

УДК 616.717.5-001.5-08

<https://doi.org/10.52420/umj.25.1.109><https://elibrary.ru/BMZIEV>

Современные подходы к диагностике и лечению переломов дистального метаэпифиза лучевой кости, ассоциированных с повреждением капсульно-связочного аппарата: обзор литературы

Иван Дмитриевич Быркэ^{1✉}, Константин Сергеевич Сергеев²,
Владимир Михайлович Малишевский¹, Ольга Руслановна Алиева²

¹ Областная клиническая больница № 2, Тюмень, Россия

² Тюменский государственный медицинский университет, Тюмень, Россия

✉ handsurgery72@yandex.ru

Аннотация

Введение. Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЭЛК) часто сочетаются с повреждениями связок кистевого сустава (TFCC, SLL). Эти сочетанные повреждения нередко остаются недиагностированными, приводя к хронической боли и дисфункции. Цель обзора — систематизация современных данных по диагностике и лечению переломов ДМЭЛК, ассоциированных с повреждением связок.

Материалы и методы. Проведен систематический поиск литературы (2000–202) в базах PubMed, Scopus, Web of Science, eLibrary.ru по ключевым словам, связанным с переломами ДМЭЛК и повреждениями связок. Критериям соответствовало 73 публикации (клинические исследования, обзоры, руководства). Качество исследований оценивалось по стандартным шкалам.

Результаты и обсуждение. Установлено, что повреждения связок сопутствуют 20–80 % внутрисуставных переломов ДМЭЛК. «Золотым стандартом» остеосинтеза является внутренняя фиксация волярной блокирующей пластиной. Артроскопически ассистированные методики позволяют достичь анатомической репозиции и одновременно восстановить связки. Акцентирована роль ранней контролируемой реабилитации.

Выводы. Успех лечения зависит от комплексного подхода: точной диагностики (магнитно-резонансная томография, артроскопия), анатомического стабильного остеосинтеза, одновременного восстановления связок и ранней индивидуальной реабилитации. Перспективны разработка интегрированных классификаций и внедрение малоинвазивных артроскопических технологий.

Ключевые слова: перелом дистального метаэпифиза лучевой кости, капсульно-связочный аппарат, кистевой сустав, диагностика, оперативное лечение, TFCC, ладьевидно-полулунная связка, артроскопия, остеосинтез, реабилитация

Финансирование. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

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

Для цитирования: Современные подходы к диагностике и лечению переломов дистального метаэпифиза лучевой кости, ассоциированных с повреждением капсульно-связочного аппарата: обзор литературы / И. Д. Быркэ, К. С. Сергеев, В. М. Малишевский, О. Р. Алиева // Уральский медицинский журнал. 2026. Т. 25, № 1. С. 109–128. DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.25.1.109>. EDN: <https://elibrary.ru/BMZIEV>.

Modern Approaches to the Diagnosis and Treatment of Distal Radius Fractures Associated with Capsular-Ligamentous Injuries: A Literature Review

Ivan D. Byrke^{1✉}, Konstantin S. Sergeev², Vladimir M. Malishevskii¹, Olga R. Alieva²

¹Tyumen Regional Clinical Hospital No. 2, Tyumen, Russia

²Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia

✉ handsurgery72@yandex.ru

Abstract

Introduction. Distal radius fractures (DRF) are often combined with injuries to the ligaments of the wrist joint (TFCC, SLL). These combined injuries frequently remain undiagnosed, leading to chronic pain and dysfunction. The purpose of this review is to systematize current data on the diagnosis and treatment of DRF fractures associated with ligament injuries.

Materials and methods. A systematic literature search (2000–2024) was conducted in the PubMed, Scopus, Web of Science, and eLibrary.ru databases using keywords related to DMER fractures and ligament injuries. 73 publications (clinical studies, reviews, guidelines) met the inclusion criteria. The quality of the studies was assessed using standard scales.

Results and discussion. It was found that ligament injuries accompany 20–80 % of intra-articular DRF fractures. The “gold standard” for osteosynthesis is internal fixation with a volar locking plate. Arthroscopically-assisted techniques allow for anatomical reduction and simultaneous ligament repair. The role of early controlled rehabilitation is emphasized.

Conclusions. Successful treatment depends on a comprehensive approach: accurate diagnosis (magnetic resonance imaging, arthroscopy), anatomical stable osteosynthesis, simultaneous restoration of ligaments, and early individualized rehabilitation. Promising directions include the development of integrated classifications and the implementation of minimally invasive arthroscopic technologies.

Keywords: distal radius fracture, capsular-ligamentous apparatus, wrist joint, diagnosis, surgical treatment, TFCC, scapholunate ligament, arthroscopy, osteosynthesis, rehabilitation

Funding. The authors declare the absence of external funding.

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

For citation: Byrke ID, Sergeev KS, Malishevskii VM, Alieva OR. Modern approaches to the diagnosis and treatment of distal radius fractures associated with capsular-ligamentous injuries: A literature review. *Ural Medical Journal*. 2026;25(1):109–128. DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.25.1.109>. EDN: <https://elibrary.ru/BMZIEV>

© Быркэ И. Д., Сергеев К. С., Малишевский В. М., Алиева О. Р., 2026

© Byrke I. D., Sergeev K. S., Malishevskii V. M., Alieva O. R., 2026

Список сокращений

ДМЭЛК — дистальный метаэпифиз лучевой кости

КТ — компьютерная томография

МРТ — магнитно-резонансная томография

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

ARIF — артроскопически ассистированный остеосинтез (англ. arthroscopic-assisted reduction and internal fixation)

DASH — опросник по неспособности руки, плеча и кисти (*англ.* Disability of the Arm, Shoulder and Hand questionnaire)

