

Пилотное исследование эффективности применения способа биологической стимуляции ремоделирования костного блока трансплантата при операции Бристоу – Латарже

А.С. Трегубов , Д.А. Маланин, И.А. Сучилин, А.Л. Жуликов, М.В. Демещенко

Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

Аннотация. Введение. Рецидивирующий передний вывих плеча является распространенным последствием травматических повреждений, сопровождающихся нарушением анатомической целостности передненижнего отдела суставной впадины лопатки. Одним из наиболее результативных методов хирургического лечения данной патологии считается операция Бристоу – Латарже, позволяющая восстановить стабильность плечевого сустава путем транспозиции клювовидного отростка. Однако даже при корректном выполнении вмешательства у значительной части пациентов развивается резорбция костного блока трансплантата, что может снижать прочность переднего костного барьера и повышать риск рецидива нестабильности. В связи с этим возрастает интерес к биологическим методам усиления остеоинтеграции, в том числе к применению аутологичного сгустка аспирата костного мозга (АСАКМ), содержащего мезенхимальные стромальные клетки и остеоиндуктивные факторы. **Цель работы.** Проанализировать влияние использования АСАКМ на процессы ремоделирования костного блока после операции Бристоу – Латарже и сравнить показатели плотности и объема трансплантата с классической техникой вмешательства. **Методика исследования.** Проведено проспективное исследование с участием 22 пациентов с рецидивирующим передним вывихом плеча. Пациенты были разделены на основную группу ($n = 11$), где применяли АСАКМ, и группу сравнения ($n = 11$). Забор аспирата осуществляли из крыла подвздошной кости с последующим формированием сгустка, фиксируемого на поверхности трансплантата. Контрольные КТ-исследования выполняли через 2 дня, 2 и 6 мес. после операции. Анализировали среднюю плотность трансплантата в единицах Хаунсфилда (HU) на трех уровнях, а также объем костного блока по 3D-реконструкции. **Результаты.** В основной группе отмечено более медленное снижение плотности костной ткани и меньшее уменьшение объема трансплантата. Через 6 мес. объем костного блока сохранялся на уровне $(1,23 \pm 0,11) \text{ см}^3$, тогда как в группе сравнения уменьшался почти вдвое – $(0,74 \pm 0,25) \text{ см}^3$. Плотность над и между винтами снижалась менее выражено, что свидетельствует о более активном ремоделировании и лучшей остеоинтеграции. Использование АСАКМ не приводило к возникновению дополнительных осложнений и не увеличивало продолжительность операции. **Заключение.** Применение АСАКМ способствует улучшению остеоинтеграции костного блока и снижает выраженность его резорбции после операции Бристоу – Латарже. Методика является технически выполнимой, безопасной и может значительно повысить надежность реконструкции переднего отдела гленоида. Необходимы дальнейшие рандомизированные исследования для подтверждения эффективности данного биологического подхода и определения его места в стандартах хирургического лечения нестабильности плечевого сустава.

Ключевые слова: рецидивирующий вывих плеча, нестабильность плечевого сустава, аутологичный аспират костного мозга, гленоид, Бристоу – Латарже

ORIGINAL RESEARCHES

Original article

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2025-22-4-165-172>

A pilot study of the effectiveness of the biological stimulation of bone block remodeling in the Bristow – Latarjet operation

A.S. Tregubov , D.A. Malanin, I.A. Suchilin, A.L. Zhulikov, M.V. Demeshchenko

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

Abstract. Introduction: Recurrent anterior shoulder dislocation is a common consequence of traumatic injuries associated with structural defects of the anteroinferior glenoid. The Bristow – Latarjet procedure remains one of the most effective surgical techniques for restoring glenohumeral stability by transferring the coracoid process to reconstruct the anterior bony buttress. However, postoperative resorption of the coracoid bone graft occurs in a substantial proportion of patients even when the procedure is performed correctly. This process may compromise the stability of the shoulder joint and increase the risk of recurrent instability. Consequently, biological methods aimed at enhancing osteointegration have gained growing attention, particularly the use of autologous bone marrow aspirate clot (BMAC), which contains mesenchymal stromal cells and osteoinductive factors capable of supporting bone healing. **The aim of the study:** To assess the effect of BMAC application on the remodeling of the bone graft following the Bristow – Latarjet procedure and to compare postoperative changes in bone density and graft volume with the classical surgical technique. **Materials and methods:** A prospective study included 22 patients with recurrent anterior shoulder dislocation. The patients were divided into two equal groups: the main group ($n = 11$), in which BMAC was applied to the graft surface, and the comparison group ($n = 11$), who underwent the conventional procedure. Bone marrow aspirate was harvested from the iliac crest and converted into a coagulated clot fixed onto the graft. Multislice computed

