сустава через 6 мес:
 а — флексионно-экстензионная амплитуда движений в локтевом суставе; б — амплитуда пронаторных движений локтевого сустава; в — амплитуда супинаторных движений локтевого сустава; г — стабильность локтевого сустава

не обнаружено межгрупповых различий в показателях ($p>0,05$). Через 3 мес после операции у пациентов подгруппы 2а был достигнут показатель $42\pm 3^\circ$, пациентами подгруппы 2б было достигнуто значение в 1,1 раза выше — $47\pm 2^\circ$ ($p=0,01$), через 6 мес не обнаружено межгрупповой разницы в показателях ($p>0,05$). Среди пациентов подгрупп 3а и 3б на всех контрольных точках не выявлено статистически значимых различий в показателях (рис. 3).

При анализе общего количества баллов по шкале Broberg and Morrey через 1,5 мес после операции у пациентов подгруппы 1а отмечали достижение показателя, соответствующего 63 ± 5 баллов, что ниже, чем показатель подгруппы 1б в 1,1 раза — 71 ± 2 балла ($p=0,049$). Через 3 мес после операции

пациентами подгруппы 1а достигнут показатель 60 ± 3 балла, что меньше, чем показатель в подгруппе 1б в 1,5 раза — 88 ± 4 балла ($p=0,03$). Через 6 мес пациентами подгруппы 1а достигнуто значение 78 ± 6 баллов, при этом значение внутри подгруппы 1б достигло показателя 94 ± 2 балла, составляя разницу в 1,2 раза ($p=0,02$) (рис. 4). При оценке показателей в подгруппе 2а через 1,5 мес после операции было достигнуто значение 54 ± 5 баллов, что в 1,1 раза меньше показателя, полученного в подгруппе 2б, — 62 ± 3 балла ($p=0,01$), через 3 мес у пациентов подгруппы 2а результат составил 62 ± 3 балла, у пациентов подгруппы 2б — 82 ± 3 балла ($p=0,01$), а через 6 мес после операции статистически значимых различий уже не было обнаружено ($p>0,05$) (рис. 5).

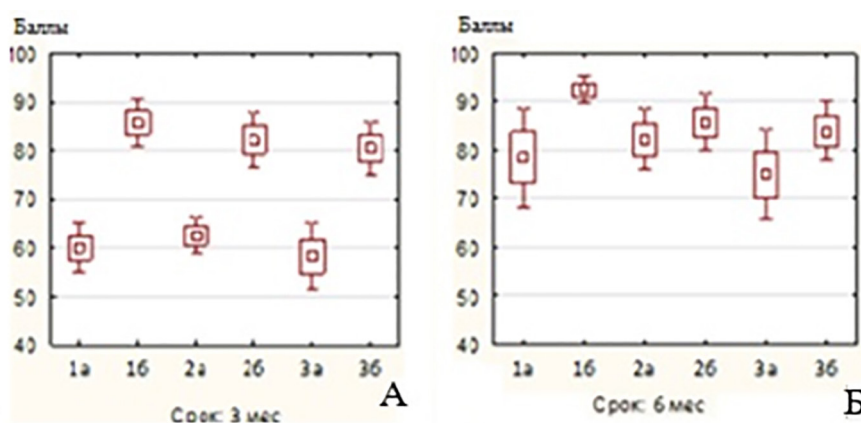


Рис. 4. Диаграммы размаха суммарного количества баллов прооперированной верхней конечности:
 а — через 3 мес после операции; б — через 6 мес после операции