DISI — дорсальная нестабильность промежуточного сегмента запястья (*англ.* dorsal intercalated segment instability)

DRUJ — дистальный лучелоктевой сустав (*англ.* distal radioulnar joint)

LTL — полулунно-трехгранная связка (*англ.* lunotriquetral ligament)

PRWE — оценка состояния запястья с точки зрения пациента (*англ.* Patient-Rated Wrist Evaluation)

SLAC — ладьевидно-полулунный коллапс (*англ.* scapholunate advanced collapse)

SLL — ладьевидно-полулунная связка (*англ.* scapholunate ligament)

SNAC — коллапс запястья, вызванный несращением ладьевидной кости (*англ.* scaphoid non-union advanced collapse)

TFCC — треугольный фиброзно-хрящевой комплекс (*англ.* triangular fibrocartilage complex)

Введение

Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЭЛК) занимают лидирующие позиции в структуре травм опорно-двигательного аппарата, составляя до 20 % от всех переломов скелета и около 75 % переломов костей предплечья [1]. Их распространенность особенно высока среди женщин старше 50 лет вследствие остеопороза [2], а также среди молодых активных людей вследствие высокоэнергетических травм [3]. Частота встречаемости в развитых странах колеблется от 100 до 300 случаев на 100 000 населения в год. Особую актуальность представляют внутрисуставные переломы ДМЭЛК, частота которых варьируется от 25 % до 78 % [4], а также переломы, ассоциированные с повреждениями капсульно-связочного аппарата кистевого сустава. Сочетанные костно-связочные повреждения встречаются в 20–40 % случаев переломов ДМЭЛК. Повреждения ключевых стабилизирующих структур, таких как ладьевидно-полулунная связка (*англ.* scapholunate ligament, SLL) и треугольный фиброзно-хрящевой комплекс (*англ.* triangular fibrocartilage complex, TFCC), часто остаются нераспознанными при первичном обследовании, что может привести к развитию хронической нестабильности кистевого сустава и ограничению функции верхней конечности. Современное оперативное лечение переломов ДМЭЛК с сопутствующими повреждениями связок направлено на точное восстановление анатомии костных структур и обеспечение стабильности кистевого сустава [5]. Методики открытой репозиции и внутренней фиксации с использованием современных имплантатов, а также артроскопически ассистированные операции (*англ.* arthroscopic-assisted reduction and internal fixation, ARIF) демонстрируют хорошие функциональные результаты [6, 7].

Целью настоящего обзора является систематизация и анализ актуальных данных мировой литературы, посвященных эпидемиологии, классификации, методам диагностики и современным подходам к оперативному лечению переломов ДМЭЛК, ассоциированных с повреждением капсульно-связочного аппарата кистевого сустава. Особое внимание будет уделено современным диагностическим алгоритмам, позволяющим избежать пропуска сопутствующих связочных повреждений, а также детальному анализу хирургических техник, направленных на их одновременное восстановление.

Материалы и методы

Настоящий обзор литературы проведен в соответствии с принципами систематического поиска и анализа научных публикаций. Целью поиска было выявление современных данных, посвященных диагностике и лечению переломов ДМЭЛК, ассоциированных с по-

вреждением капсульно-связочного аппарата кистевого сустава. Поиск публикаций осуществлялся в электронных базах данных PubMed, Scopus, Web of Science Core Collection и eLibrary.ru за период с 2000 по 2024 год. Использовались следующие ключевые слова и их комбинации на русском и английском языках: «дистальный метаэпифиз лучевой кости», «перелом лучевой кости», «капсульно-связочный аппарат кистевого сустава», TFCC, «ладьевидно-полулунная связка», «артроскопия», «остеосинтез», «дистальный луч», wrist ligament injuries, distal radius fracture, triangular fibrocartilage complex, scapholunate ligament, arthroscopy, volar locking plate.

Критерии включения:

- оригинальные исследования, обзоры и метаанализы, посвященные переломам ДМЭЛК;
- публикации, содержащие данные о сопутствующих повреждениях связок (TFCC, SLL, полулунно-трехгранная связка (*англ.* lunotriquetral ligament, LTL));
- статьи, описывающие современные методы диагностики (магнитно-резонансная томография (МРТ), артроскопия) и хирургического лечения;
- публикации на русском и английском языках.

Критерии исключения:

- исследования, не связанные с травмами кистевого сустава;
- публикации, посвященные изолированным связочным повреждениям без переломов;
- устаревшие работы (старше 2000 г.), за исключением фундаментальных классических исследований.

Отбор и анализ данных

На этапе первоначального поиска выявлено 287 публикаций. После устранения дубликатов и скрининга заголовков и аннотаций отобрано 112 статей. Полные тексты этих публикаций проанализированы на соответствие критериям включения. В окончательный обзор вошло 73 наиболее релевантных и методологически качественных работы. Данные систематизированы по тематическим разделам: эпидемиология, анатомия и биомеханика, классификация, диагностика, хирургическое лечение, реабилитация, осложнения.

