

УДК 616.717.46-001.5

<https://doi.org/10.52420/umj.24.4.40>

<https://elibrary.ru/IULMLY>



Комплексный подход в лечении внутрисуставных переломов дистального отдела плечевой кости

Евгений Сергеевич Козлов¹, Юрий Петрович Солдатов², Сергей Александрович
Столбиков¹, Станислав Юрьевич Лукин¹, Александр Викторович Гордеев¹,
Юрий Валерьевич Антониади³, Анжела Владимировна Васнина^{3✉}

¹ Городская больница № 36 «Травматологическая», Екатеринбург, Россия

² Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии
имени академика Г. А. Илизарова, Курган, Россия

³ Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

✉ anjela.vasnina@mail.ru

Аннотация

Введение. Число лиц с тяжелыми многооскольчатыми переломами дистального отдела плечевой кости увеличивается ежегодно. Эта тенденция негативно сказывается на исходах лечения, что подтверждает актуальность проблемы оказания помощи пациентам с внутрисуставными переломами дистального отдела плеча (ВПДОП).

Целью исследования является оценка эффективности хирургического лечения пациентов с ВПДОП посредством нового комплексного подхода к лечению этого типа повреждений.

Материалы и методы. Проанализированы результаты лечения 68 женщин и 149 мужчин с ВПДОП за 2001–2022 гг.: в контрольной группе представлены ретроспективные данные 137 случаев; основной — 80 процентов лечения с использованием инновационных разработок.

Результаты. В клиническую практику внедрены инновационные разработки в хирургии локтевого сустава (ЛС), включающие в себя новое устройство для репозиции фрагментов кости, компоновку аппарата внешней фиксации ЛС и метод транслоктального доступа. Эти разработки позволили повысить результативность лечения и снизить количество осложнений при выполнении чрескостного остеосинтеза с 16,67 % до 5,56 %.

Обсуждение. К факторам, влияющим на послеоперационную функциональность ЛС, относятся сложность перелома, выбор техники фиксации и хирургического доступа. Для снижения риска осложнений разработан комплексный подход, включающий в себя оптимизацию диагностики, лечения и реабилитации пациентов. Метод позволяет избежать тотального эндопротезирования ЛС, обеспечить клинические результаты без ограничения активности и анатомическое восстановление суставной поверхности и функций ЛС.

Заключение. Использование усовершенствованных методов оптимизации хирургического лечения пациентов с ВПДОП позволяет снизить количество осложнений. Открытые методы ассоциированы с высоким риском осложнений, что требует их ограниченного применения. Разработанные методики рекомендованы для включения в клинические протоколы, особенно при сложных многоплоскостных переломах.

Ключевые слова: плечевая кость, дистальный отдел, локтевой сустав, мышцелок, внутрисуставные переломы, лечение

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Соответствие принципам этики. Исследование проведено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики и принципами Хельсинкской декларации. Пациенты надлежащим образом проинформированы о всех аспектах исследования, после чего подписали информированное согласие на включение и участие в исследовании, обработку персональных данных и публикацию результатов в анонимном виде. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом Уральского государственного медицинского университета (протокол № 26 от 14 февраля 2025 г.).

Для цитирования: Комплексный подход в лечении внутрисуставных переломов дистального отдела плечевой кости / Е. С. Козлов, Ю. П. Солдатов, С. А. Столбиков [и др.] // Уральский медицинский журнал. 2025. Т. 24, № 4. С. 40–54. DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.24.4.40>. EDN: <https://elibrary.ru/IULMLY>.

An Integrated Approach to the Treatment of Intra-Articular Fractures of the Distal Humerus

Evgeny S. Kozlov¹, Yuriy P. Soldatov², Sergey A. Stolbikov¹, Stanislav Yu. Lukin¹, Alexander V. Gordeev¹, Yuriy V. Antoniadi³, Angela V. Vasnina³✉

¹ City Hospital No. 36 "Traumatological", Ekaterinburg, Russia

² National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Ortopaedics, Kurgan, Russia

³ Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

✉ anjela.vasnina@mail.ru

Abstract

Introduction. The number of people with severe multicomminuted fractures of the distal humerus is increasing every year. This trend has a negative impact on the outcomes of treatment of such fractures, which confirms the urgency of the problem of providing care to patients with intra-articular fractures of the distal shoulder.

Materials and methods. The results of treatment of 217 patients, 2001–2022: the control group was retrospective data of 137 cases with fractures of the humerus, the main group was 80 patients treated using innovative developments.

Results. Innovative developments in elbow joint surgery, including a new device for bone fragment reposition, an external fixation device for elbow joint, and a transosseous access method, have been introduced into clinical practice. These developments have improved the treatment outcome and reduced the number of complications during transosseous osteosynthesis from 16.67 % to 5.56 %.

Discussion. Factors affecting postoperative elbow joint functionality include fracture complexity, choice of fixation technique, and choice of surgical approach. The method allows to avoid total elbow joint endoprosthesis, providing clinical results without significant limitation of activity and to ensure anatomical restoration of the articular surface and functions. To reduce the risk of complications, an integrated approach has been developed, including optimization of diagnostics, treatment, and rehabilitation.

Conclusion. The use of advanced methods for optimizing surgical treatment of patients with fractures of the distal humerus allows to improve the results of medical rehabilitation, increasing the effectiveness of treatment and reducing the number of complications.

Keywords: humerus, distal region, condyle, intra-articular fractures, treatment

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious or potential conflicts of interest.

Conformity with the principles of ethics. The study was conducted in accordance with the standards of good clinical practice and the principles of the Declaration of Helsinki. Patients were duly informed about all aspects of the study, after which they signed informed consent for inclusion and participation in the study, processing of personal data and publication of the results in an anonymous form. The study protocol was approved by the Local Ethics Committee of the Ural State Medical University (protocol No. 26 dated 14 February 2025).