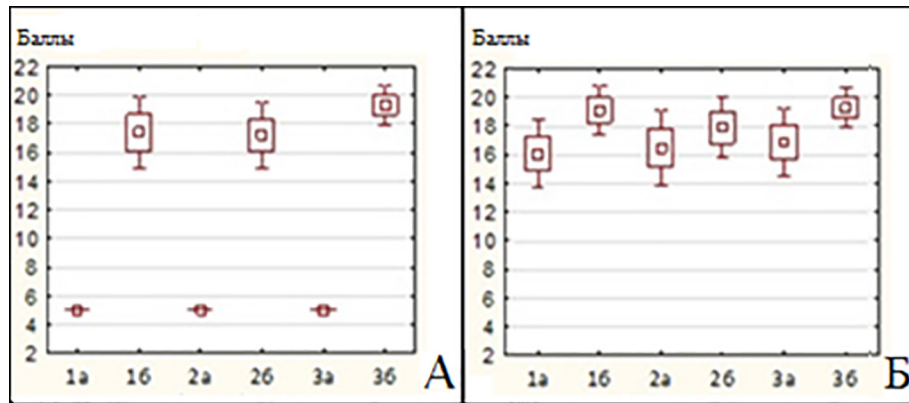


Рис. 5. Диаграммы размаха силы прооперированной верхней конечности:
а — через 3 мес после операции; б — через 6 мес после операции

В группе 3а через 1,5 мес было достигнуто значение 52 ± 3 балла, в группе 3б — 62 ± 2 балла с разницей промежуточного показателя в 1,1 раза ($p=0,01$). Через 3 мес после операции у пациентов группы 3а показатель достиг значения 59 ± 5 баллов, у пациентов 3б — 80 ± 2 балла ($p=0,01$) с разницей в значениях в 1,35 раза. Через 6 мес после операции у пациентов подгруппы 3а значение составило 75 ± 5 баллов, а у пациентов подгруппы 3б — 84 ± 3 балла с разницей межгрупповых значений в 1,1 раза ($p=0,00$) (см. рис. 5).

Обсуждение. Оперативное лечение пациентов с оскольчатыми переломами ДОПК, сопровождающимися посттравматическими костными дефектами, помимо выполнения остеосинтеза с фиксацией отломков, требует замещения дефектной зоны [17]. Увеличение границ операционного поля, длительный болевой синдром в области забора трансплантата, а также риск инфекционных осложнений ограничивают применение аутогенного трансплантата [18]. Использование аллогенного материала блочного типа из резецированных головок бедренных костей, полученных по технологии костного банка «Марбург», не только снимает изложенные ограничения, но и создает возможность его дополнительной фиксации, повышая жесткость системы «кость — трансплантат — металлоконструкция». Согласно способу пластики посттравматических околоуставных дефектов длинных трубчатых костей [10], возможно выполнение дополнительной фиксации трансплантата, обусловленной формированием паза в дефектном материнском ложе, и шиповидного выступа на верхушке трансплантата, а также трансплантатной блокировкой винтов во взаимопересекающихся плоскостях, добиваясь его дополнительной фиксации как в области дефектного костного ложа, так и к металлоконструкции непосредственно. Формирование трансоссальных каналов, сообщающихся с костномозговой полостью, обеспечивает увеличение концентрации биоактивных веществ в области системы «дефект — трансплантат — кость», что способствует улучшению остеointegrативных процессов [10, 13]. Жесткость системы «кость — трансплантат — металлоконструкция» позволяет избежать длительной иммобилизации. Наблюдаемая через 1,5 мес после операции выраженная разница в количественных показателях амплитуды выполняемых про-, супинационных и флексионно-экстензионных движений в локтевом суставе является прямым следствием отсутствия длительной иммобилизации локтевого

