ПРИМЕНЕНИЕ BIO-RSA У ПАЦИЕНТОВ С КОСТНЫМИ ДЕФЕКТАМИ ГЛЕНОИДА: ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ, ХИРУРГИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА, КЛИНИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Найданов В.Ф.[1], Самкович Д.А.[1, 2], Дмитров И.А.[1], Карпович Н.И.* [2], Мальчевский В.А.[3], Джоджуа А.В.[4]

[1] *ГБУЗ «Городская клиническая больница №31 им. академика Г.М. Савельевой», Москва*

[2] *ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», Москва*

[3] *ФГАОУ ВО «Тюменский Государственный медицинский университет», Тюмень*

[4] *ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова», Москва*

DOI: 10.25881/20728255_2026_21_4_87

Резюме. Обоснование: в ходе предоперационного планирования реверсивного эндопротезирования плечевого сустава у 28% пациентов выявляются костные дефекты гленоида. Пренебрежение дефектом может привести к ряду осложнений.

Цель: оценить эффективность методики bone-increased offset reverse shoulder arthroplasty (BIO-RSA) с забором аутотрансплантата из головки плечевой кости у пациентов с дефектами гленоида.

Материалы и методы: в исследование были включены 20 пациентов (средний возраст 67,7 лет, 10 мужчин и 10 женщин) с дефектами гленоида, которым было выполнено реверсивное эндопротезирование плечевого сустава. Предоперационное планирование включало компьютерную томографию с классификацией дефекта по Walch в модификации Bercik. Функциональные результаты оценивались с использованием шкал American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES), Constant–Murley Score (CSS) и визуальной аналоговой шкалы боли (VAS) до операции и через 12 месяцев после хирургического вмешательства.

Результаты: до операции средние показатели составили по ASES: 23,06±2,77, по CSS: 21,41±2,53, по VAS – 7,35±0,79. Через год после операции показатели существенно улучшились по ASES: 85,59±5,01, по CSS: 82,76±5,25, по VAS 0,24±0,44 (p<0,001). У двух пациентов диагностированы осложнения: в одном случае – глубокая перипротезная инфекция, во втором – вывих эндопротеза, потребовавшие ревизионного вмешательства.

Заключение: применение методики BIO-RSA при костных дефектах гленоида обеспечивает значительное улучшение клинических и функциональных показателей у пациентов с дегенеративными заболеваниями плечевого сустава. Метод демонстрирует высокую эффективность при корректном предоперационном планировании, точной подготовки трансплантата и надежной фиксации.

Ключевые слова: реверсивное эндопротезирование плечевого сустава, BIO-RSA, костные дефекты гленоида.

EVALUATION OF BIO-RSA IN PATIENTS WITH GLENOID BONE DEFECTS: PREOPERATIVE PLANNING, SURGICAL TECHNIQUE, AND CLINICAL AND FUNCTIONAL OUTCOMES

Naidanov V.F.[1], Samkovich D.A.[1, 2], Dmitrov I.A.[1], Karpovich N.I.* [2], Malchevsky V.A.[3], Dzhodzhua A.V.4

[1] *City Clinical Hospital № 31 of the Moscow Health Department, Moscow*

[2] *Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba", Moscow*

[3] *Tyumen State Medical University, Tyumen*

[4] *Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow*

Abstract. Rationale: During preoperative planning of reversible shoulder arthroplasty, 28% of patients have glenoid bone defects. Neglect of the defect can lead to a number of complications.

Objective: To evaluate the effectiveness of the bone-increased offset reverse shoulder arthroplasty (BIO-RSA) technique with the collection of an autograft from the humeral head in patients with glenoid defects.

Methods: The study included 20 patients (mean age 67.7 years, 10 men and 10 women) with glenoid defects who underwent reverse shoulder arthroplasty. Preoperative planning included computed tomography with the Walch defect classification modified by Bercik. Functional outcomes were assessed using the American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) scale, Constant–Murley Score (CSS), and visual analog pain scale (VAS) preoperatively and 12 months postoperatively.