For citation: Kozlov ES, Soldatov YP, Stolbikov SA, Lukin SY, Gordeev AV, Antoniadi YV, et al. An integrated approach to the treatment of intra-articular fractures of the distal humerus. *Ural Medical Journal*. 2025;24(4):40–54. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.24.4.40>. EDN: <https://elibrary.ru/IULMLY>.

Список сокращений

АВФ — аппарат внешней фиксации

ВПДОП — внутрисуставные переломы дистального отдела плеча

ГО — гетеротопическая оссификация

ЛС — локтевой сустав

НО — наkostный остеосинтез

ОВС — остеосинтез винтами и спицами

ПДОПК — переломы дистального отдела плечевой кости

РФК — репозиция фрагментов кости

ЧО — чрескостный остеосинтез

АО/ASIF — рабочая группа по вопросам остеосинтеза (*нем.* Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen), впоследствии Ассоциация по изучению внутренней фиксации (*англ.* Association for the Study of Internal Fixation)

Введение

Для травматологического общества одной из актуальных проблем является оказание помощи пациентам с внутрисуставными переломами дистального отдела плеча (ВПДОП) [1–4]. Переломы дистального отдела плечевой кости (ПДОПК) — сложные повреждения, которые могут ограничивать функциональную активность локтевого сустава (ЛС) и, как следствие, снижать качество жизни пациента [3, 5, 6]. В последнее десятилетие прослеживается рост числа сложных многооскольчатых ПДОПК, обусловленных структурными проблемами костной ткани [7, 8]. Такие повреждения требуют большого травматичного доступа с четкой визуализацией сосудисто-нервных пучков [2, 6, 8]. В то же время за счет высокой пролиферации тканей сустава возможно развитие гетеротопической оссификации (ГО), что также негативно отражается на результатах восстановления [9–12]. Для эффективного лечения необходимы современные знания анатомии дистального эпиметафиза плеча [1, 8, 11, 13, 14]. Важную роль в успешности оперативного лечения лиц с такими переломами играют правильно подобранные имплантаты, варианты которых следует применять в четком соответствии с видом перелома [9, 15–17]. Для проведения лечебных мероприятий при повреждении надо иметь представление о биомеханической характеристике ЛС и владеть навыками рационального оперативного доступа [1, 5, 18–21]. Необходимость поиска новых комплексных подходов в лечении ПДОПК определяет большую долю (до 34 %) негативных результатов лечения пациентов с такими повреждениями [22–26].

Цель исследования — оценить эффективность хирургического лечения пациентов с ВПДОП посредством нового комплексного подхода к лечению этого типа повреждений.

Материалы и методы

Проанализированы результаты лечения 217 человек с ВПДОП, проходивших его в Национальном медицинском исследовательском центре травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова (Курган) и Городской больнице № 36 «Травматологической» (Екатеринбург) в 2001–2022 гг. Возраст пациентов составил 41 [20; 60] год¹. Распределение по полу: женщины — 68/217 (31,34 %); мужчины — 149/217 (68,66 %). Поступление в стационар от момента травмы варьировалось от 0 до 30 суток (медиана — 9,00 [3,75; 14,00] дней).

¹ Данные представлены в виде медианы, 1-го и 3-го квартилей.

Общими критериями включения в исследование стали возрастной порог от 18 лет и наличие у пациента ВПДОП; исключения — отказ или отсутствие согласия пациента на участие в исследовании, тотальное эндопротезирование ЛС, декомпенсация состояния пациента или обострение хронического заболевания.

Общая выборка разделена на две группы: контрольную — лечение с применением чрескостного остеосинтеза (ЧО), открытой репозиции, классических хирургических доступов, типовых моделей аппарата внешней фиксации (АВФ); основную — лечение с применением нового комплексного подхода, включающего в себя использование трансэпикриального доступа, нового устройства для репозиции фрагментов кости (РФК), усовершенствованную компоновку АВФ ЛС.

Для контрольной группы использованы ретроспективные данные наблюдений 137 случаев; основной — 80 прецедентов лечения с использованием нового комплексного подхода. Первоначальные исследования визуализации у обеих групп включали в себя получение серии снимков ЛС при использовании фотонного эмиссионного компьютерного томографа ZLC 370 Siemens (Германия).

Распределение пациентов по вариантам повреждения производилось по классификациям АО/ASIF¹ (типы В, С), Д. К. Мене и Дж. М. Матты (*англ.* D. K. Mehne et J. M. Matta) в модификации Дж. Б. Юпитера (*англ.* J. B. Jupiter; 1994) (табл. 1).

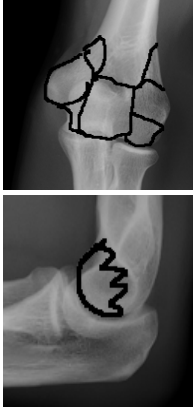
Таблица 1

Распределение пациентов в группах наблюдения по рентгенологическим данным (классификация Д. К. Мене и Дж. М. Матты в модификации Дж. Б. Юпитера, 1994)

Тип ПДОПК	Характеристика ПДОПК	Схема ПДОПК	Количество пациентов, абс./общ. (отн.)		
			Всего (<i>n</i> = 217)	Основная группа (<i>n</i> = 80)	Контрольная группа (<i>n</i> = 137)
1. Высокий Т-образный	Поперечный перелом, который разделяет обе колонны в области ямки локтевого отростка		39/217 (17,97)	14/80 (17,50)	25/137 (18,25)
2. Низкий Т-образный	Встречается преимущественно у пожилых людей и относится к сложным переломам, которые трудно поддаются лечению. Поперечная линия перелома проходит через нижнюю часть блока плечевой кости, захватывая при этом мелкие фрагменты суставной поверхности		30/217 (13,83)	8/80 (10,00)	22/137 (16,06)

АО/ASIF — рабочая группа по вопросам остеосинтеза (*нем.* Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen), впоследствии Ассоциация по изучению внутренней фиксации (*англ.* Association for the Study of Internal Fixation).