Эпидемиология и социально-экономическое значение

Переломы ДМЭЛК представляют собой глобальную медико-социальную проблему. Помимо высокой распространенности они характеризуются прямыми и косвенными экономическими затратами [8, 9]. Прямые медицинские расходы на лечение одного неосложненного перелома в странах с развитой системой здравоохранения варьируются от 5000 до 15000 \$ США, а в случае осложнений или необходимости ревизионных операций могут превышать 30000 \$ США [10]. Косвенные затраты, связанные с временной и стойкой утратой трудоспособности, еще более существенны. У пациентов трудоспособного возраста средний срок временной нетрудоспособности при консервативном лечении нестабильных переломов достигает 12–16 недель, а при оперативном лечении сокращается до 6–8 недель [11]. Однако у 20–30 % пациентов, даже после успешного сращения перелома, сохраняется стойкое снижение силы хвата и выносливости кисти, что может негативно влиять на качество жизни и ограничивать профессиональную деятельность, особенно у работников физического труда [12]. В эпидемиологических исследованиях последних десятилетий выявляются две основные пиковые возрастные группы:

- 1) женщины постменопаузального возраста (старше 50–55 лет), у которых переломы чаще происходят при низкоэнергетической травме (падение с высоты собственного роста) на фоне остеопороза [13];

- 2) молодые мужчины (20–40 лет), у которых повреждения возникают в результате высокоэнергетической травмы (дорожно-транспортные происшествия, спортивные травмы, падения с высоты), что обуславливает более высокую частоту сложных внутрисуставных и оскольчатых переломов, а также сочетанных повреждений в сравнении с низкоэнергетической травмой [14].

Отдельного внимания заслуживает рост частоты подобных травм среди лиц, занимающихся экстремальными видами спорта (скейтбордингом, сноубордингом, маунтинбайком), что предъявляет повышенные требования к прочности и стабильности остеосинтеза [15]. Таким образом, эпидемиологический профиль переломов ДМЭЛК диктует необходимость дифференцированного подхода к лечению, учитывающего не только характер костного повреждения, но и возраст, функциональные запросы пациента, а также высокий риск сопутствующего повреждения мягкотканых структур [16, 17].

Анатомия и биомеханика кистевого сустава

Кистевой сустав (лучезапястный сустав) представляет собой эллипсоидное соединение дистального конца лучевой кости и суставного диска (в составе TFCC) с проксимальным рядом костей запястья (ладьевидной, полулунной, трехгранной). Это сочленение обеспечивает два основных типа движений: сгибание — разгибание (сагиттальная плоскость) и лучевую или локтевую девиацию (фронтальная плоскость), а также сложные комбинированные движения, такие как циркумдукция [18]. Средние значения амплитуды активных движений в физиологических условиях составляют: разгибание — 55–75°, сгибание — 60–80°, локтевое отведение (девиация) — 30–45°, лучевое отведение (девиация) — 15–25° [19]. Суставная поверхность дистального эпифиза лучевой кости имеет двояковогнутую форму и разделена сагиттальным гребешком на ладьевидную и полулунную фасетки. Медиально расположенная сигмовидная вырезка лучевой кости вместе с головкой локтевой кости формирует дистальный лучелоктевой сустав (*англ.* distal radioulnar joint, DRUJ), стабильность которого в первую очередь обеспечивается TFCC [20]. Волярный (ладонный) край дистального отдела лучевой кости образует так называемую линию водораздела (*англ.* watershed line) — важный хирургический ориентир, пересечение которого при установке пластины грозит импинджмент-синдромом и повреждением сухожилий сгибателей [21]. Понимание этой анатомической детали является критически важным для хирурга, планирующего волярный остеосинтез, т.к. неправильное позиционирование имплантата может привести к серьезным ятрогенным осложнениям.

Стабильность кинематически сложного кистевого сустава обеспечивается совершенной связочной архитектоникой. Связки делятся на экстра- и интракапсулярные. Наибольшее клиническое значение имеют интракапсулярные связки, стабилизирующие проксимальный ряд костей запястья. Ключевыми из них являются:

- SLL, соединяющая ладьевидную и полулунную кости и состоящая из дорсальной, проксимальной и волярной порций. Дорсальная порция является самой прочной и играет основную роль в противодействии трансляционным силам;
- TFCC — многосоставная структура, включающая в себя суставной диск (менисковидную часть), дорсальные и волярные лучелоктевые связки, влагалище сухожилия локтевого разгибателя запястья (*англ.* extensor carpi ulnaris), а также ульнарные коллатеральные связки. TFCC является первичным стабилизатором DRUJ, амортизатором и распределителем осевой нагрузки (принимает до 20 % нагрузки) [22];
- LTL, которая также вносит вклад в стабильность проксимального ряда.

Повреждение любой из этих структур на фоне перелома ДМЭЛК требует не менее пристального внимания, чем само костное повреждение, т. к. именно связочная нестабильность часто определяет долгосрочный функциональный исход.

Согласно современной трехколонной концепции (по Д. А. Рикли и П. Регаццони (*англ.* D. A. Rikli, P. Regazzoni), модифицированной), кистевой сустав функционально делится на три колонны: латеральную (радиальную), включающую в себя ладьевидную кость и ее связки; центральную (промежуточную), представленную полулунной костью и SLL; медиальную (ульнарную), состоящую из трехгранной кости, TFCC и DRUJ [23]. Такая модель позволяет лучше понять патобиомеханику повреждений. Около 80 % осевой нагрузки, передаваемой от кисти на предплечье, проходит через лучевую кость, а 20 % — локтевую кость и TFCC [24]. Нормальные рентгенологические параметры, используемые для оценки анатомии дистального отдела лучевой кости, включают в себя:

- волярный наклон (*англ.* palmar tilt) — в норме 10–12°;
- радиоульнарный угол наклона суставной поверхности (*англ.* radial inclination) — в норме 22–25°;
- радиальную высоту (*англ.* radial height) — расстояние от кончика шиловидного отростка лучевой кости до суставной поверхности локтевой кости, в норме 11–13 мм;
- ульнарный вариант (*англ.* ulnar variance) — разницу в длине суставных поверхностей лучевой и локтевой костей, в норме от –1 до +1 мм [25].

Эти параметры служат не только диагностическими маркерами, но и четкими целями для хирургической репозиции, т. к. их восстановление напрямую коррелирует с хорошим функциональным результатом.