tomography was performed at 2 days, 2 months, and 6 months postoperatively. Bone mineral density (HU) was measured at three anatomical levels, and graft volume was assessed via 3D reconstruction. **Results:** The main group demonstrated a slower decline in bone density and significantly reduced graft resorption. At 6 months, the graft volume remained at $(1.23 \pm 0.11) \text{ cm}^3$, compared with a nearly twofold reduction in the comparison group – $(0.74 \pm 0.25) \text{ cm}^3$. Bone density above and between the screws decreased less markedly in the BMAC group, suggesting enhanced osteointegration and more active remodeling. The use of BMAC did not increase surgical duration, technical complexity, or complication rates. **Conclusion:** The application of BMAC improves the biological environment for graft osteointegration and reduces the degree of graft resorption after the Bristow – Latarjet procedure. This technique is safe, technically feasible, and may significantly enhance the reliability of anterior glenoid reconstruction. Further randomized clinical studies are required to confirm these findings and determine the role of BMAC in standard treatment protocols for anterior shoulder instability.

Keywords: recurrent shoulder dislocation, shoulder instability, bone marrow aspirate, glenoid, Bristow – Latarjet

Передний вывих плеча – одна из наиболее частых травматических патологий плечевого сустава, обусловленная бытовыми или спортивными повреждениями, с распространенностью от 2 до 8 %, преимущественно встречается у мужчин молодого и среднего возраста, ведущих активный образ жизни [1]. После консервативной терапии рецидивы вывиха отмечают в 26–100 % случаев, что существенно ограничивает физическую активность и снижает качество повседневной жизни пациентов [2, 3, 4]. Хирургическое вмешательство доказало свою эффективность в снижении частоты повторных вывихов [5, 6].

При рецидивирующем переднем вывихе плеча с дефектом суставной впадины оптимальным оперативным подходом считается операция Бристоу – Латарже – трансфер клювовидного отростка лопатки на передненижний край ее суставного отростка. Данный способ демонстрирует хорошие отдаленные результаты и низкий риск повторных вывихов [7, 8, 9]. Вместе с тем осложнения после вмешательства регистрируют в 15–30 % случаев [10, 11, 12], и наибольшее клиническое значение представляют изменения костного блока трансплантата, которые могут способствовать рецидивам нестабильности [13, 14, 15].

Вопрос влияния послеоперационной резорбции кости трансплантата на исходы лечения остается дискуссионным: одни исследователи утверждают, что она не сказывается на функциональном статусе пациента, другие же связывают с ней повышенный риск рецидива вывиха и дальнейшее развитие дегенеративных изменений в суставе с обнажением фиксаторов [16, 17, 18, 19, 20].

В отсутствие четко разработанных профилактических и терапевтических мер при выраженной резорбции костного блока единственным вариантом остается ревизионная операция, которая характеризуется повышенной технической сложностью и риском новых послеоперационных осложнений [21].

Среди биологических методов стимуляции ремоделирования костного блока трансплантата при выполнении операции Бристоу – Латарже наибольшее внимание уделяется использованию аутологичной костной стружки, остеоиндуктивных факторов и обогащенной тромбоцитами плазмы (PRP). Применение костной крошки в зоне контакта направлено на активацию остеогенеза, однако сопряжено с дополнительной травматизацией донорского участка [22]. Использование остеоиндуктивных

агентов, таких как костные морфогенетические белки (BMP) или коллагеновые матрицы, демонстрирует хорошую эффективность, но ограничивается высокой стоимостью, риском гетеротопической оссификации и потенциальным формированием атипичных клеток [23]. Введение PRP с целью ускорения регенеративных процессов также представляется перспективным подходом, однако его клиническое применение ограничено из-за отсутствия стандартизированных протоколов и значительной вариабельности получаемых результатов [24].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Оценка результатов нового способа биологической стимуляции ремоделирования костного блока трансплантата при операции Бристоу – Латарже путем применения аутологичного густка аспирата костного мозга.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для проспективного исследования послужили данные компьютерной томографии 22 пациентов с посттравматическим рецидивирующим передним вывихом плеча, находившихся под наблюдением в травматолого-ортопедическом отделении ГУЗ «Клиническая больница № 12» г. Волгограда в период с 2023 по 2025 г.