Окончание табл. 1

Тип ПДОПК	Характеристика ПДОПК	Схема ПДОПК	Количество пациентов, абс./общ. (отн.)		
			Всего ($n = 217$)	Основная группа ($n = 80$)	Контрольная группа ($n = 137$)
3. Y-образный	Линия перелома наклонная; пересекая обе колонны, она сходится в ямке локтевого отростка, дистальнее линия стреловидно раскалывает блок		47/217 (21,66)	22/80 (27,50)	25/137 (18,25)
4. H-образный	Линия перелома проходит у медиальной колонны, включая медиальный и латеральный надмыщелки, в виде символа Т или Y. Блок остается свободен и может быть расщеплен или фрагментирован		35/217 (16,13)	11/80 (13,75)	24/137 (17,52)
5. Медиальный лямбдо-видный	Перелом проходит через середину блока плечевой кости и идет дистальнее, до уровня латерального надмыщелка		34/217 (15,67)	13/80 (16,25)	21/137 (15,33)
6. Латеральный лямбдо-видный	Схож с H-образным переломом, однако латеральная колонна не вовлечена, блок раскалывается стреловидно в 1–2 частях		16/217 (7,37)	7/80 (8,75)	9/137 (6,57)
7. Многоплоскостной, «рана стрижи»	Свободный фрагмент мыщелка плечевой кости напоминает волосистую часть головы. Многоплоскостное направление линий перелома классифицировано автором как сагиттальное, поперечное и венечное (Дж. Б. Юпитер, 1994)		16/217 (7,37)	5/80 (6,25)	11/137 (8,03)

Согласно данным в табл. 1, основное число переломов — это многооскольчатые в нескольких плоскостях, при этом линия перелома чаще проходила через обе колонны как в контрольной, так и основной группах. Фрагменты отломков зачастую были мелкими, суставная поверхность подвергалась импрессии, определялись дефекты в зоне метафизов.

Распределение по типам переломов (классификация Д. К. Мене и Дж. М. Матты) не различалось между группами: в контрольной выявлены переломы I–III типов у 62/137 (45,26 %) пациентов, IV–VII типов у 75/137 (54,74 %); основной — 40/80 (50,00 %) и 40/80 (50,00 %) соответственно, $p(\chi^2) = 0,500$.

Все исследуемые распределены по виду погружного остеосинтеза на подгруппы. Остеосинтез винтами и спицами (ОВС) проведен в контрольной и основной группах у 21/137 (15,33 %) и 11/80 (13,75 %) пациентов соответственно; накостный остеосинтез (НО) пластинами — 32/137 (23,36 %) и 15/80 (18,75 %); ЧО АВФ — 84/137 (61,31 %) и 54/80 (67,50 %).

Для оценки положения отломков на первые сутки госпитализации, интраоперационно, при проведении манипуляций АВФ, ежемесячно на этапе фиксации, а также для контрольного исследования по завершении демонтажа АВФ и дополнительно по показаниям проводилось рентгенографическое исследование в прямой и (или) боковой проекциях.

Систематизация первичных данных проводилась с использованием программы Microsoft Excel 2000 (Microsoft, США), статистический анализ — OpenEpi (США). Однородность групп подтверждена для всех сравниваемых параметров, $p > 0,050$. Это исключает влияние параметров (пол и возраст) на различия в исходах лечения и позволяет рассматривать группы как однородные на старте исследования. Результаты соответствуют требованиям для проведения сравнительного анализа эффективности методик. Для количественных показателей проверка на соответствие нормальному распределению осуществлялась с помощью теста Шапиро — Уилка, т. к. данные распределены нормально, использовалось среднее значение со стандартным отклонением, сравнение средних значений выполнено с помощью t -критерия Стьюдента. Для категориальных данных статистическая оценка достоверности различий оценивалась с помощью точного теста Фишера (F) при частотах 5 и менее или χ^2 -критерия Пирсона при частотах более 5.

Результаты

Разработана и введена в использование полезная модель АВФ для оперативного лечения патологий ЛС¹. Новая компоновка дает возможность жестко зафиксировать относительно друг друга расположение опор плеча и предплечья благодаря увеличению контактной поверхности и трению шарнирного узла. Таким образом, становится возможным разрабатывать и увеличивать амплитуду движений суставов, профилировать формирование контрактур. Еще одним преимуществом новой компоновки АВФ является возможность проведения рентгенографических исследований поврежденного сустава без закрытия ключевых структур элементами АВФ.

Также в клиническую практику внедрено устройство, позволяющее точнее и надежнее сопоставлять костные отломки мыщелков плечевых костей (удостоверение на рационализаторское предложение № 06/20 «Аппарат чрескостной фиксации для репозиции и лечения переломов мыщелка плечевой кости»). Внедренный в клиническую практику аппарат благодаря жесткой фиксации дает возможность осуществления функциональной нагрузки на сустав, а также без технических трудностей выполнить операционный доступ для дистального эпифиза плеча, провести один вариант остеосинтеза и временно зафиксировать кости поврежденного сустава².

¹ Аппарат внешней фиксации для лечения локтевого сустава : пат. № 192451 РФ. № 2019114159 ; заявл. 13.05.2019 ; опубл. 17.09.2019, Бюл. № 26. 12 с. URL: <https://clck.ru/3NGYAP> (дата обращения: 23.03.2022).

² Устройство для лечения переломов мыщелка плечевой кости : пат. № 204161 РФ. № 2021103136 ; заявл. 10.02.2021 ; опубл. 12.05.2021, Бюл. № 14. 8 с. URL: <https://clck.ru/3NGYbM> (дата обращения: 23.03.2022).