Перелом ДМЭЛК кардинально нарушает эту тонкую биомеханику. Укорочение лучевой кости (положительный ульнарный вариант) приводит к удлинению локтевой кости по отношению к лучевой, что увеличивает нагрузку на TFCC и может вызвать его перфорацию или разрыв (ульнарная импакция) [26]. Изменение волярного или радиального наклона смещает центр ротации и точку приложения сил, что ведет к неравномерному распределению давления в лучезапястном и среднезапястном суставах, создавая предпосылки для раннего посттравматического артроза [27]. Сопутствующее повреждение связок (особенно SLL и TFCC) усугубляет эти нарушения, приводя к карпальной нестабильности. Так, разрыв SLL запускает каскад изменений по типу дорсальной нестабильности промежуточного сегмента запястья (*англ.* dorsal intercalated segment instability, DISI), при котором полулунная кость наклоняется дорсально, что со временем приводит к артрозу [28]. Повреждение TFCC вызывает болезненную нестабильность DRUJ, ограничение пронации — супинации и хроническую боль с ульнарной стороны запястья [29]. По этой причине конечной целью лечения является не просто анатомическое сопоставление костных отломков, а комплексное восстановление исходной биомеханики сустава путем точной репозиции и стабильной фиксации перелома с одновременным устранением связочной нестабильности [30, 31].

Классификация переломов ДМЭЛК

Выбор оптимальной лечебной тактики при переломах ДМЭЛК невозможен без точной и информативной классификации. В настоящее время не существует единой универсальной системы, что отражает сложность и многообразие таких повреждений. Международная федерация кистевых хирургических обществ (*англ.* International Federation of Societies

for Surgery of the Hand) рекомендует для клинического использования три основные системы, каждая из которых имеет свои преимущества и ограничения [32].

Универсальная классификация

Эта система также известна как модификация У.П. Куни (*англ.* W.P. Cooney) классификации Дж. М. Рейхака (*англ.* J.M. Rayhack). Она является простой и клинически ориентированной; разделяет переломы на два основных типа: внесуставные (тип I) и внутрисуставные (тип II). Каждый тип далее подразделяется на стабильные (подгруппа A) и нестабильные (подгруппа B) в зависимости от критериев, таких как степень смещения, комминутация, наличие остеопороза [33]. Эта классификация удобна для быстрого принятия решения о необходимости оперативного лечения. Ее слабым местом является недостаточная детализация внутрисуставных повреждений и отсутствие связи с механизмом травмы.

Классификация Д. Л. Фернандеса (*англ.* D. L. Fernandez) (по механизму травмы)

Разработана на основе биомеханических исследований и подразделяет переломы следующим образом [34]:

- тип I — внесуставные разгибательные или сгибательные переломы; возникают при падении на разогнутую кисть; классический пример — перелом Коллиса (дорсальное смещение) или перелом Смита (волярное смещение);
- тип II — внутрисуставные сдвиговые переломы; характеризуются смещением эпиметафиза или его части (например, переломы тыльного или ладонного края — переломы Бартона); эти переломы часто нестабильны и связаны с высоким риском повреждения связок;
- тип III — внутрисуставные компрессионные переломы; возникают при осевой нагрузке на суставную поверхность, приводя к ее импрессии и образованию свободных внутрисуставных фрагментов; требуют тщательной оценки степени импрессии и состояния суставного хряща;
- тип IV — отрывные переломы; связаны с натяжением связок (например, отрыв шиловидного отростка лучевой или локтевой кости); сам по себе отрыв локтевого шиловидного отростка является прямым указанием на возможное повреждение TFCC;
- тип V — комбинированные, высокоэнергетические переломы; сочетают в себе несколько механизмов, часто сопровождаются тяжелыми повреждениями мягких тканей.

Классификация Д. Л. Фернандеса полезна для прогнозирования сопутствующих повреждений связок, которые часто коррелируют с механизмом травмы, что позволяет хирургу быть более настороженным в отношении определенных типов мягкотканых повреждений.

Классификация АО/ASIF

Разработанная рабочей группой по вопросам остеосинтеза — Ассоциацией по изучению внутренней фиксации (*нем.* Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, АО; *англ.* Association of the Study of Internal Fixation, ASIF), она является наиболее детальной и широко используется в научных исследованиях. Классификация делит все переломы длинных костей на три основные группы: А — внесуставные, В — неполные внутрисуставные (части суставной поверхности остаются соединенными с диафизом), С — полные внутрисуставные (суставная поверхность полностью отделена от диафиза). Каждая группа далее подразделяется на подгруппы и подтипы в зависимости от степени многооскольчатости

и направления смещения, что позволяет наиболее точно описать характер перелома [35]. Эта система идеальна для научного анализа, документирования и планирования сложных реконструкций, но может быть избыточно громоздкой для повседневного клинического использования.

Классификация повреждений капсульно-связочного аппарата

Частота сочетанных повреждений капсульно-связочного аппарата напрямую зависит от типа перелома по любой из классификаций и чувствительности метода диагностики. При использовании только рентгенографии повреждения капсульно-связочного аппарата выявляют в 20–30 % случаев. Применение МРТ повышает этот показатель до 40–50 %, а диагностическая артроскопия, являясь «золотым стандартом», выявляет повреждения связок в 60–80 % случаев внутрисуставных и нестабильных переломов [36]. Наиболее часто повреждаются:

- TFCC — поражения отмечаются в 35–85 % случаев, причем полные периферические отрывы (тип 1B по Э.К. Палмеру (*англ.* A. K. Palmer)) встречаются у 40–60 % пациентов с внутрисуставными переломами дистального метаэпифиза лучевой кости [37, 38]; это подчеркивает необходимость тщательной оценки ульнарной части запястья при любом внутрисуставном переломе;
- SLL — повреждения диагностируются в 10–60 % случаев; частичные разрывы (особенно волярной и тыльной порций) преобладают над полными повреждениями; риск разрыва SLL максимален при переломах типов II и III по Д.Л. Фернандесу [39, 40], которые связаны с осевой компрессией и сдвигом, создающими нагрузку на проксимальный ряд запястья;
- LTL — повреждается реже, примерно в 5–20 % случаев, часто в комбинации с повреждениями TFCC или SLL [41].