Results: Before the operation, the average values were 23.06±2.77 for ASES, 21.41±2.53 for CSS, and 7.35±0.79 for VAS. One year after the operation, the values significantly improved: 85.59±5.01 for ASES, 82.76±5.25 for CSS, and 0.24±0.44 for VAS ($p < 0.001$). Complications were diagnosed in two patients: deep periprosthetic infection in one case and endoprosthesis dislocation in the other, which required revision surgery.

Conclusion: The use of the BIO-RSA technique for glenoid bone defects provides significant improvement in clinical and functional outcomes in patients with degenerative shoulder diseases. The method demonstrates high efficacy with proper preoperative planning, precise graft preparation, and reliable fixation.

Keywords: reverse shoulder arthroplasty, BIO-RSA, glenoid bone defect.

Эндопротезирование плечевого сустава является современным методом лечения пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями и травматическими повреждениями плечевого сустава. Наиболее частыми показаниями к замене плечевого сустава являются первичный омартроз, артропатия разрыва вращательной манжеты, перелом проксимального отдела плечевой кости, ревматоидный артрит, асептический некроз и другие [1].

В случаях несостоятельности вращательной манжеты наиболее применим реверсивный эндопротез, разработанный P. Grammont в 1985 г. Конструкция реверсивного эндопротеза медиализирует и дистализирует центр ротации плечевого сустава, увеличивая рычаг дельтовидной мышцы и компенсируя недостаточность вращательной манжеты, прежде всего надостной мышцы [2].

По данным австралийского регистра у 28% пациентов, подвергшихся эндопротезированию плечевого суста-

* e-mail: galen7@yandex.ru.

ва, до операции выявлялись костные дефекты гленоида. Игнорирование дефекта и чрезмерная медиализация метаглена могут привести к ряду осложнений: вывих эндопротеза, соударение ножки эндопротеза с шейкой лопатки, снижение натяжения и рычага дельтовидной мышцы и др. [3; 4].

Для восполнения костных дефектов гленоида применяются различные методы: эксцентрическое римирование, костная пластика, металлические аугменты, а при значительных или невосполнимых дефектах — индивидуальные 3D-компоненты.

Одним из методов пластики костного дефекта и латерализации метаглена является bone-increased offset reverse shoulder arthroplasty (BIO-RSA), предложенный Boileau и соавт. [5]. Эта методика позволяет восстановить анатомическую конфигурацию гленоида, латерализовать суставную линию, тем самым снизить риск ранее описанных осложнений [6].

В настоящем исследовании рассматриваются особенности предоперационного планирования и оперативной техники, клинические и функциональные результаты, а также возможные осложнения BIO-RSA с забором аутотрансплатата из резицируемой головки плечевой кости.

Цель исследования

Исследование было направлено на оценку и анализ эффективности методики BIO-RSA при костных дефектах гленоида у пациентов с дегенеративными заболеваниями плечевого сустава.

Дизайн исследования

Было проведено одноцентровое проспективное исследование серии случаев пациентов с первичным омартрозом или артропатией разрыва с костными дефектами гленоида, которым было выполнено реверсивное эндопротезирование плечевого сустава с пластикой дефекта аутотрансплантатом из головки плечевой кости (BIO-RSA). Исследование было одобрено локальным этическим комитетом ГБУЗ ГКБ №31 им. Акад. Г.М. Савельевой департамента здравоохранения Москвы» (протокол № 1 от 04.12.2024 г.).

Критерии включения: пациенты с деформирующим омартрозом с костным дефектом гленоида, которым выполнили BIO-RSA с забором аутотрансплантата из головки плечевой кости, возраст от 50 до 85 лет, наличие информированного согласия на участие в исследовании, возможность находиться под наблюдением не менее 12 месяцев после оперативного вмешательства.

Критерии исключения: оперативные вмешательства на плечевом суставе в анамнезе, пациенты с посттравматическим омартрозом или переломами проксимального отдела плечевой кости, общее тяжелое состояние пациента, психическое расстройства.