Изобретенный и апробированный метод проведения транслокранного доступа (удостоверение на рационализаторское предложение № 07/20) дает возможность выполнить восстановление анатомических взаимоотношений между отломками локтевой кости, надежно зафиксировать костные отломки и уменьшить продолжительность оперативного вмешательства. Хирургическое лечение начинается с получения травмы и продолжается в течение суток: выполняется закрытая РФК, чтобы восстановить ось, длину сегмента конечности, устранить выраженные смещения и стабилизировать поврежденную область с помощью спицевого АВФ в новой компоновке¹ (рис.).

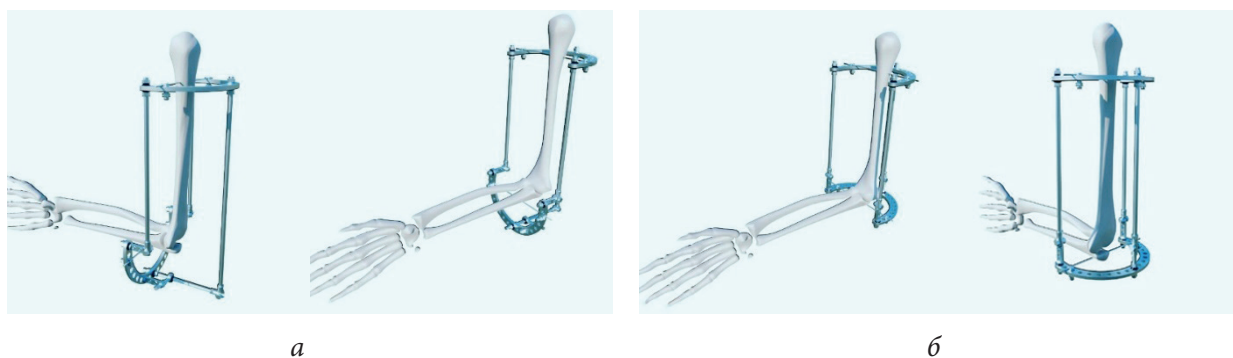


Рис. Трехмерная модель аппарата для лечения пациентов с ПДОПК на первом (а) и втором (б) этапах операции

В исследование включено 217 пациентов с ВПДОП. Проведено сравнение групп по возрасту и полу. Средний возраст в группах сравнения статистически не отличался: в контрольной группе составил $(38,5 \pm 15,3)$ лет (диапазон — 18–90 лет), основной — $(39,2 \pm 14,8)$ лет (диапазон — 19–88 лет), p (t -тест Стьюдента) = 0,738. Распределение по полу также сопоставимо: в контрольной группе 94/137 (68,61 %) женщины и 43/137 (31,39 %) мужчины, основной — 52/80 (65,00 %) и 28/80 (35,00 %) соответственно, p (χ^2) = 0,585.

Важным аспектом оценки эффективности новых методик является анализ послеоперационных осложнений. Всего зарегистрировано 57 разных осложнений: у 41/137 (29,93 %) пациента контрольной группы, 16/80 (20,00 %) основной (табл. 2).

Таблица 2

Структура послеоперационных осложнений в группах наблюдения, абс./общ. (отн.)

Осложнение	Всего ($n = 217$)	Основная группа ($n = 80$)	Контрольная группа ($n = 137$)	p
Тяжелая контрактура	18/217 (8,29)	6/80 (7,50)	12/137 (8,76)	0,786*
Нагноение мягких тканей	2/217 (0,92)	0/80 (0)	2/137 (1,46)	0,795†
Замедленная консолидация	3/217 (1,38)	1/80 (1,25)	2/137 (1,46)	0,999†
ГО	24/217 (11,06)	6/80 (7,50)	18/137 (13,14)	0,202*
Миграция фиксаторов	6/217 (2,76)	2/80 (2,50)	4/137 (2,92)	0,999†
Нейропатии	4/217 (1,84)	1/80 (1,25)	3/137 (2,19)	0,999†
Всего	57/217 (26,27)	16/80 (20,00)	41/137 (29,93)	0,109*

Примечание: уровень значимости рассчитан по * χ^2 -критерию Пирсона, † точному тесту Фишера.

¹ Устройство для лечения переломов мыщелка плечевой кости ...

Наибольшие доли осложнений в каждой группе приходятся на тяжелую контрактуру (12/137 (8,76 %) в контрольной, 6/80 (7,50 %) в основной) и ГО (18/137 (13,14 %) в контрольной, 6/80 (7,50 %) в основной). В основной группе отмечается тенденция к снижению частоты осложнений по сравнению с контрольной, особенно ГО (на 5,64 %), однако значимость различий не удалось подтвердить по всем сравниваемым параметрам. В контрольной группе у лиц с диагностированной ГО у 8/18 (44,44 %) пациентов определено выраженное ограничение пронационно-супинационных движений в плечелучевом сочленении, в 6/18 (33,33 %) случаях выявлены ВПДОП с вывихом костей предплечья.

Вероятными причинами осложнений стали недостаточная визуализация ключевых структур при рентгенологических исследованиях поврежденного ЛС из-за наложения отломков (такая компоновка использовалась в 100 % случаев в контрольной группе). Во всех случаях в контрольной группе отсутствовала дополнительная фиксация, что обусловило невозможность ранней активизации ЛС и функционального режима, как следствие, тяжелые сгибательно-разгибательные контрактуры выявлены у 12/137 (8,76 %) пациентов. НО и внутрисуставной остеосинтез выполнены у 53/137 (38,69 %) пациентов контрольной группы без учета сроков от момента получения травмы, в результате у 18/137 (13,14 %) человек это привело к ГО.

На основе анализа этих ошибок сделаны выводы, позволившие применить разработанные методы планирования операции, усовершенствования лечебных методик и тактику к послеоперационному ведению (реабилитации) пациентов.