сустава и механически обеспеченной возможностью более раннего начала реабилитационных мероприятий у пациентов групп «а» по сравнению с пациентами групп «б», которым пластика была выполнена аллотрансплантатом в виде кубиков кадаверного происхождения. Постепенное нивелирование различий в значениях амплитуды движений через 3 и 6 мес после операции обусловлено началом формирования костной мозоли и краевой перестройкой трансплантата в области дефекта (группы «б»). При этом через 6 мес разница в межгрупповых значениях сохранялась, что можно объяснить пролонгированной иммобилизацией у пациентов групп «б» и формированием контрактуры локтевого сустава, что соответствует данным литературы [12, 19, 20]. При межгрупповой оценке силовых характеристик, стабильности локтевого сустава, выраженности болевого синдрома, нашедшее отражение в подсчете общего количества баллов по шкале M.A. Broberg и B.F. Morrey, наблюдается явная разница в количественных показателях через 3 мес после операции, обусловленная уменьшением болевого синдрома, а также ранним восстановлением силовых характеристик в прооперированной верхней конечности у пациентов всех подгрупп «а», сохранением болевого синдрома и невысокими показателями силовых характеристик у пациентов всех подгрупп «б», что является следствием разницы в сроках иммобилизации и начала реабилитационных мероприятий. При этом через 6 мес в обеих группах на фоне увеличения абсолютных значений суммарного количества баллов отмечали уменьшение межгрупповой разницы показателей ввиду уменьшения болевого синдрома через 6 мес после операции у пациентов подгрупп «а» и «б», что соответствует среднему сроку уменьшения болевого синдрома, описанного в литературе [7, 19].

Для изучения функциональных результатов хирургического лечения пациентов с переломами ДОПК с посттравматическими дефектами костной ткани основную роль играет применение комплексной оценки работы прооперированного локтевого сустава, обеспечиваемое использованием интегративной шкалы M.A. Broberg и B.F. Morrey. На основании применяемой оценочной шкалы нами продемонстрировано положительное влияние пластики посттравматического дефекта аллогенным трансплантатом блочного типа совместно с открытым остеосинтезом на функциональный исход за счет возможности его дополнительной фиксации как в области дефектного костного ложа, так и к металлоконструкции

непосредственно путем проведения винтов через блок трансплантата. При этом у пациентов всех локализаций посттравматического дефекта при выполнении пластики трансплантатом блочного типа отмечено улучшение силовых характеристик, снижение болевого синдрома уже через 3 мес после операции с последующим выравниванием межгрупповых значений к 6 мес, что, по нашему мнению, обусловлено возможностью более раннего начала реабилитационных мероприятий. У пациентов с локализацией дефекта в области медиальной или латеральной колонн наблюдалось увеличение многоплоскостного объема движений уже через 1,5–3 мес после операции. При этом межгрупповая разница в амплитуде движений не была нивелирована к 6 мес после операции, что было определено влиянием срока начала выполняемых реабилитационных мероприятий на результат. Вследствие этого ранняя разработка движений в прооперированном локтевом суставе критически важна в вопросе дальнейшего восстановления объема выполняемых движений. У пациентов 3-й группы с центрально-метафизарной локализацией посттравматического дефекта отмечалось увеличение амплитуды флексии движений через 1,5 мес после операции с сохранением данного соотношения на протяжении всего периода наблюдения. При этом не отмечено межгрупповых различий в пронационно-супинационных движениях, что может быть обусловлено массивным повреждением параартикулярного капсульно-связочного аппарата и дальнейшим ограничением движений данного вида рубцовой этиологии в обеих группах.

Заключение. При переломах ДОПК с преимущественной локализацией костного дефекта в зоне латеральной и медиальной колонн применение на костного остеосинтеза совместно с пластикой дефектной зоны нативным блочным аллотрансплантатом с его дополнительной фиксацией в месте имплантации улучшает амплитуду многоплоскостных движений через 1,5–3 мес, уменьшает болевой синдром, а также увеличивает стабильность сустава через 3 мес после операции. При локализации дефекта в центрально-метафизарной зоне при переломах ДОПК использование блочного трансплантата способствует увеличению амплитуды выполняемых движений в локтевом суставе через 1,5–3 мес после операции. В то время как использование исследуемых методов пластики при переломах ДОПК с дефектом в центрально-метафизарной зоне не несет различий в показателях ротационно-пронационной амплитуды движений и стабильности локтевого сустава в среднесрочный и отдаленный периоды.

Авторский вклад. Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках инициативного плана научно-исследовательской работы кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России «Результаты применения аллогенного трансплантата в качестве дефектзамещающих технологий при переломах дистального метаэпифиза плечевой кости» (номер государственной регистрации НИОКТР 12111600047–2).