В исследование были включены две группы пациентов, перенесших операцию Бристоу – Латарже. В основной группе операцию выполняли с применением ортоботика – аутологичного густка аспирата костного мозга (АСАКМ), в группе сравнения использовалась классическая техника операции (без АСАКМ). Демографические и клинические характеристики пациентов представлены в табл. 1. В основной группе наблюдались 11 пациентов (7 мужчин и 4 женщины) со средним возрастом $(35,3 \pm 15,2)$ года. Группа сравнения также включала 11 пациентов (9 мужчин и 2 женщины), средний возраст которых составил $(29,3 \pm 8,8)$ года. Распределение по доминирующей руке в обеих группах было однородным. По результатам оценки гипермобильности суставов по шкале Beighton в основной группе последняя была выявлена у одного пациента (9 %), тогда как в группе сравнения такие случаи документировались. Уровень физической активности большинства пациентов обеих групп характеризовался как средний: 64 % – в основной и 73 % – в группе сравнения. При этом в группе сравнения было больше пациентов с низкой физической

активностью (18 %) по сравнению с основной группой (9 %). В обеих группах по одному пациенту (9 %), которые занимались контактными или бросковыми видами спорта.

Таблица 1

**Демографические и клинические
характеристики пациентов**

Параметр	Основная группа (n = 11)	Группа сравнения (n = 11)
Мужчины	7	9
Женщины	4	2
Средний возраст, лет	35,3 ± 15,2	29,3 ± 8,8
Доминирующая рука, n (%)	11 (100)	11 (100)
Гипермобильность по шкале Beighton, n (%)	1 (9)	0 (0)
Уровень физической активности, n (%): - высокий - средний - низкий	3 (27) 7 (64) 1 (9)	1 (9) 8 (73) 2 (18)
Контактные/бросковые виды спорта, n (%)	1 (9)	1 (9)
Предоперационная величина дефекта гленоида, %	18,6 ± 2,8	20,7 ± 2,5

Всем пациентам в основной группе была выполнена операция mini-open Бристоу – Латарже с применением АСАКМ. Забор аспирата осуществляли непосредственно в операционной перед началом основного этапа вмешательства. В области крыла подвздошной кости выполняли пункцию аспирационным троакаром на глубину 40 мм с получением 40 мл костномозгового аспирата (рис. 1–3). После подготовки костного трансплантата сгусток аспирата наносили на его поверхность, которую предполагалось обратить к суставной впадине лопатки, и фиксировали двумя обвивными рассасывающимися лигатурами. Далее, трансплантат фиксировали на передненижнем крае суставного отростка лопатки с помощью одного или двух спонгиозных винтов. В послеоперационном периоде верхнюю конечность иммобилизовали съемным ортезом сроком на 4 недели. Реабилитационные мероприятия с включением упражнений лечебной физической культуры, направленных на восстановление функции плечевого сустава, начинали с 14-го дня после операции.

Компьютерную томографию (КТ) оперированного плечевого сустава проводили на 128-срезовом спиральном томографе Siemens SOMATOM Definition Flash (Германия) с параметрами сканирования 120 kV, 150–200 mA и толщиной среза 0,60 мм. Полученные изображения сохраняли в формате DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) и обрабатывали с использованием программного обеспечения Vidar Dicom Viewer (ПО «Видар», Россия).



Рис. 1. Забор аспирата в области крыла подвздошной кости



Рис. 2. Сформированный сгусток аспирата



Рис. 3. Сгусток аспирата, фиксированный на поверхности костного блока

В последующем КТ-исследование выполняли через 2 дня, 2 и 6 месяцев после оперативного вмешательства (рис. 4–9). Для количественной оценки структуры костной ткани использовали инструмент «круг» на аксиальных срезах, позволяющий определять среднюю плотность в единицах Хаунсфилда (HU) в пределах выбранной области. Круг располагали таким образом, чтобы одна его половина находилась в проекции

гленоида, а вторая – в зоне трансплантата. Измерения проводили на трёх уровнях: над проксимальным винтом, в межвинтовом пространстве и под дистальным винтом. Для количественной оценки резорбции использовали метод измерения объема костной массы с помощью 3D КТ моделей [25]. Полученные данные подвергали статистической обработке с использованием программы Microsoft Excel.