Новая компоновка АВФ, позволяющая визуализировать все важные участки при лучевых исследованиях поврежденного ЛС, и дополнительная стабильная фиксация, позволяющая проводить раннюю активизацию движений в суставе (без рисков миграции отломков в основной группе), показали отчетливую тенденцию к снижению случаев осложнений: 16,67 % в контрольной группе против 5,56 % в основной (хотя разница статистически незначима ($p = 0,065$), вероятно, из-за малой выборки).

Проведена оценка распределения количества послеоперационных осложнений в зависимости от срока проведения оперативного вмешательства с момента травмы (табл. 3).

Таблица 3

Распределение количества послеоперационных осложнений в группах наблюдения в зависимости от срока проведения хирургического лечения с момента травмы, абс./общ. (отн.)

Срок, сутки	Всего ($n = 57$)	Основная группа ($n = 16$)	Контрольная группа ($n = 41$)	p (F)
1-е	3/57 (5,26)	1/16 (6,25)	2/41 (4,88)	0,999
2-4-е	10/57 (17,54)	4/16 (25,00)	6/41 (14,63)	0,574
5-7-е	13/57 (22,81)	3/16 (18,75)	10/41 (24,39)	0,940
8-14-е	9/57 (15,79)	2/16 (12,50)	7/41 (17,07)	0,999
15-20-е	14/57 (24,56)	5/16 (31,25)	9/41 (21,95)	0,681
≥ 21 -е	8/57 (14,04)	1/16 (6,25)	7/41 (17,07)	0,551

В контрольной группе преобладание осложнений наблюдается у лиц, прооперированных на 5-е сутки и позже от момента получения травмы, максимум (24,39 %) приходится на 5-7-е сутки. В основной группе осложнения чаще встречаются у пациентов, проопери-

рованных на 5–20-е сутки от момента получения травмы, пик приходится на 15–20-е сутки с момента травмы (31,25 %). Преобладают случаи осложнений после НО, чаще у пациентов, прооперированных на 15–20-е сутки со дня получения травмы. Значимых различий между группами не выявлено.

Проведен анализ осложнений в каждой группе в зависимости от методики проводимого хирургического лечения (табл. 4).

Таблица 4

**Встречаемость послеоперационных осложнений в группах наблюдения
в зависимости от метода лечения, абс./общ. (отн.)**

Метод остеосинтеза	Основная группа ($n = 80$)	Контрольная группа ($n = 137$)	p
1. ОВС ($n = 32$: основная — 11; контрольная — 21)	5/11 (45,45)	8/21 (38,10)	0,975†
2. НО ($n = 47$: основная — 15; контрольная — 32)	8/15 (53,33)	19/32 (59,36)	0,696*
3. ЧО ($n = 138$: основная — 54; контрольная — 84)	3/54 (5,56)	14/84 (16,67)	0,065†
$p_{1:2}$	0,999*	0,130*	—
$p_{1:3}$	0,005†	0,031*	—
$p_{2:3}$	<0,001†	<0,001*	—

Примечание: уровень значимости рассчитан по * χ^2 -критерию Пирсона, † точному тесту Фишера.

По результатам хирургического вмешательства у лиц с ВПДОП сохраняется высокая доля осложнений при выполнении открытых, травматичных методов. Данные демонстрируют статистически значимые различия в частоте осложнений между методами остеосинтеза. В основной группе при использовании ЧО осложнения зафиксированы лишь в 3/54 (5,56 %) случаев, что существенно ниже, чем при НО (8/15 (53,33 %); $p(F) < 0,001$) и ОВС (5/11 (45,45 %); $p(F) = 0,005$), при этом различия между ОВС и НО статистически незначимы ($p(\chi^2) = 0,999$). Аналогичная тенденция наблюдается в контрольной группе.

В контрольной и основной группах проведен анализ распределения послеоперационных осложнений по типам ПДОПК и видам остеосинтеза (табл. 5, 6).

Таблица 5

**Встречаемость послеоперационных осложнений при ОВС, НО и ЧО
в контрольной группе в зависимости от типа ПДОПК, абс./общ. (отн.)**

Тип ПДОПК	ОВС ($n = 21$)	НО ($n = 32$)	ЧО ($n = 84$)	Всего ($n = 137$)
Высокий Т-образный ($n = 25$)	1/21 (4,76)	0/32 (0)	0/84 (0)	1/25 (4,00)
Низкий Т-образный ($n = 22$)	1/21 (4,76)	2/32 (6,25)	2/84 (2,38)	5/22 (22,73)
У-образный ($n = 25$)	1/21 (4,76)	3/32 (9,38)	3/84 (3,57)	7/25 (28,00)
Н-образный ($n = 24$)	0/21 (0)	1/32 (3,13)	1/84 (1,19)	2/24 (8,33)
Медиальный лямбдовидный ($n = 21$)	1/21 (4,76)	3/32 (9,4)	2/84 (2,38)	6/21 (28,57)
Латеральный лямбдовидный ($n = 9$)	1/21 (4,76)	7/32 (21,9)	1/84 (1,19)	9/9 (100)
Многopлоскостной ($n = 11$)	3/21 (14,29)	3/32 (9,4)	5/84 (5,95)	11/11 (100)

Таблица 6

**Встречаемость послеоперационных осложнений при ОВС, НО и ЧО
в основной группе в зависимости от типа ПДОПК, абс./общ. (отн.)**

Тип ПДОПК	ОВС (<i>n</i> = 11)	НО (<i>n</i> = 15)	ЧО (<i>n</i> = 54)	Всего (<i>n</i> = 80)
Высокий Т-образный (<i>n</i> = 14)	0/11 (0)	0/15 (0)	0/54 (0)	0/14 (0)
Низкий Т-образный (<i>n</i> = 8)	1/11 (9,09)	2/15 (13,33)	0/54 (0)	3/8 (37,50)
У-образный (<i>n</i> = 22)	0/11 (0)	0/15 (0)	1/54 (1,85)	1/22 (4,55)
Н-образный (<i>n</i> = 11)	1/11 (9,09)	1/15 (6,67)	0/54 (0)	2/11 (18,18)
Медиальный лямбдовидный (<i>n</i> = 13)	1/11 (9,09)	2/15 (13,33)	1/54 (1,85)	4/13 (30,77)
Латеральный лямбдовидный (<i>n</i> = 7)	1/11 (9,09)	1/15 (6,67)	0/54 (0)	2/7 (28,57)
Многоплоскостной (<i>n</i> = 5)	1/11 (9,09)	2/15 (13,33)	1/54 (1,85)	4/5 (80,00)

При многоплоскостном типе ПДОПК наибольшее количество осложнений определено как в контрольной, так и основной группах, однако ни в одной из них не выявлено статистически значимых различий.