В результате мы получили группу из 20 пациентов, средний возраст 67,7 лет, 10 мужчин и 10 женщин, которым выполнено реверсивное эндопротезирование плечевого сустава с костной пластикой гленоида аутотрансплантатом из резцируемой головки плечевой кости. Оперативное вмешательство выполнялось с применением дельтопекторального доступа. Оценка производилась по шкалам American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES), Constant–Murley Score (CSS) и визуальной аналоговой шкалы боли (VAS) до и через год после оперативного вмешательства. Все оперативные вмешательства были выполнены с использованием эндопротеза Evolutis UNIC Reverse или DePuy Delta Xtend. В послеоперационном периоде выполнялась иммобилизация плечевого сустава в ортезе в течение 4 недель с последующей разработкой движений под наблюдением врача-реабилитолога.

Предоперационное планирование

Предоперационное планирование позиционирования метаглена и оценка костного дефекта выполнялись по КТ в 3-х плоскостях. Для определения инклинации и версии метаглена фронтальная и горизонтальная плоскости проводились через место слияния ости лопатки и медиального края лопатки (trigonum scapulae, triangular area of the scapula) и центр суставной поверхности гленоида (Рис. 1).

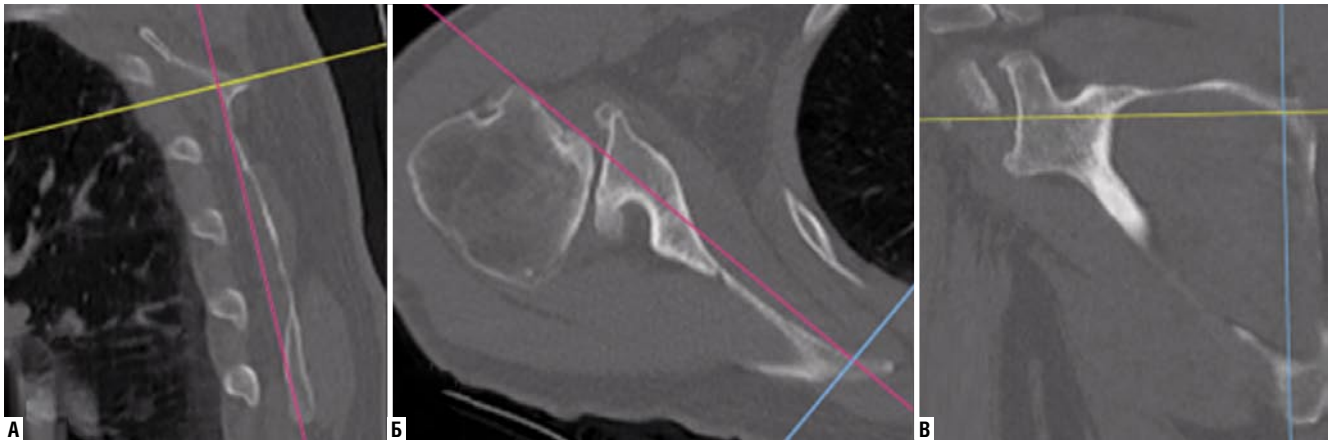


Рис. 1. Планирование в сагиттальной (А), фронтальной (Б) и горизонтальной плоскостях (В).

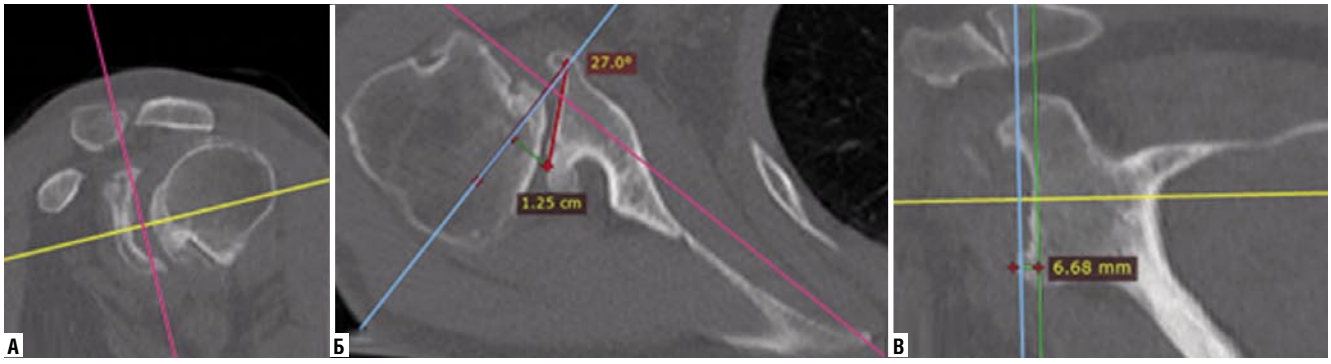


Рис. 2. Определение степени латерализации (А), формы трансплантата (Б) и объема дополнительной резекции гленоида (В).