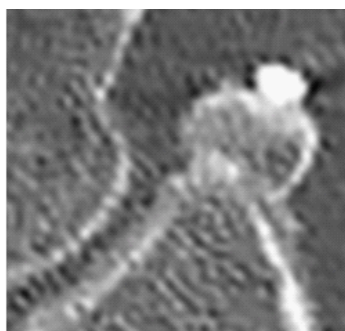


Рис. 4. Через 2 дня
после операции. Основная группа

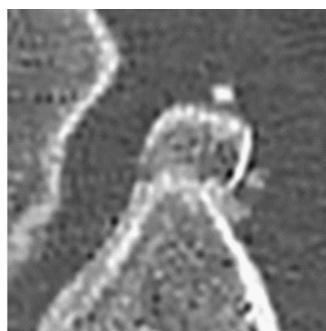


Рис. 5. Через 2 месяца
после операции. Основная группа



Рис. 6. Через 6 месяцев
после операции. Основная группа



Рис. 7. Через 2 дня
после операции. Группа сравнения



Рис. 8. Через 2 месяца
после операции. Группа сравнения



Рис. 9. Через 6 месяцев
после операции. Группа сравнения

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным анализа КТ через 2 дня после оперативного вмешательства в основной группе средняя плотность костной ткани в зоне над проксимальным винтом достигала $(404 \pm 21,3)$ HU, в межвинтовом пространстве – $(420 \pm 22,4)$ HU, под дистальным винтом – $(610 \pm 49,1)$ HU (табл. 2). При повторном обследовании через 2 мес. значения плотности составляли $(360 \pm 28,7)$, $(424 \pm 22,7)$ и $(613 \pm 13,3)$ HU соответственно. Через 6 мес. после операции отмечалось дальнейшее снижение плотности над проксимальным винтом до $(324 \pm 17,1)$ HU, между винтами – до $(400 \pm 31,1)$ HU, под дистальным винтом – до $(465 \pm 23,2)$ HU.

Таблица 2

Показатели плотности в основной группе, HU

Зона	Период		
	2 дня	2 мес.	6 мес.
Над проксимальным винтом	$438,0 \pm 14,3$	$410,0 \pm 16,6$	$388,0 \pm 12,4$
Между винтами	$480,0 \pm 21,2$	$444,0 \pm 26,3$	$397,0 \pm 21,3$
Под дистальным винтом	$587,0 \pm 28,8$	$555,0 \pm 28,7$	$560,0 \pm 22,5$

В группе сравнения в зоне над проксимальным винтом значения плотности на вторые сутки после

операции составляли $(424 \pm 24,3)$ HU, $(320 \pm 28,7)$ HU через 2 мес. и $(276 \pm 22,1)$ HU через 6 мес. (табл. 3). Между винтами плотность на вторые сутки после операции достигала $(460 \pm 23,4)$ HU, через 2 мес. $(424 \pm 36,2)$ HU и через 6 мес. $(387 \pm 31,1)$ HU. В области под дистальным винтом на 2-й день плотность составляла $(566 \pm 35,4)$ HU, через 2 мес. $(577 \pm 33,4)$ HU, а через 6 мес. $(540 \pm 43,2)$ HU.

Таблица 3

Показатели плотности в группе сравнения, HU

Зона	Период		
	2 дня	2 мес.	6 мес.
Над проксимальным винтом	$424,0 \pm 24,3$	$320,0 \pm 28,7$	$276,0 \pm 22,1$
Между винтами	$460,0 \pm 23,4$	$424,0 \pm 36,2$	$387,0 \pm 31,1$
Под дистальным винтом	$566,0 \pm 35,4$	$577,0 \pm 33,4$	$540,0 \pm 43,2$

Согласно методике, описанной Наеи D. и соавт., в основной группе объем костного блока на вторые сутки после операции составлял $(1,8 \pm 0,09)$ см³, через 2 мес. $(1,55 \pm 0,19)$ см³, а через 6 мес. $(1,23 \pm 0,11)$ см³. В группе сравнения объемные показатели были следующими: $(1,8 \pm 0,08)$ см³ на вторые сутки, $(1,48 \pm 0,14)$ см³ через 2 мес. и $(0,74 \pm 0,25)$ см³ через 6 мес. (табл. 4).