Современный тренд в диагностике и лечении повреждений ДМЭЛК — разработка интегрированных классификационных систем, которые бы одновременно оценивали и костный, и связочный компоненты травмы. Примером может служить классификация, предложенная в 2021 г., которая дополняет систему Д.Л. Фернандеса градацией сопутствующего повреждения связок (L0 — нет повреждения; L1 — частичное повреждение SLL или LTL; L2 — полное повреждение SLL или LTL; L3 — повреждение TFCC) [42]. Такой подход позволяет планировать объем хирургического вмешательства, включая необходимость артроскопии и реконструкции связок, и является шагом вперед к персонализированному лечению.

Диагностика повреждений

Диагностика переломов ДМЭЛК, особенно с сопутствующим повреждением связок, должна быть комплексной и поэтапной, начиная с клинического осмотра и заканчивая высокотехнологичными методами визуализации. Раннее и точное выявление всех компонентов травмы — залог успешного лечения.

Клиническая диагностика

В острой фазе пациенты предъявляют жалобы на боль, отек, деформацию (штыкообразную или виллообразную) в области лучезапястного сустава, резкое ограничение движений. Необходимо тщательно оценить нейроваскулярный статус (кровоснабжение, чувствительность в зонах иннервации срединного, локтевого и лучевого нервов) для исключения сопутствующих повреждений, таких как острый синдром запястного канала [43]. Пальпация специфических точек (анатомической табакерки, области шиловидного отростка локтевой

кости, проекции SLL и TFCC) может усилить боль и указать на локализацию повреждения. Проведение стресс-тестов (тест нестабильности лучевой кости для DRUJ, тест Уотсона для SLL) в остром периоде часто затруднительно из-за выраженной боли и отека, но они становятся более информативными в подострой стадии или после репозиции перелома [44]. Важно помнить, что даже при анатомической репозиции перелома сохраняющаяся боль или ощущение нестабильности могут быть единственными клиническими признаками пропущенного связочного повреждения.

Лучевая диагностика

Рентгенография остается основным и обязательным методом первичной диагностики. Стандартный протокол включает в себя снимки в прямой (передне-задней) и боковой (латеральной) проекциях. Для оценки внутрисуставных ступенек может быть полезна косая проекция. Рентгенография позволяет определить тип перелома по основным классификациям, степень смещения отломков, наличие внутрисуставного компонента [45]. Рентгенологические признаки возможного сопутствующего повреждения связок включают в себя расширение ладьевидно-полулунного промежутка (>3 мм в прямой проекции), нарушение плавных дуг проксимального и дистального рядов запястья, отрывные переломы шиловидного отростка локтевой кости (свидетельство повреждения TFCC) или ладонную флексию ладьевидной кости, положительный ульнарный вариант [46]. Однако чувствительность рентгенографии для выявления изолированных связочных повреждений низка (15–25 %) [47], что делает ее недостаточной для полноценной оценки.

Компьютерная томография (КТ) превосходит рентгенографию в оценке сложных внутрисуставных переломов. Мультиспиральная и 3D-реконструкция позволяют с высокой точностью визуализировать количество, размер и смещение внутрисуставных фрагментов, оценить величину интраартикулярной ступеньки и дефектов субхондральной кости, что критически важно для предоперационного планирования [48]. Особенно ценна КТ для оценки импрессионных переломов (Fernandez III) и степени фрагментации. Однако КТ практически не информативна для оценки состояния связок, суставного хряща и диска TFCC, поэтому ее роль ограничена оценкой костного компонента.

МРТ является неинвазивным методом выбора для дооперационной визуализации мягкотканых структур кистевого сустава. Высокопольные аппараты (1,5 Тл, а в идеале 3,0 Тл) со специализированными катушками для кисти позволяют с высокой точностью оценить целостность SLL, LTL и TFCC [49]. Чувствительность и специфичность МРТ в диагностике полных разрывов SLL и периферических разрывов TFCC достигает 90–95 % и 85–92 % соответственно [50]. Однако для диагностики частичных разрывов связок, особенно волярной порции SLL, и оценки васкуляризации центральной части диска TFCC чувствительность метода снижается до 70–80 % [51].

МР-артрография — введение контрастного вещества в полость сустава — значительно повышает точность диагностики частичных разрывов и перфораций TFCC (до 88–94 %), но является инвазивной процедурой, сопряженной с риском инфицирования и реактивного синовита, и поэтому применяется по строгим показаниям [52], например при хронической ульнарной боли и подозрении на повреждение TFCC при отсутствии явных признаков на стандартной МРТ.