References (Список источников)

1. Gritsyuk AA, Lychagin AV, Kryukov EV, et al. Peculiarities of elbow joint replacement in case of wounds and injuries: Long-term results. Russian Military Medical Journal. 2017;338 (12):37–44. (In Russ.) Грицюк А. А., Лычагин А. В., Крюков Е. В.

и др. Особенности протезирования локтевого сустава при ранениях и травмах: отдаленные результаты. Военно-медицинский журнал. 2017;338(12):37–44. DOI:10.17816/RMMJ73433

2. Salikhov MR, Kuznetsov IA, Shulepov DA, et al. Perspectives of arthroscopic surgery at treatment of elbow joint diseases. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2016;(4):66–73. (In Russ.) Салихов М. Р., Кузнецов И. А., Шулёпов Д. А. и др. Перспективы артроскопической хирургии при лечении заболеваний локтевого сустава. Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. 2016;(4):66–73.

3. Battiston B, Vasario G, Ciclamini D, et al. Reconstruction of traumatic losses of substance at the elbow. Injury. 2014;45 (2):437–43. DOI:10.1016/j.injury.2013.09.029

4. Nieboer M, Esper R, Barlow J, et al. Internal fixation for distal humerus nonunion using the SOS (Supracondylar Osteotomy And Shortening) procedure. J Shoulder Elbow Surg. 2023;32 (5):e269. DOI:10.1016/j.jse.2023.02.091

5. Chui CH, Wong CH, Chew WY, et al. Use of the fix and flap approach to complex open elbow injury: The role of the free anterolateral thigh flap. Arch Plast Surg. 2012;39(2):130–6. DOI:10.5999/aps.2012.39.2.130

6. Rathore S, Quadri V, Tapadia S. Reconstruction of lateral humerus condylar defect using tricortical iliac crest graft: A case report. J Med Sci Res. 2016;4(2):2–75. DOI:10.17727/JMSR.2016/4-017

7. Vauclair F, Goetti P, Nguyen NTV, et al. Distal humerus nonunion: Evaluation and management. EFORT Open Rev. 2020;(5):289–98. DOI:10.1302/2058-5241.5.190050

8. Rao KT, Kasam RR, Kumar RS, et al. The functional and radiological outcome of open reduction and internal fixation of comminuted intra-articular distal humerus fracture with bi-columnar plating technique in adults. Internat J Case Reports Orthopaed. 2021;3(2):18–23. DOI:10.22271/27078345.2021.v.ia.61

9. Lee B, Oh JR. Primary reconstruction using fibular strut allograft for distal humerus intra-articular comminuted open fracture (AO/OTA13C2, G-A type IIIA): A case report. J Hand Surg Asian Pac Vol. 2024;29(4):355–9. DOI:10.1142/S2424835524720111

10. Davydov AP, Petrov AB. Method for plastic surgery of post-traumatic periarticular defects in long tubular bones (options). RU 2798904 C1. Registered Aug. 12, 2022. Published Aug. 28, 2023. (In Russ.) Давыдов А. П., Петров А. Б. Способ пластики посттравматических околоуставных дефектов длинных трубчатых костей (варианты). RU 2798904 C1. Дата регистрации: 12.08.2022. Дата публикации: 28.06.2023.

11. Javadov AA, Aliev AG, Bilyk SS. Clinical case of the distal humerus defect replacement in total elbow arthroplasty. In: Modern Achievements of Traumatology and Orthopedics. Saint Petersburg, 2018; p. 78–80. (In Russ.) Джавадов А. А., Алиев А. Г., Билык С. С. Клинический случай замещения дефекта дистального отдела плечевой кости при тотальном эндопротезировании локтевого сустава. В сб.: Современные достижения травматологии и ортопедии. Санкт-Петербург, 2018; с. 78–80.