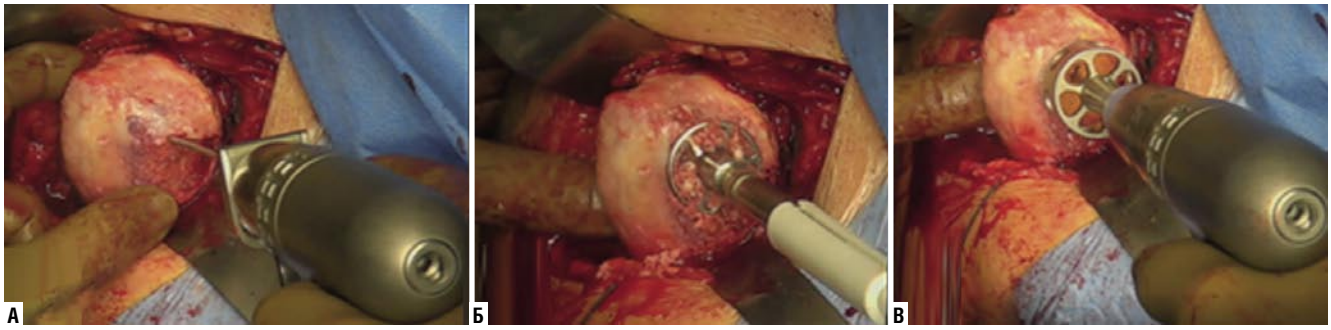


Рис. 3. Заведение направляющей спицы (А), обработка кости (Б), высверливание трансплантата (В).

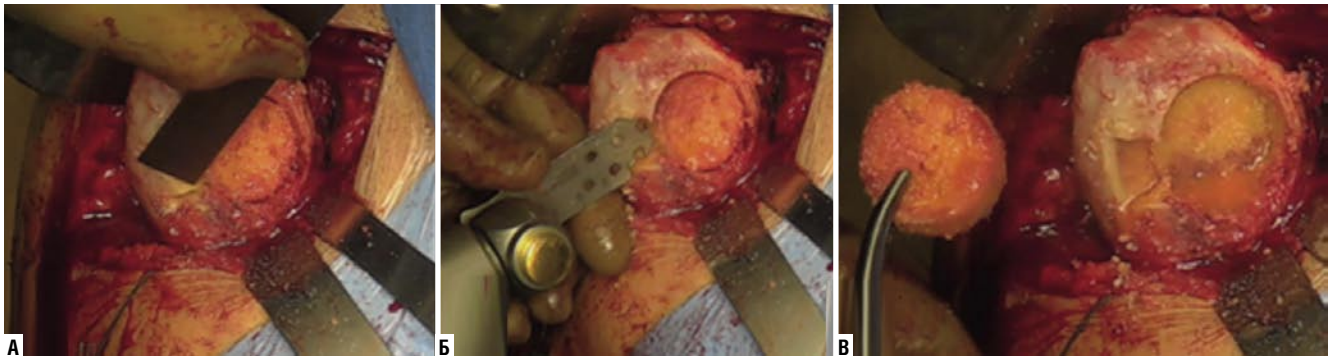


Рис. 4. Измерение толщины (А), резекция (Б) и забор трансплантата (В).

Далее, для определения степени латерализации ориентиром служило основание клювовидного отростка, который по результатам исследования Nadine Ott и др. является анатомическим ориентиром уровня суставной линии [7–10]. Сагиттальная плоскость, которая демонстрирует планируемое положение метаглена (синяя линия), выводилась до уровня латеральнее основания клювовидного отростка, после чего производились оценка костного дефекта гленоида, размеры и форма трансплантата и степень дополнительного эксцентрического римирования (Рис. 2).