Таблица 4

Объем костного блока в группах, см³

Группы	Период		
	2 дня	2 мес.	6 мес.
Основная группа	1,80 ± 0,09	1,55 ± 0,19	1,23 ± 0,11
Группа сравнения	1,80 ± 0,08	1,48 ± 0,14	0,74 ± 0,25

Для оптимизации сращения костного блока трансплантата при операции Бристоу – Латарже в последние годы предложен ряд технических и биологических приемов, направленных на улучшение остеоинтеграции и снижение риска резорбции трансплантата. Одним из ключевых факторов является использование малоинвазивной хирургической техники, позволяющей максимально сохранить сосудистые структуры, питающие костный блок, что положительно влияет на его жизнеспособность в послеоперационном периоде [26]. Важным компонентом подготовки трансплантата является декорткация его поверхности, которая увеличивает площадь контакта с реципиентной площадкой и стимулирует костное сращение. Сохранение анатомической вогнутой формы трансплантата, а также создание соответствующей по геометрии площадки на переднем крае гленоида обеспечивают плотное прилегание и стабильную фиксацию блока [27]. Методы стимуляции регенерации включают выполнение микропереломов или микротуннелизации на реципиентной поверхности гленоида для повышения остеоиндуктивного потенциала [28]. С точки зрения фиксации трансплантата активно обсуждается применение подвешивающих пуговчатых систем, обеспечивающих стабильность при минимальной инвазии, а также фиксация одним винтом при условии точного позиционирования блока [29]. Артроскопический контроль во время вмешательства позволяет визуально оценить расположение и степень контакта костного блока с гленоидом, обеспечивая точность его установки [30]. В завершение наложение швов на капсулу ограничивает контакт синовиальной жидкости, содержащей различные ферменты, способные инициировать лизис костной ткани трансплантата [31]. Предполагается, что совокупное применение перечисленных техник позволяет улучшить остеоинтеграцию трансплантата и минимизировать риск послеоперационных осложнений [13].

Благодаря своему составу аспират костного мозга и его концентрат (ВМА/ВМАС) обладают остеогенными и остеоиндуктивными свойствами и могут представлять интерес с позиции усиления репаративного остеогенеза. Систематический обзор литературы, проведенный в 2016 г. и включивший 35 исследований, представил интересные данные по заживлению дефектов критических размеров длинных костей у различных

животных моделей: крыс, мышей, коз, кроликов, собак, овец и свиней [32]. В исследовании были выделены две группы: первая – с применением только ВМАС или без него (контроль), вторая – с применением ВМАС в сочетании с остеоиндуктивными матрицами. Результаты показали, что в 100 % работ были получены более выраженные признаки сращения при рентгенографическом контроле, в 81 % – отмечено увеличение костной массы при микрокомпьютерной томографии, в 90 % – усиление остеогенеза по данным гистологических и морфометрических исследований. Авторы пришли к выводу, что использование ВМА/ВМАС оказывает выраженное положительное влияние на восстановление костной ткани и эти продукты могут эффективно применяться в клинической практике для стимуляции остеоинтеграции.

Connolly J.F. и соавт. (1995) исследовали эффективность применения аспирата костного мозга при лечении несращения диафизарных переломов большеберцовой кости, возникших после применения различных методов фиксации: гипсовой повязки, погружного или наружного остеосинтеза [33]. В большинстве случаев переломы были открытыми и осложнялись инфекцией после первичного хирургического вмешательства. Аспират костного мозга вводился чрескожно, в среднем через 14,3 мес. после травмы. В половине случаев данная процедура сочеталась с внутрикостным остеосинтезом. Полученные результаты показали высокий процент успеха: сращение переломов наблюдалось в 90 % случаев.

Hernigou P. и соавт. (2006) провели исследование, включившее 60 пациентов с несращением диафизарных переломов большеберцовой кости, из которых 52 % имели локализацию в средней трети, а 80 % – открытые переломы [34]. Первичное лечение включало наружную фиксацию и/или иммобилизацию гипсовой повязкой. Через 8 мес. после травмы пациентам чрескожно вводили 20 мл концентрата аспирата костного мозга (ВМАС) в межотломковую щель и вокруг отломков с помощью троакара. В результате сращение было достигнуто у 88 % пациентов без необходимости в дополнительных хирургических вмешательствах.

В исследовании Braly H. и соавт. (2013) были рассмотрены 11 случаев асептического атрофического несращения в области дистального метадиафиза большеберцовой кости, возникавших после проведенного остеосинтеза или фиксации винтами [35]. Через 8 мес. после травмы всем пациентам проводилось чрескожное введение аспирата костного мозга. В результате сращение было достигнуто у 82 % пациентов без необходимости в дополнительных хирургических вмешательствах.