Отдельно выполнен анализ случаев ГО, приводившей к таким неблагоприятным последствиям, как анкилоз, контрактуры (рис. 2, табл. 7).

Таблица 7

Встречаемость ГО ЛС у пациентов с ВПДОП в зависимости от метода остеосинтеза, абс./общ. (отн.)

Метод остеосинтеза	Основная группа (<i>n</i> = 80)	Контрольная группа (<i>n</i> = 137)	<i>p</i>
ОВС (<i>n</i> = 32: основная — 11; контрольная — 21)	2/11 (18,18)	3/21 (14,29)	0,999†
НО (<i>n</i> = 47: основная — 15; контрольная — 32)	3/15 (20,00)	8/32 (25,00)	0,999*
ЧО (<i>n</i> = 138: основная — 54; контрольная — 84)	1/54 (1,85)	7/84 (8,33)	0,079†
$p_{1:2}$	0,999*	0,560*	—
$p_{1:3}$	0,143†	0,662*	—
$p_{2:3}$	0,060†	0,050*	—

Примечание: уровень значимости рассчитан по * χ^2 -критерию Пирсона, † точному тесту Фишера.

Случаи ГО преобладали в обеих группах у пациентов с НО (8/32 (25,00 %) в контрольной и 3/15 (20,00 %) основной). Причиной ГО стали открытые операции с более травматичным воздействием. В основной группе определена тенденция снижения количества ГО при выполнении новой методики ЧО вместо НО — 1/54 (1,85 %) против 3/15 (20,00 %), $p = 0,060$. Кроме того, доли случаев ГО после ЧО АВФ в рассматриваемых группах различаются более чем в 4 раза (7/84 (8,33 %) в контрольной против 1/54 (1,85 %) основной), однако эта разница статистически незначима (p (F) = 0,079).

Обсуждение

Дистальные переломы плечевой кости являются тяжелой травмой для пациентов и сложной задачей для хирургов-ортопедов, при отсутствии надлежащего лечения эта патология может привести к ограничению функций ЛС [3, 7]. Хирургическое лечение показано при большинстве ВПДОП для восстановления объема движений и функции ЛС. Успешная оперативная фиксация отломков ПДОПК является технически непростой задачей. При выборе наилучшей хирургической стратегии для внутрисуставной фиксации с репозицией необходимо учитывать множество факторов, включая предоперационную визуализацию, позиционирование, доступ, фиксирующие конструкции, послеоперационную реабилитацию.

При фрагментации сустава наложенные друг на друга фрагменты на рентгенологических снимках затрудняют интерпретацию этих изображений. Методы дополнительной визуализации в большей степени помогают в определении характера перелома и помощи в предоперационном планировании. Использование новой компоновки АВФ обеспечивает оптимальную визуализацию диагностически важных зон ЛС при проведении рентгенографических исследований.

Помимо сложности перелома и выбора техники фиксации выбор хирургического доступа является еще одним фактором, влияющим на послеоперационную функциональность ЛС. Метод проведения трансолекранного оперативного доступа позволяет восстановить анатомические взаимоотношения отломков ЛС и выполнить их надежную фиксацию. Результаты настоящего исследования указывают на статистически значимое преимущество нового метода ЧО в снижении частоты осложнений более чем в 9 раз относительно НО ($p < 0,001$) и в 8 раз относительно ОВС ($p = 0,005$). Полученные данные подтверждают использование ЧО как предпочтительного метода для минимизации осложнений.

Уменьшение травматичности мягких тканей при доступе и сохранение кровоснабжения отломков, вероятно, способствовали снижению частоты ГО (с 8,33 % до 1,85 %). При этом, несмотря на клинически важную разницу в 4,5 раза, малая выборка и редкие события ограничивают статистическую значимость ($p = 0,079$). Для подтверждения эффекта требуется исследование с большим числом наблюдений. Подобные результаты описаны в работах, где малоинвазивные доступы ассоциировались с меньшим риском ГО [27]. ЧО с использованием новой компоновки АВФ следует рассматривать как метод выбора при ВПДОП. Открытые методы (НО, ОВС) допустимы только при невозможности выполнения ЧО, но требуют строгого учета сроков и анатомических особенностей.

Для минимизации осложнений и оптимизации результатов лечения определен комплексный подход эффективного лечения ВПДОП:

- рациональная стержевая компоновка АВФ, обеспечивающая разработку движения в суставах, профилактику появления контрактур и увеличение объема движений;
- устройство для РФК мышелка плечевой кости, которое позволяет точно сопоставить отломки, уменьшить продолжительность операции и обеспечивает надежность фиксации;
- способ выполнения трансолекранного доступа дает возможность выполнить анатомичное сопоставление отломков, уменьшить продолжительность операции и также обеспечивает стабильную фиксацию.

Четкая тенденция к снижению частоты послеоперационных осложнений при ЧО с 16,67 % в контрольной группе до 5,56 % в основной ($p = 0,065$), подтверждает клиниче-

ское преимущества метода, что согласуется с данными исследований, подчеркивающих важность ранней стабилизации и минимальной инвазивности и травматичности мягких тканей для профилактики ГО.