12. Petlenko IS, Shubnyakov II, Fedyunina SYu, et al. Current state of the treatment problem in the patients with elbow joint contractures due to ossification. Genij Ortopedii. 2024;30 (2):273–81. (In Russ.) Петленко И. С., Шубняков И. И., Федюнина С. Ю. и др. Современное состояние проблемы лечения пациентов с контрактурами локтевого сустава, обусловленными оксификацией. Гений ортопедии. 2024;30(2):273–81. DOI:10.18019/1028-4427-2024-30-2-273-281

13. Lee YS, Kim D, Kang MS, et al. Autogenous inlay bone graft for distal humerus nonunion with metaphyseal bone defect: A technical note. Archives of Hand and Microsurgery. 2020;25 (1):39–45. DOI:10.12790/ahm.19.0056

14. Crespo AM. Distal humerus nonunion treated with open reduction and internal fixation. Crespo AM, Leucht P, eds. Fractures of the elbow: A clinical casebook. Springer, Cham., 2019; p. 67–76.

15. Knaepler HH, von Garrel TH. Femoral head allograft desinfection system using moderate heat. Osteosynth Trauma Care. 2002;10(Suppl. 1):S27. DOI:10.1055/s-2002-33831

16. Broberg MA, Morrey B. Results of delayed excision of the radial head after fracture. JBJS. 1986;68(5):669–74. PMID:3722222

17. Sanchez-Sotelo J, Torchia ME, O'Driscoll SW. Complex distal humeral fractures: internal fixation with a principle-based parallel-plate technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(5):961–9. DOI:10.2106/JBJS.E.01311

18. Wang W, Yeung KWK. Bone grafts and biomaterials substitutes for bone defect repair: A review. *Bioactive Materials.* 2017;2(4):224–47. DOI:10.1016/j.bioactmat.2017.05.007

19. Donders JCE, Lorch DG, Helfet DL, et al. Surgical technique: Treatment of distal humerus nonunions. *HSS J.* 2017;13(3):282–91. DOI:10.1007/s11420-017-9551-y

20. Reiter AJ, Schott HR, Castile RM, et al. Early joint use following elbow dislocation limits range-of-motion loss and tissue pathology in posttraumatic joint contracture. *J Bone Joint Surg Am.* 2023;105(3):223–30. DOI:10.2106/JBJS.22.00064

Статья поступила в редакцию 20.11.2024; одобрена после рецензирования 10.04.2025; принята к публикации 07.05.2025.
The article was submitted 20.11.2024; approved after reviewing 10.04.2024; accepted for publication 07.05.2025.

Информация об авторах:

Алексей Павлович Давыдов — ассистент кафедры травматологии и ортопедии, alexeydawidow@gmail.com, ORCID 0000-0003-4181-3844; **Андрей Геннадиевич Чибриков** — заведующий травматолого-ортопедическим отделением №1 Научно-исследовательского института травматологии, ортопедии и нейрохирургии, врач — травматолог-ортопед, кандидат медицинских наук, ORCID 0009-0006-8273-4113; **Алексей Борисович Петров** — врач — травматолог-ортопед, кандидат медицинских наук, alexpetrow1977@gmail.com, ORCID 0009-0007-7213-543X; **Ульянов Владимир Юрьевич** — проректор по инновационной деятельности и стратегическому развитию, доцент, доктор медицинских наук, v.u.ulyanov@gmail.com, ORCID 0000-0002-9466-8348.

Information about the authors:

Aleksey P. Davydov — Instructor of the Traumatology and Orthopedics Department, alexeydawidow@gmail.com, ORCID 0000-0003-4181-3844; **Andrey G. Chibrikov** — Head of Traumatology and Orthopedics Division No. 1 of the Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Trauma Orthopedist, PhD, ORCID 0009-0006-8273-4113; **Aleksey B. Petrov** — Trauma Orthopedist, PhD, alexpetrow1977@gmail.com, ORCID 0009-0007-7213-543X; **Vladimir Yu. Ulyanov** — Vice Rector for Innovation and Strategic Development, Associate Professor, DSc, v.u.ulyanov@gmail.com, ORCID 0000-0002-9466-8348.