Хирургическая техника

Выполнялся дельтопекторальный доступ, рассекались кожа и подкожная жировая клетчатка, сухожилие длинной головки бицепса и последующий тенодез к большой грудной мышце. Далее выполнялось отсечение подлопаточной и надостной мышц, вывихивание головки плечевой кости [11; 12].

Следующим этапом в головку плечевой кости заводилась спица перпендикулярно плоскости предстоящего опила, с помощью риммера по направляющей спице обрабатывалась кость до субхондрального слоя, далее с использованием фрезы диаметром 30 мм производилось высверливание цилиндрического трансплантата (Рис. 3).

Далее измерялся уровень резекции по заданным значениям предоперационного планирования. С помощью пилы выполнялся опил основания трансплантата, его последующее изъятие и обработка с учетом морфологии дефекта (Рис. 4).

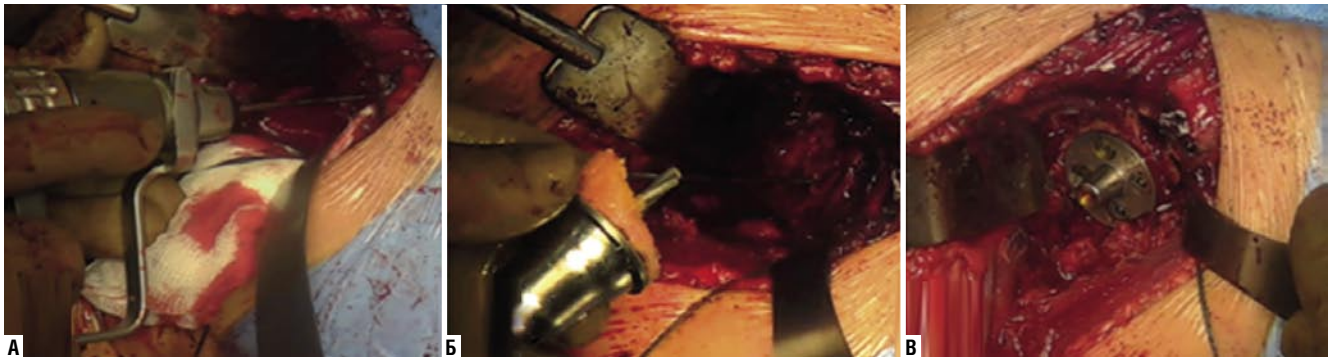


Рис. 5. Заведение центральной спицы (А), фиксация трансплантата (Б), установка метаглена (В).

Затем производилась резекция головки плечевой кости и разработка канала плечевой кости с версией 0 градусов по стандартной хирургической технике.

После чего выполнялось выделение гленоида, релиз мягких тканей, заведение центральной спицы в гленоид в спланированном направлении. По направляющей спице с помощью фрезы выполнялась обработка гленоида до субхондрального слоя, формирование центрального отверстия для ножки метаглена. На метаглен фиксировался трансплантат и выполнялась установка имплантата (Рис. 5).

Последующая установка эндопротеза осуществлялась в соответствии со стандартной хирургической техникой: установка гленосферы, пробное вправление на тестовых компонентах, определение размера вкладыша и глубины посадки ножки, дополнительные релизы, установка окончательных компонентов эндопротеза. Далее реинсерция сухожилия подлопаточной мышцы, послойное ушивание раны с установкой дренажа.

В послеоперационном периоде выполнялись контрольные исследования для оценки положения компонентов эндопротеза и трансплантата (Рис. 6).

Статистический анализ

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программы IBM SPSS Statistics (IBM Corp., США).

Перед проведением анализа количественные показатели были проверены на соответствие нормальному распределению с использованием критерия Шапиро–Уилка.

Поскольку исследование предусматривало сравнение показателей у одних и тех же пациентов до и после оперативного вмешательства, применялись методы анализа для связанных выборок.

При нормальном распределении разностей использовали параметрический парный t-критерий Стьюдента. В случае отклонения от нормального закона распределения применяли непараметрический критерий Уилкоксона для связанных выборок.

Категориальные данные анализировали с использованием критерия χ^2 Пирсона. При наличии малых ожидаемых частот применяли точный критерий Фишера.