Пик осложнений в контрольной группе при НО (5–7-е сутки) может быть связан с отеком мягких тканей, затрудняющим анатомическую репозицию. В основной группе смещение пика на 15–20-е сутки, вероятно, отражает тактику отсроченного вмешательства после подготовки отломков с помощью АВФ, что снижает риски интраоперационных ошибок. Однако отсутствие статистической значимости этих результатов требует увеличения выборки и дальнейшего изучения оптимальных сроков.

Комплексный подход в лечении ВПДОП решает проблему достижения адекватной фиксации при ПДОПК. Представленный метод дает возможность избежать тотального эндопротезирования ЛС и позволяет обеспечить анатомическое восстановление суставной поверхности и функции ЛС.

Заключение

Клинико-рентгенологические особенности пациентов с ВПДОП позволили разработать и внедрить современные хирургические методы и устройства для хирургического лечения ПДОПК.

Применение ЧО продемонстрировало снижение частоты осложнений до 5,56 % при использовании разработанного комплексного лечения (против 16,67 % при стандартным методом ($p = 0,064$)) за счет улучшенной стабилизации отломков, ранней функциональной нагрузки и минимизации травматизации мягких тканей. Отмечена тенденция к снижению ГО: 1,85 % в основной группе против 8,33 % в контрольной ($p = 0,079$). Для подтверждения выводов требуются исследования с расширенной выборкой.

Открытые методы (НО — $p < 0,001$; ОВС — $p = 0,005$) ассоциированы со статистически значимо более высокой частотой осложнений, что диктует ограничение их применения в пользу ЧО. Отсутствие различий между группами НО и ОВС подтверждает их ограниченную эффективность. Внедренное хирургическое лечение ВПДОП улучшают функциональные исходы и снижает риск осложнений, что подтверждает его клиническую эффективность.

Список источников | References

1. Spierings KE, Schoolmeesters BJ, Doornberg JN, Eygendaal D, van den Bekerom MP. Complications of olecranon osteotomy in the treatment of distal humerus fracture. *Clinics in Shoulder and Elbow*. 2022; 25(2):163–169. DOI: <https://doi.org/10.5397/cise.2021.00591>.
2. Ul Islam S, Glover AW, Waseem M. Challenges and solutions in management of distal humerus fractures. *The Open Orthopaedics Journal*. 2017;11:1292–1307. DOI: <https://doi.org/10.2174/1874325001711011292>.
3. Zheng W, Liu J, Song J, Fan C. Risk factors for development of severe post-traumatic elbow stiffness. *International Orthopaedics*. 2018;42:595–600. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00264-017-3657-1>.
4. Antoniadis YV. Provision of specialized medical care to trauma patients in an urban multidisciplinary hospital. *Ural Medical Journal*. 2022;21(2):93–96. DOI: <https://doi.org/10.52420/2071-5943-2022-21-2-93-96>.
5. Schwartz A, Oka R, Odell T, Mahar A. Biomechanical comparison of two different periarticular plating systems for stabilization of complex distal humerus fractures. *Clinical Biomechanics*. 2006;21(9):950–955. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2006.04.018>.
6. Nosivets DS. Surgical approach to the elbow joint for arthroplasty. *Department of Traumatology & Orthopaedics*. 2015;(1):23–25. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/UNAGRD>.
7. Makarov VB, Levadnyi EV, Strafun AS. Mathematical modeling of contact stress and the range of motion in the elbow joint in displaced fracture of humeral trochlea. *Trauma*. 2015;16(2):12–19. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/TXOXTB>.