Наряду с использованием аспирата или концентрата костного мозга при несросшихся переломах различных локализаций последними дополняли аллогенные костные трансплантаты при возмещении дефектов

или стимулировали перестройку дистракционных регенераторов костей в аппаратах внешней фиксации [36].

В нашем исследовании анализ результатов послеоперационных КТ изображений говорит о том, что плотность костной ткани трансплантата и объем костного блока трансплантата в группе с использованием АСАКМ были больше, чем в контрольной группе (без использования АСАКМ) в среднесрочный период. Полученные предварительные результаты подтвердили гипотезу – использование аспирата уменьшает выраженность резорбции костного блока и может стимулировать процессы ремоделирования в послеоперационном периоде, особенно в рамках техники Бристоу – Латарже. Важно подчеркнуть, что внедрение данного биологического материала не усложняет выполнение малоинвазивной mini-open техники, сохраняя преимущества прямой визуализации и точного позиционирования трансплантата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение ортобиотика, представляющего собой сгусток аспирата костного мозга, помещенный между трансплантатом и реципиентной площадкой гленоида, способствует улучшению контактного взаимодействия между костными поверхностями, что, по-видимому, усиливает остеointegrацию трансплантата. Несмотря на полученные обнадеживающие результаты, потенциал биологической стимуляции сращения и перестройки костного блока с использованием аспирата костного мозга требует дальнейшего изучения в рандомизированных клинических исследованиях с участием сравнимых групп пациентов, что позволит объективизировать эффективность данного подхода и обосновать его внедрение в стандарт клинической практики.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Dugas J.R., Crozier M.W. Traumatic anterior instability: Treatment options for initial instability. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*. 2018;26(3):95–101. doi: 10.1097/JSA.0000000000000203.
2. Leroux T., Ogilvie-Harris D., Veillette C., Chahal J., Dwyer, T., Khoshbin A. et al. The epidemiology of primary anterior shoulder dislocations in patients aged 10 to 16 years. *The American journal of sports medicine*. 2015;43(9):2111–2117. doi: 10.1177/0363546515591996.
3. Olds M., Ellis R., Parmar P., Kersten P. The immediate and subsequent impact of a first-time traumatic anterior shoulder dislocation in people aged 16–40: Results from a national cohort study. *Shoulder & elbow*. 2021;13(2):223–232. doi: 10.1177/1758573220921484.
4. Roberts S. B., Beattie N., McNiven N.D., Robinson C.M. The natural history of primary anterior dislocation of the glenohumeral joint in adolescence. *The bone & joint journal*. 2015;97-B(4):520–526. doi: 10.1302/0301-620X.97B4.34989.
5. Bottoni C.R., Wilckens J.H., DeBerardino T.M., D'Alleyrand J.C., Rooney R.C., Harpstrite J.K. et al. A prospective, randomized evaluation of arthroscopic stabilization versus nonoperative treatment in patients with acute, traumatic, first-time shoulder dislocations. *The American journal of sports medicine*. 2002;30(4):576–580. doi: 10.1177/03635465020300041801.
6. Jakobsen B.W., Johannsen H.V., Suder P., Søjbjerg J.O. Primary repair versus conservative treatment of first-time traumatic anterior dislocation of the shoulder: a randomized study with 10-year follow-up. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*. 2007;23(2):118–123. doi: 10.1016/j.arthro.2006.11.004.
7. Hurley E.T., Jamal M.S., Ali Z.S., Montgomery C., Pauzenberger L., Mullett H. Long-term outcomes of the Latarjet procedure for anterior shoulder instability: a systematic review of studies at 10-year follow-up. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2019;28(2):e33–e39. doi: 10.1016/j.jse.2018.08.028.
8. Chillemi C., Guerri M., Pagliarlunga C., Salate Santone F., Osimani M. Latarjet procedure for anterior shoulder instability: a 24-year follow-up study. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2021;141(2):189–196. doi: 10.1007/s00402-020-03426-2.
9. Giles J.W., Degen R.M., Johnson J.A., Athwal G.S. The Bristow and Latarjet procedures: why these techniques should not be considered synonymous. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 2014;96(16):1340–1348. doi: 10.2106/JBJS.M.00627.
10. Tanaka M., Hanai H., Kotani Y., Kuratani K., Nakai H., Kinoshita S. et al. Open Bristow Versus Open Latarjet for Anterior Shoulder Instability in Rugby Players: Radiological and Clinical Outcomes. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2022;10(5):23259671221095094. doi: 10.1177/23259671221095094.
11. Griesser M.J., Harris J.D., McCoy B.W., Hussain W.M., Jones M.H., Bishop J.Y. et al. Complications and re-operations after Bristow-Latarjet shoulder stabilization: a systematic review. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2013;22(2):286–292. doi: 10.1016/j.jse.2012.09.009.
12. Longo U.G., Loppini M., Rizzello G., Ciuffreda M., Maffulli N., Denaro V. Latarjet, Bristow, and Eden-Hybinette procedures for anterior shoulder dislocation: systematic review and quantitative synthesis of the literature. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*. 2014; 30(9):1184–1211. doi: 10.1016/j.arthro.2014.04.005.
13. Butt U., Charalambous C.P. Complications associated with open coracoid transfer procedures for shoulder instability. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2012;21(8):1110–1119. doi: 10.1016/j.jse.2012.02.008.
14. Hendy B.A., Padegimas E.M., Kane L., Harper T., Abboud J.A., Lazarus M.D. et al. Early postoperative complications after Latarjet procedure: a single-institution