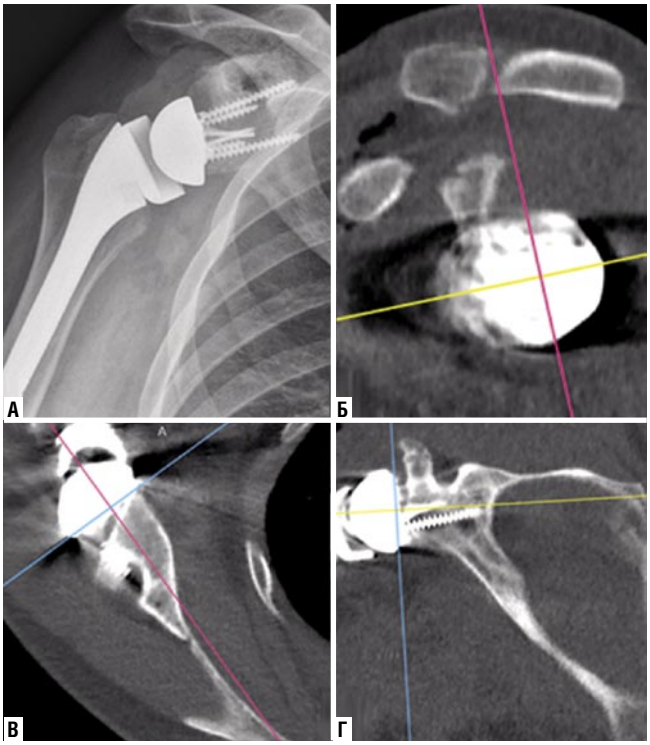


Рис. 6. Послеоперационные рентгенография (А) и КТ плечевого сустава (Б–В).

Результаты представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения (M±SD). Статистически значимыми считались различия при уровне значимости $p \leq 0{,}05$.

Результаты

В исследование были включены 20 пациентов, которым было выполнено реверсивное эндопротезирование плечевого сустава с применением методики BIO-RSA в условиях выраженных костных дефектов гленоида. У двух пациентов проведение послеоперационной оценки оказалось невозможным из-за развития осложнений, в связи с чем анализ клинических и функциональных результатов выполнен по данным 18 пациентов.

Функциональные результаты

Дооперационные показатели свидетельствовали о значительном снижении функции плечевого сустава. Средние значения ASES и CSS составили 23,06 и 21,41 балла, соответственно. После операции отмечено выраженное улучшение функции: средние значения ASES достигли 85,59 балла, а CSS – 82,76 балла (Табл. 1). Данные изменения демонстрируют значительное восстановление функции и повышение качества жизни пациентов.

Табл. 1. Динамика клинических показателей до и после операции (n = 18)

Показатель	До операции, M±SD (мин-макс)	После операции, M±SD (мин-макс)	Статистическая значимость (p)	Статистический тест
ASES, баллы	23,06±2,77 (18–28)	85,59±5,01 (78–95)	p<0,001	Парный t-тест
Constant–Murley Score, баллы	21,41±2,53 (17–25)	82,76±5,25 (72–90)	p<0,001	Парный t-тест
VAS, баллы	7,35±0,79 (6–9)	0,24±0,44 (0–1)	p<0,001	Критерий Уилкоксона

Интенсивность болевого синдрома

До операции выраженный болевой синдром фиксировался у всех пациентов, средний показатель VAS составил 7,35 балла. После хирургического вмешательства отмечалось практически полное исчезновение боли: средний VAS снизился до 0,24 балла, при этом у 15 пациентов боль отсутствовала полностью, а у трёх сохранялись минимальные болевые ощущения на уровне 1 балла (Табл. 1).

Осложнения

У двух пациентов в раннем послеоперационном периоде зафиксированы осложнения: у одного через 4 месяца диагностирована глубокая перипротезная инфекция, потребовавшая проведения ревизионного вмешательства с удалением компонентов эндопротеза и установкой антибактериального спейсера, у второго – двухкратный вывих эндопротеза и последующее ревизионное вмешательство с заменой полиэтиленового вкладыша. В обоих случаях потребовалось повторное хирургическое вмешательство, данные пациенты были исключены из оценки клинико-функциональных результатов, но сохранены в оценке осложнений. Других осложнений (нестабильность компонентов, перипротезные переломы, соударение эндопротеза с лопаткой (scapular notching), неврологические нарушения) в серии не зарегистрировано.