8. Brouwer KM, Bolmers A, Ring D. Quantitative 3-dimensional computed tomography measurement of distal humerus fractures. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2012;21(7):977–982. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.05.011>.
9. Kesyana GA, Urazgildeev RZ, Dan IM, Arsenyev IG, Karapetyan GS. Heterotopic ossification of large joints, as a complication of injuries and diseases of the central nervous system (review). *Vestnik of the Smolensk State Medical Academy*. 2017;16(4):154–160. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/TAHURB>.
10. Nauth A, McKee MD, Ristevski B, Hall J, Schemitsch EH. Distal humeral fractures in adults. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2011;93(7):686–700. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.00845>.
11. Maksimov BI. Extramedullary osteosynthesis of fractures of distal metepiphysis of radius bone with the use of volar surgical access. *Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center*. 2018;13(2):78–83. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/YKWYUH>.
12. Robinson CM, Hill RMF, Jacobs N, Dall G, Court-Brown CM. Adult distal humeral metaphyseal fractures: Epidemiology and results of treatment. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2003;17(1):38–47. DOI: <https://doi.org/10.1097/00005131-200301000-00006>.
13. Foruria AM, Lawrence TM, Augustin S, Morrey BF, Sanchez-Sotelo J. Heterotopic ossification after surgery for distal humeral fractures. *The Bone & Joint Journal*. 2014;96-B(12):1681–1687. DOI: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.96B12.34091>.
14. Hamid N, Ashraf N, Bosse MJ, Connor PM, Kellam JF, Sims SH, et al. Radiation therapy for heterotopic ossification prophylaxis acutely after elbow trauma: A prospective randomized study. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2010;92(11):2032–2038. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.01435>.
15. Tunalı O, Erşen A, Pehlivanoglu T, Bayram S, Atalar AC, Demirhan M. Evaluation of risk factors for stiffness after distal humerus plating. *International Orthopaedics*. 2018;42:921–926. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00264-018-3792-3>.
16. Kalantyrskaya VA, Klyuchevskiy VV, Perova VA, Piskun MS. Prevention of contractures in treatment of injuries to elbow joint. *Polytrauma*. 2015;(2):50–58. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/UAARLL>.
17. Yetter TR, Weatherby PJ, Somerson JS. Complications of articular distal humeral fracture fixation: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2021;30(8):1957–1967. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2021.02.017>.
18. Ziran BH, Smith WR, Balk ML, Manning CM, Agudelo JF. A true triceps-splitting approach for treatment of distal humerus fractures: A preliminary report. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 2005;58(1):70–75. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000145079.76335.dd>.
19. Pajarinen J, Björkenheim JM. Operative treatment of type C intercondylar fractures of the distal humerus: Results after a mean follow-up of 2 years in a series of 18 patients. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2002;11(1):48–52. DOI: <https://doi.org/10.1067/mse.2002.119390>.
20. Woods BI, Rosario BL, Siska PA, Gruen GS, Tarkin IS, Evans AR. Determining the efficacy of screw and washer fixation as a method for securing olecranon osteotomies used in the surgical management of intra-articular distal humerus fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2015;29(1):44–49. DOI: <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000131>.
21. Borukuev AK. Rehabilitation of patients after osteosynthesis of the distal part of the humerus bone with a bone plate of transolecranon access. *Achievements of Science and Education*. 2016;(10):65–68. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/WWKJZV>.
22. Skoroglyadov AV, Litvina EA, Morozov DS. Treatment of intra-articular fractures of the distal part of the humerus. *The Journal of General Medicine*. 2008;3:63–71. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/JUCEJZ>.
23. Hara A, Kudo T, Ichihara S, Iwase H, Nagao M, Maruyama Y, et al. Biomechanical evaluation of a transcondylar screw from the dorsolateral plate support on the stabilization of orthogonal plate configuration in distal humeral fracture. *Injury*. 2019;50(2):256–262. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.12.017>.
24. Kollias CM, Darcy SP, Reed JGR., Rosvold JM, Shrive NG, Hildebrand KA. Distal humerus internal fixation: A biomechanical comparison of 90° and parallel constructs. *The American Journal of Orthopedics*. 2010;39(9):440–444. PMID: <https://pubmed.gov/21290022>.
25. Olson JJ, Dyer GSM. Skinny wire and locking plate fixation for comminuted intra-articular distal humerus fractures: A technical trick and case series. *JSES Reviews, Reports, and Techniques*. 2021;1(1):34–40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.xrrt.2020.11.007>.
26. Morrey BF. The posttraumatic stiff elbow. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2005;(431):26–35. PMID: <https://pubmed.gov/15685052>.
27. Xu Y, Huang M, He W, He C, Chen K, Hou J, et al. Heterotopic ossification: Clinical features, basic researches, and mechanical stimulations. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. 2022;10:770931. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcell.2022.770931>.

Информация об авторах

Евгений Сергеевич Козлов — кандидат медицинских наук, травматолог-ортопед, заведующий травматологическим отделением, Городская больница № 36 «Травматологическая», Екатеринбург, Россия.

E-mail: lexus7482@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1507-426X>

Юрий Петрович Солдатов — доктор медицинских наук, профессор, травматолог-ортопед, ведущий научный сотрудник лаборатории клиники реконструктивно-восстановительной хирургии крупных суставов, начальник учебного отдела, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова, Курган, Россия.

E-mail: soldatov-up@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2499-3257>

Сергей Александрович Столбиков — доктор медицинских наук, заведующий ортопедическим отделением, Городская больница № 36 «Травматологическая», Екатеринбург, Россия.

E-mail: ssolbikov@gmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2734-6004>

Станислав Юрьевич Лукин — доктор медицинских наук, главный врач, Городская больница № 36 «Травматологическая», Екатеринбург, Россия.

E-mail: lexus7482@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8261-1271>

Александр Викторович Гордеев — травматолог-ортопед ортопедического отделения, Городская больница № 36 «Травматологическая», Екатеринбург, Россия.

E-mail: gordey1473@gmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1870-1461>

Юрий Валерьевич Антониади — доктор медицинских наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии, институт хирургии, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: yantoniadi@gmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1011-2818>

Анжела Владимировна Васнина [✉] — ассистент кафедры анатомии, топографической анатомии и оперативной хирургии, институт фундаментальной медицины, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.

E-mail: anjela205aaa@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7848-959X>

Information about the authors

Evgeny S. Kozlov — Candidate of Sciences (Medicine), Traumatologist-Orthopedist, Head of the Traumatology Department, City Hospital No. 36 "Traumatological", Ekaterinburg, Russia.

E-mail: lexus7482@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1507-426X>

Yuriy P. Soldatov — Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Traumatologist-Orthopedist, Leading Researcher of the Laboratory of the Clinic of Reconstructive and Restorative Surgery of Large Joints, Head of the Educational Department, National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Ortopaedics, Kurgan, Russia.

E-mail: soldatov-up@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2499-3257>

Sergey A. Stolbikov — Doctor of Sciences (Medicine), Head of the Orthopedic Department, City Hospital No. 36 "Traumatological", Ekaterinburg, Russia.

E-mail: ssolbikov@gmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2734-6004>

Stanislav Y. Lukin — Doctor of Sciences (Medicine), Honored Doctor of the Russian Federation, Chief Physician, City Hospital No. 36 "Traumatological", Ekaterinburg, Russia.

E-mail: lexus7482@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8261-1271>

Alexander V. Gordeev — Traumatologist-Orthopedist of the Orthopedic Department, City Hospital No. 36 "Traumatological", Ekaterinburg, Russia.

E-mail: gordey1473@gmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1870-1461>

Yuriy V. Antoniadi — Doctor of Sciences (Medicine), Associate Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, Institute of Surgery, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: yantoniadi@gmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1011-2818>

Angela V. Vasnina [✉] — Assistant of the Department of Anatomy, Topographic Anatomy and Operative Surgery, Institute of Fundamental Medicine, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: anjela205aaa@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7848-959X>

Рукопись получена: 26 декабря 2023. Одобрена после рецензирования: 18 мая 2025. Принята к публикации: 15 июля 2025.

Received: 26 December 2023. Revised: 18 May 2025. Accepted: 15 July 2025.