experience over 10 years. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2021;30(6):e300–e308. doi: 10.1016/j.jse.2020.09.002.

15. Kordasiewicz B., Małachowski K., Kiciński M., Chaberek S., Boszczyk A., Marczak D., Pomianowski S. Intraoperative graft-related complications are a risk factor for recurrence in arthroscopic Latarjet stabilisation. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*. 2019;27(10):3230–3239. doi: 10.1007/s00167-019-05400-x.

16. Cohen M., Zaluski A.D., Siqueira G.S.L., Amaral M.V.G., Monteiro M.T., Filho G.R.M. Risk factors for coracoid graft osteolysis after the open Latarjet procedure. *Revista brasileira de ortopedia*. 2020;55(5):585–590. doi: 10.1055/s-0039-1698799.

17. Kee Y.M., Kim J.Y., Kim H.J., Sinha S., Rhee Y.G. Fate of coracoid grafts after the Latarjet procedure: will be analogous to the original glenoid by remodelling. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*. 2018;26(3):926–932. doi: 10.1007/s00167-017-4808-zz.

18. Kordasiewicz B., Kicinski M., Małachowski K., Wiecek J., Chaberek S., Pomianowski S. Comparative study of open and arthroscopic coracoid transfer for shoulder anterior instability (Latarjet)-computed tomography evaluation at a short term follow-up. Part II. *International orthopaedics*. 2018;42(5):1119–1128. doi: 10.1007/s00264-017-3739-0.

19. Zhu Y.M., Jiang C.Y., Lu Y., Li F.L., Wu G. Coracoid bone graft resorption after Latarjet procedure is underestimated: a new classification system and a clinical review with computed tomography evaluation. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2015;24(11):1782–1788. doi: 10.1016/j.jse.2015.05.03920.

20. Di Giacomo G., Costantini A., de Gasperi N., De Vita A., Lin B.K., Francone M. et al. Coracoid graft osteolysis after the Latarjet procedure for anteroinferior shoulder instability: a computed tomography scan study of twenty-six patients. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2011;20(6):989–995. doi: 10.1016/j.jse.2010.11.016.

21. Jegatheesan V., Patel D., Lu V., Domos P. Outcomes of primary Latarjet vs. revision Latarjet after prior surgery for anterior shoulder instability: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2023;32(12):2599–2612. doi: 10.1016/j.jse.2023.07.002.

22. Myeroff C., Archdeacon M. Autogenous bone graft: donor sites and techniques. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2011;93(23):2227–2236. doi: 10.2106/JBJS.J.01513.

23. Wei F., Zhou Y., Wang J., Liu C., Xiao Y. The Immunomodulatory Role of BMP-2 on Macrophages to Accelerate Osteogenesis. *Tissue Engineering, Part A*. 2018; 24(7–8):584–594. doi: 10.1089/ten.TEA.2017.0232.

24. Sanchez A., Ferrari M.B., Akamefula R.A., Frank R.M., Sanchez G., Provencher M.T. Anatomical Glenoid Reconstruction Using Fresh Osteochondral Distal Tibia Allograft After Failed Latarjet Procedure. *Arthroscopy techniques*. 2017; 6(2):e477–e482. doi: 10.1016/j.eats.2016.11.003.

25. Haeni D. L., Opsomer G., Sood A., Munji J., Sanchez M., Villain B. et al. Three-dimensional volume measurement of coracoid graft osteolysis after arthroscopic Latarjet procedure.