Обсуждение

В данном исследовании пациенты с дегенеративными заболеваниями плечевого сустава, с выраженными костными дефектами гленоида, которым было выполнено реверсивное эндопротезирование плечевого сустава с забором аутотрансплантата из резицируемой головки плечевой кости (BIO-RSA), продемонстрировали значительное улучшение как значительное улучшение функциональных показателей, так и практически полное исчезновение болевого синдрома в позднем послеоперационном периоде.

Данные настоящего исследования коррелируют с результатами масштабных зарубежных работ. В систематическом обзоре Paul R.A. и др. в который вошли 11 исследований и 393 пациента после BIO-RSA была проведена клинико-функциональная оценка данной методики. В результате, в 92% случаев наблюдалась успешная остеоинтеграция аутотраснплантата, значительное улучшение функциональных результатов, с общей долей осложнений до 18% и необходимостью ревизионных вмешательств у 2% пациентов [13].

Клиническое исследование Sholtis C. и соавт. включавшее 26 пациентов, которым было выполнено реверсивное эндопротезирование плечевого сустава с костной пластикой гленоида с использованием трансплантатов из различных локализаций, в том числе из головки плечевой кости, демонстрирует значительное улучшение функциональных показателей в послеоперационном периоде, однако авторы сообщают о необходимости повторных операций в 19% случаев и общую частоту осложнений в 27% случаев, но 86% осложнения не связаны с костной пластикой [14].

Исследование Da Silva A. и соавт. с 5-летним наблюдением группы из 37 случаев как первичного, так и ревизионного реверсивного эндопротезирования плечевого сустава с применением трансплантатов различной локализации для костной пластики дефектов сообщает об общей выживаемости гленоидального компонента эндопротеза у 78,4% пациентов и в 95% случаев при первичном эндопротезировании [15].

Настоящее исследование и данные зарубежных авторов показывают, что при прецизионном предоперационном планировании, корректной подготовке трансплантата и надёжной фиксации компонентов энопротеза применение аутотрансплантата из головки плечевой кости обеспечивает воспроизводимые клинические результаты, улучшение функциональных показателей и снижение потенциальных осложнений, характерных после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава у пациентов с выраженными костными дефектами гленоида.

Однако, существует ряд ограничений существующих исследований по теме. В литературе описаны случаи резорбции трансплантата, нестабильности компонентов без корреляции с возможными причинами данных осложнений. Кроме того, большинство опубликованных работ имеют ограниченный срок наблюдения.

Ограничение исследования

Данное исследование демонстрирует ранние и среднесрочные результаты, что не позволяет объективно оценить риск поздних осложнений. Также, стоит учитывать морфологические отличия дефектов гленоида, различные размеры и формы аутотрансплантата у каждого пациента.