Диагностическая артроскопия по праву считается «золотым стандартом» для выявления повреждений внутрисуставных структур [53]. Она позволяет под многократным увеличением напрямую осмотреть суставной хрящ, связки (SLL, LTL), диск TFCC, а также визуально

проконтролировать качество репозиции внутрисуставных фрагментов. Артроскопия особенно ценна в диагностически сложных случаях, когда данные клинического осмотра и МРТ противоречивы [54]. В систематических обзорах указывается, что в 25–30 % случаев благодаря артроскопии выявляются клинически значимые повреждения связок, которые не были достоверно диагностированы с помощью предоперационной МРТ [55]. К абсолютным показаниям к артроскопии при переломах ДМЭЛК относят подозрение на интерпозицию мягких тканей (связок, синовиальной оболочки) в щели перелома; необходимость точной репозиции внутрисуставных фрагментов под визуальным контролем; наличие признаков интеркарпальной нестабильности на дооперационных снимках; изолированные переломы шиловидного отростка локтевой кости (для оценки состояния TFCC) [56]. Таким образом, артроскопия является не только диагностическим, но и важнейшим лечебным инструментом в арсенале кистевого хирурга, позволяя перейти от диагностики к лечению в рамках одной процедуры.

Оперативное лечение

Показания к оперативному лечению переломов ДМЭЛК делятся следующим образом:

- абсолютные — открытые переломы; переломы, осложненные острым синдромом запястного канала или другими сосудисто-нервными нарушениями; нерепонируемые переломы (например, при интерпозиции мягких тканей);
- относительные (основные) — основаны на критериях нестабильности, которые предсказывают высокий риск вторичного смещения при консервативном лечении [57]. Эти критерии включают в себя начальное дорсальное смещение (тыльный угол) $>10^\circ$ или волярное смещение $>20^\circ$; укорочение лучевой кости (уменьшение радиальной высоты) >3 мм; интраартикулярную ступеньку или расхождение >2 мм; значительную многооскольчатость дорсального метафиза; сопутствующий перелом локтевой кости в типичном месте; положительный ульнарный вариант >2 мм.

Соблюдение этих критериев позволяет выделить группу пациентов, у которых консервативное лечение с высокой вероятностью приведет к неудовлетворительному результату.

Выбор конкретного метода оперативной фиксации зависит от типа перелома, качества костной ткани, опыта хирурга, а также, что особенно важно, наличия и характера сопутствующих связочных повреждений.

Чрескожная фиксация спицами Киршнера

Этот метод применяется при стабильных или умеренно нестабильных внесуставных переломах (тип А по АО/ASIF, тип I по Д. Л. Фернандесу) у пациентов без остеопороза. Чаще используются техники по А. И. Капанджи (*англ.* A. I. Karandji) (интрафокальная) или трансоссальная фиксация. Преимущества — минимальная инвазивность, низкая стоимость. Недостатки — недостаточная стабильность для ранней мобилизации, риск миграции спиц, повреждения поверхностных ветвей лучевого нерва и сухожилий, необходимость длительной внешней иммобилизации (6–8 недель) [58]. Частота осложнений достигает 15–25 %. В современной практике метод часто используется в комбинации с другими техниками или у конкретных категорий пациентов.

Аппараты внешней фиксации

Показаниями к применению таких устройств являются открытые переломы с загрязнением; тяжелые политравмы; выраженный отек мягких тканей, исключающий возможность внутренней фиксации; некоторые сложные внутрисуставные переломы в качестве этапного лечения перед окончательным методом остеосинтеза. Современные аппараты внешней

фиксации могут быть моно- или биаксиальными, статическими или динамическими. Динамизация (постепенная разблокировка сустава) в процессе лечения способствует осевой нагрузке и формированию костной мозоли. Однако подобные конструкции сопряжены с высоким риском специфических осложнений: контрактуры пальцев и лучезапястного сустава (25–30 %), стилоидита, повреждения ветвей нервов, рефлекторной симпатической дистрофии, околостержневой инфекции (*англ.* pin track infection) [59]. В связи с этим их применение в чистом виде для окончательной фиксации сокращается.

Остеосинтез пластинами

Этот метод является наиболее распространенным и эффективным для подавляющего большинства нестабильных и внутрисуставных переломов ДМЭЛК.

Дорсальные пластины исторически применялись первыми, но из-за высокого риска осложнений, связанных с импинджментом и разрывом сухожилий разгибателей (до 20 %), их использование в настоящее время резко ограничено [60]. Они могут применяться в редких случаях для фиксации специфических дорсальных отломков, но требуют идеального контурирования и всегда последующего удаления.

Волярные блокируемые пластины (*англ.* volar locking plates) стали «золотым стандартом» лечения. Их устанавливают через передний (волярный) доступ по А.К. Генри (*англ.* A.K. Henry), что минимизирует повреждение мягких тканей. Угловая стабильность, обеспечиваемая блокирующими винтами, создает прочную фиксацию даже в остеопоротической кости, позволяя проводить раннюю активную мобилизацию без риска потери репозиции [61]. В метаанализах показываются преимущества волярных блокируемых пластин перед аппаратами внешней фиксации и чрескожной фиксацией по функциональным результатам (оценка по DASH и PRWE¹), скорости восстановления и меньшей частоте осложнений [62]. Для сложных переломов (тип C по АО/ASIF) разработаны пластины с переменной угловой стабильностью, комбинированные (волярно-ульнарные) и с дополнительными опциями для фиксации ульнарного фрагмента [63]. Ключевым моментом техники является правильное позиционирование пластины проксимальнее так называемой линии водораздела для предотвращения контакта с сухожилиями сгибателей, что требует хорошего знания хирургической анатомии и интраоперационного контроля.

Артроскопически ассистированный остеосинтез (ARIF)

ARIF — это современный высокотехнологичный подход, который сочетает преимущества артроскопической визуализации с прочностью внутренней фиксации пластиной. Показания: все сложные внутрисуставные переломы (типы В и С по АО/ASIF), особенно при подозрении на интерпозицию мягких тканей или сопутствующее повреждение связок [64]. Техника позволяет:

- под прямым визуальным контролем устранить интерпозицию капсулы или связок в линии перелома;
- добиться анатомической репозиции суставной поверхности (частота достижения остаточной ступеньки <1 мм при ARIF составляет 90–95 % против 75–80 % при использовании только интраоперационной флюороскопии) [65];
- одномоментно диагностировать и восстановить повреждения SLL, LTL или TFCC;
- оценить стабильность реконструкции.