Journal of Shoulder and Elbow Surgery. 2017;26(3):484–489. doi: 10.1016/j.jse.2016.08.007.

26. Deng Z., Liang D., Zhu W., Liu H., Xu J., Peng L. et al. A pilot study of blood supply of the coracoid process and the coracoid bone graft after Latarjet osteotomy. *Bioscience reports*. 2019;39(11):BSR20190929. doi: 10.1042/BSR20190929.

27. Selvaraj M.K., Das T.K., Martin N.J., Sundar M.S., Rajan D.V. Open Classic Latarjet Procedure Performed Using Freehand Technique-Surgical Technique and Outcome. *Indian Journal of Orthopaedics*. 2021;55(3):723–727. doi: 10.1007/s43465-021-00385-7.

28. Taverna E., Longo U.G., Guarrella V., Garavaglia G., Perfetti C., Sconfienza L.M. et al. A new mini-open technique of arthroscopically assisted Latarjet. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21(1):285. doi: 10.1186/s12891-020-03307-0.

29. Teissier P., Bouhali H., Degeorge B., Toffoli A., Teissier J. Arthroscopic Latarjet procedure and suture-button fixation: can we predict nonunion early? *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2023;32(3):610–617. doi: 10.1016/j.jse.2022.08.019.

30. Lafosse L., Boyle S. Arthroscopic Latarjet procedure. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2010;19(2 Suppl):2–12. doi: 10.1016/j.jse.2009.12.010.

31. Jackson G.R., Brusalis C.M., Schundler S.F., Sachdev D., Obioha O.A., McCormick J.R. et al. Isolated Primary Latarjet Procedures for Anterior Shoulder Instability Results in High Rates of Graft Resorption and Glenohumeral Degenerative Changes With Low Rates of Failure at a Minimum 2-Year Follow-Up: A Systematic Review. *Arthroscopy*. 2024;40(2):581–591.e1. doi: 10.1016/j.arthro.2023.05.024.

32. Gianakos A., Ni A., Zambrana L., Kennedy J.G., Lane J.M. Bone Marrow Aspirate Concentrate in Animal Long Bone Healing: An Analysis of Basic Science Evidence. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2016;30(1):1–9. doi: 10.1097/BOT.0000000000000453.

33. Connolly J.F. Injectable bone marrow preparations to stimulate osteogenic repair. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1995;(313):8–18.

34. Hernigou P., Mathieu G., Poignard A., Manicom O., Beaujean F., Rouard H. Percutaneous autologous bone-marrow grafting for nonunions. Surgical technique. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American volume*. 2006;88(1):322–7. doi: 10.2106/JBJS.F.00203.

35. Braly H.L., O'Connor D.P., Brinker M.R. Percutaneous autologous bone marrow injection in the treatment of distal meta-diaphyseal tibial nonunions and delayed unions. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2013;27(9):527–33. doi: 10.1097/BOT.0b013e31828bf077.

36. Memeo A., Verdoni F., Minoli C.F., Voto A., D'Amato R.D., Formiconi F. et al. Effectiveness of bone marrow aspirate concentrate (BMAC) as adjuvant therapy in the surgical treatment of congenital pseudoarthrosis of the tibia: a retrospective comparative study. *Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents*. 2020;34(4 Suppl. 3): 431–440.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этические требования соблюдены. Текст не сгенерирован нейросетью.

Информация об авторах

Андрей Сергеевич Трегубов – ассистент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; as.tregubov@yandex.ru

Дмитрий Александрович Маланин – доктор медицинских наук, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, профессор, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; malanin67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7507-0570>

Илья Алексеевич Сучилин – кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; iljasuchilin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7375-5365>

Александр Львович Жуликов – кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; julikov60@mail.ru

Максим Васильевич Демещенко – кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; maximus275@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1797-2431>

Статья поступила в редакцию 26.09.2025; одобрена после рецензирования 26.10.2025; принята к публикации 18.11.2025.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Ethical requirements are met. The text is not generated by a neural network.

Information about the authors

Andrey S. Tregubov – Assistant Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; as.tregubov@yandex.ru

Dmitry A. Malanin – MD, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery, Professor, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; malanin67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7507-0570>

Ilya A. Suchilin – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; iljasuchilin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7375-5365>

Alexander L. Zhulikov – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; julikov60@mail.ru

Maxim V. Demeshchenko – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; maximus275@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1797-2431>

The article was submitted 26.09.2025; approved after reviewing 26.10.2025; accepted for publication 18.11.2025.