Вывод

Результаты настоящего исследования демонстрируют эффективность применения BIO-RSA с использованием костного аутотрансплантата из головки плечевой кости. Полученные данные коррелируют с результатами международных исследований. Тем не менее, для объективной оценки воспроизводимости и надежности представленного метода необходимо проведение дальнейших исследований с долгосрочным наблюдением.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry. Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry 2023 Annual Report: Data Period 1 September 1999 – 31 December 2022.
2. Roche CP. Reverse Shoulder Arthroplasty Biomechanics. Journal of Functional Morphology and Kinesiology. 2022; 7(1): 13. doi: 10.3390/jfmk7010013.
3. 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.
4. Klein SM, Dunning P, Mulieri P, Pupello D, Downes K, Frankle MA. Effects of acquired glenoid bone defects on surgical technique and clinical outcomes in reverse shoulder arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 2010; 92(5): 1144-1154. doi: 10.2106/JBJS.I.00778.
5. Boileau P, Moineau G, Roussanne Y, O'Shea K. Bony increased-offset reversed shoulder arthroplasty: minimizing scapular impingement while maximizing glenoid fixation. Clin Orthop Relat Res. 2011; 469(9): 2558-2567. doi: 10.1007/s11999-011-1775-4.
6. Boileau P, Morin-Salvo N, Bessière C, Chelli M, Gauci MO, Lemmex DB. Bony increased-offset-reverse shoulder arthroplasty: 5 to 10 years' follow-up. J Shoulder Elbow Surg. 2020; 29(10): 2111-2122. doi: 10.1016/j.jse.2020.02.008.
7. Italia KR, Green N, Maharaj J, Launay M, Gupta A. Computed tomographic evaluation of glenoid joint line restoration with glenoid bone grafting and reverse shoulder arthroplasty in patients with significant glenoid bone loss. J Shoulder Elbow Surg. 2021; 30(3): 599-608. doi: 10.1016/j.jse.2020.09.031.
8. Bercik MJ, Knowles NK, Ferreira LM, Athwal GS. A modification to the Walch classification of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis using three-dimensional imaging. J Shoulder Elbow Surg. 2016; 25(10): 1601-1606. doi: 10.1016/j.jse.2016.03.010.
9. Айрапетов Г.А., Найданов В.Ф., Самкович Д.А. и др. Возможность реверсивного эндопротезирования плечевого сустава при костных дефектах гленоида // Сиб. науч. мед. ж. – 2025. – №45(6). – С.6-17. [Airapetov GA, Naidanov VF, Samkovich DA, et al. Possibility of reverse shoulder arthroplasty in patients with glenoid bone defects. Siberian Scientific Medical Journal. 2025; 45(6): 6-17. (In Russ.)] doi: 10.18699/SSMJ20250601.
10. Ott N, Kieback JD, Welle K, Paul C, Burger C, Kabir K. The base of coracoid process as a reference for glenoid reconstruction in primary or revision reverse shoulder arthroplasty: CT-based anatomical study. Arch Orthop Trauma Surg. 2022; 142(3): 387-393. doi: 10.1007/s00402-020-03642-w.
11. Суюнов Р.А., Айрапетов Г.А., Самкович Д.А. Дельтопекторальный доступ с частичным отсечением подлопаточной мышцы в реверсивном эндопротезировании плечевого сустава // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье. – 2025. – №15-(1). – С.46-51. [Suyunov RA, Airapetov GA, Samkovich DA. Deltopectoral approach with partial detachment of the subscapularis muscle in reverse shoulder arthroplasty. Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health. 2025; 15(1): 46-51. (In Russ.)] doi: 10.20340/vmi-rvz.2025.1.CLIN.3.
12. Суюнов Р.А., Айрапетов Г.А., Джоджуа А.В., Карпович Н.И., Закирова А.Р. Функция подлопаточной мышцы при реверсивном эндопротезировании плечевого сустава // Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова. – 2025. – №20(1). – С.109-114. [Suyunov RA, Airapetov GA, Dzhodzhua AV, Karpovich NI, Zakirova AR. Function of the subscapularis muscle in reverse shoulder arthroplasty. Bulletin of the NMCC named after N.I. Pirogov. 2025; 20(1): 109-114. (In Russ.)] doi: 10.25881/20728255_2025_20_1_109.
13. Paul RA, Maldonado-Rodriguez N, Docter S, et al. Glenoid bone grafting in primary reverse total shoulder arthroplasty: a systematic review. J Shoulder Elbow Surg. 2019; 28(12): 2447-2456. doi: 10.1016/j.jse.2019.05.011.
14. Sholtis C, Kha ST, Ramakrishnan A, Abrams GD, Freehill MT, Cheung EV. Glenoid structural bone grafting in reverse total shoulder arthroplasty: clinical and radiographic outcomes. J Shoulder Elbow Surg. 2025; 34(2): e103-e111. doi: 10.1016/j.jse.2024.05.008.
15. Da Silva A, Moverman MA, McCutcheon C, Chalmers PN, Joyce CD, Tashjian RZ. Functional and Radiographic Outcomes of Bone Grafting for Severe Glenoid Defects in Reverse Shoulder Arthroplasty: A Minimum 5-Year Follow-up. J Bone Joint Surg Am. 2025; 107(13): 1450-1460. doi: 10.2106/JBJS.24.01052.