¹DASH — опросник по неспособности руки, плеча и кисти (*англ.* Disability of the Arm, Shoulder and Hand questionnaire). PRWE — оценка состояния запястья с точки зрения пациента (*англ.* Patient-Rated Wrist Evaluation).

В систематическом обзоре 2020 г. подтверждены достоверно лучшие функциональные исходы (по шкалам Mayo, PRWE) и более низкая частота посттравматического артроза после ARIF по сравнению с изолированным открытым остеосинтезом у пациентов с сочетанными повреждениями [66]. Несмотря на более высокие технические требования и увеличение времени операции, ARIF демонстрирует качественный скачок в лечении сложных переломов ДМЭЛК.

Восстановление капсульно-связочного аппарата

При выявлении клинически значимых повреждений связок их восстановление должно быть неотъемлемой частью операции. Игнорирование этого компонента травмы сводит на нет даже идеально выполненный остеосинтез.

Восстановление TFCC. Показания: нестабильность DRUJ, болезненная ульнарная сторона запястья. При отрывах от основания шиловидного отростка локтевой кости (тип 1B по Э.К. Палмеру) выполняется рефиксация с помощью трансоссальных швов или костных анкером открытым или артроскопическим способом [67]. Артроскопический шов TFCC является высокоэффективной малоинвазивной методикой. При дегенеративных центральных перфорациях (тип 2C по Э.К. Палмеру) может потребоваться дебридмент, реже — восстановление. Решение принимается на основе возраста пациента, уровня активности и выраженности симптомов.

Восстановление SLL. Острые полные разрывы (типы III и IV по У.Б. Гейслеру (англ. W.B. Geissler)) требуют репозиции и стабилизации полулунной и ладьевидной костей. Методы включают в себя чрескожную фиксацию спицами Киршнера на 8–10 недель; открытый или артроскопический шов связки с использованием микроякорей; в случаях с выраженной нестабильностью — временный винтовой или спицевой ладьевидно-полулунный артродез. Цель — предотвратить развитие прогрессирующей DISI и артроза. Выбор метода зависит от давности травмы, типа разрыва и опыта хирурга.

Таким образом, современная хирургия переломов ДМЭЛК движется в сторону комплексного, анатомического и стабильного восстановления всех поврежденных структур — как костных, так и связочных — с использованием малоинвазивных и артроскопически контролируемых методик [68]. Такой подход требует от хирурга владения не только техникой остеосинтеза, но и навыками артроскопии кистевого сустава и восстановления связок.

Послеоперационное ведение и реабилитация

Послеоперационное ведение и реабилитация являются критически важными этапами, во многом определяющими конечный функциональный результат. Современная концепция строится на принципе ранней контролируемой мобилизации после стабильного остеосинтеза, что позволяет предотвратить контрактуры, уменьшить отек и ускорить восстановление функции. Пассивное ожидание консолидации в гипсе ушло в прошлое в случае большинства стабильно фиксированных переломов.

Иммобилизация

После остеосинтеза волярной блокирующей пластиной при отсутствии сопутствующей связочной реконструкции обычно достаточно кратковременной иммобилизации (7–10 дней) в съемном тыльном гипсовом лонгете или ортезе для уменьшения послеоперационного отека и боли. После этого ортез используется только для защиты в ночное время или в потенциально опасных ситуациях. Если выполнялась реконструкция TFCC или SLL, протокол иммобилизации ужесточается. После шва TFCC для защиты DRUJ применяют

вышележащую гипсовую повязку или ортез, ограничивающий пронацию — супинацию, на срок 4–6 недель. После реконструкции SLL лучезапястный сустав иммобилизируют в нейтральном положении на 4–8 недель в зависимости от выбранного метода фиксации (спицы, анкеры). Эти сроки могут варьироваться, и решение об их изменении принимается индивидуально на основе клинической картины и данных контрольных исследований [68].

Программа реабилитации

Разрабатывается индивидуально с учетом типа перелома, метода фиксации, объема сопутствующего вмешательства на связках и индивидуальных особенностей пациента. Обычно ее делят следующим образом.

Ранняя фаза (0–6-я недели). Основные цели — контроль отека и боли, профилактика тугоподвижности соседних суставов (пальцев, локтевого, плечевого). Проводят активные и пассивные упражнения для пальцев, локтевого и плечевого суставов с первых дней после операции. Движения в лучезапястном суставе (сгибание — разгибание, лучевая — локтевая девиация) начинают постепенно, как только это позволяют стабильность фиксации и протокол иммобилизации. При стабильном остеосинтезе пластиной активные движения в запястье часто начинают на 2–3-й неделе. Важную роль играет поведенческий контроль (возвышенное положение, компрессия, лимфодренаж).

Промежуточная фаза (6–12-я неделя). После подтверждения рентгенологических признаков консолидации (обычно к 6-й неделе) акцент смещается на восстановление полного объема пассивных и активных движений в лучезапястном суставе, увеличение силы хвата. Используются методики мануальной терапии, проприоцептивная нейромышечная фасилитация, занятия в терапевтическом воске, легкие эспандеры. На этом этапе часто отменяют ортез. Занятия под руководством физиотерапевта помогают преодолеть страх перед нагрузкой и выработать правильный двигательный стереотип.

Поздняя фаза (3–6-й месяц и далее). Восстановление выносливости и полной функциональной силы кисти, возвращение к бытовой и профессиональной деятельности. Включает в себя силовые тренировки с прогрессивным сопротивлением, трудотерапию, имитацию рабочих движений. У спортсменов начинается постепенное возвращение к тренировкам. Этот этап может длиться до года, особенно после сложных сочетанных повреждений [69].

Применение дополнительных методов, таких как динамическое ортезирование, непрерывная пассивная разработка движений (*англ.* continuous passive motion), нервно-мышечная электрическая стимуляция, может сократить сроки восстановления на 15–20 %. Удовлетворительная функция кисти (сила хвата >80 % от контралатеральной стороны, объем движений >75 % от нормы) обычно достигается через 3–6 месяцев, но окончательное восстановление может занять до 1 года, особенно при сложных повреждениях [70]. Реабилитация — активный процесс, требующий мотивации и участия пациента, поэтому важна четкая коммуникация между хирургом, реабилитологом и пациентом.

Осложнения

Несмотря на совершенствование хирургических методик, осложнения после переломов ДМЭЛК и их лечения встречаются с частотой от 10 % до 30 %. Их можно разделить на несколько групп:

- связанные с самой травмой — комплексный регионарный болевой синдром (КРБС, тип I или II); повреждение срединного, локтевого или лучевого нервов (острый или отсроченный туннельный синдром); тугоподвижность суставов пальцев, кисти,

плеча (так называемый синдром замороженного плеча). Профилактика включает в себя раннюю адекватную аналгезию, возвышенное положение конечности и раннее начало движений в свободных от иммобилизации суставах;

- связанные с операцией и имплантатами:
 - инфекция (глубокая или поверхностная) — встречается в 1–3 % случаев;
 - повреждение нервов или сосудов во время доступа — чаще страдают кожные ветви лучевого и ладонной ветви срединного нерва. Атрауматичная техника и знание анатомии — ключ к профилактике;
 - импинджмент и разрыв сухожилий — наиболее частое специфическое осложнение после волярного остеосинтеза. Импинджмент-синдром сухожилий сгибателей и разгибателей возникает в 6–12 % случаев из-за избыточной длины винтов или неправильного позиционирования пластины, выступающей за так называемую линию водораздела. Может приводить к теносиновииту и даже спонтанному разрыву сухожилий (чаще длинного сгибателя или разгибателя большого пальца). Профилактика — интраоперационная флюороскопия в специальной проекции skyline view для контроля положения кончиков винтов [71], а также тщательное позиционирование пластины;
 - проблемы с имплантатом — миграция винтов, поломка пластины, потеря фиксации в остеопоротической кости;
- костные:
 - вторичное смещение, потеря репозиции — возможны при нестабильной фиксации, ранней избыточной нагрузке;
 - замедленная консолидация и несращение — встречаются редко (<1 %), чаще при открытых переломах, инфекции, недостаточной стабильности фиксации или нарушении кровоснабжения;
 - посттравматический артроз лучезапястного и (или) дистального лучелоктевого суставов — является поздним осложнением, развивается в 10–30 % случаев, особенно после внутрисуставных переломов с остаточной ступенькой >2 мм или при нелеченой связочной нестабильности. Подчеркивает важность анатомической репозиции и восстановления связок;
 - посттравматическая ульнарная импакция — развивается при неадекватном восстановлении длины лучевой кости (остаточное укорочение). Проявляется хронической болью по ульнарной стороне запястья, ограничением движений. Может потребовать корригирующей остеотомии лучевой кости [72];
- связанные с недиагностированными или нелечеными связочными повреждениями — хроническая нестабильность DRUJ (при повреждении TFCC); прогрессирующая DISI или волярная ISI с последующим артрозом (SLAC, SNAC 1) при разрыве SLL. Эти осложнения часто имеют отсроченное начало (через месяцы или годы) и приводят к снижению функции, требуя сложных реконструктивных операций.

Профилактика осложнений включает в себя тщательное предоперационное планирование с использованием КТ; выбор адекватного метода стабильной фиксации; интраоперационный визуальный (артроскопический) и флюороскопический контроль репозиции и положения имплантатов; осторожность в отношении сопутствующих связочных повреждений и их одномоментное восстановление; раннее начало контролируемой реабили-

¹SLAC — ладьевидно-полулунный коллапс (англ. scapholunate advanced collapse). SNAC — коллапс запястья, вызванный несращением ладьевидной кости (англ. scaphoid non-union advanced collapse).

тации под руководством специалиста [73]. Большинство осложнений можно предотвратить строгим соблюдением хирургических принципов и алгоритмов.

Заключение

Переломы ДМЭЛК, ассоциированные с повреждением капсульно-связочного аппарата, представляют собой сложную мультидисциплинарную проблему, требующую от хирурга глубоких знаний анатомии, биомеханики и современных методов диагностики и лечения. Ключевые выводы настоящего обзора литературы можно сформулировать следующим образом:

- высокая частота и клиническая значимость — сочетанные повреждения связок (TFCC, SLL) встречаются более чем в половине случаев внутрисуставных и нестабильных переломов ДМЭЛК. Их пропуск при первичном обследовании является основной причиной неудовлетворительных функциональных исходов, хронической боли и раннего артроза. Необходим активный диагностический поиск;
- современная диагностика должна быть комплексной — помимо стандартной рентгенографии для полноценной оценки необходимо привлечение КТ (для детализации костной травмы) и МРТ высокого разрешения (для визуализации связок). Диагностическая артроскопия остается «золотым стандартом» для окончательного подтверждения внутрисуставных повреждений и должна рассматриваться как лечебно-диагностическая процедура при сложных переломах, особенно с признаками нестабильности;
- хирургия стремится к анатомической точности и стабильности — «золотым стандартом» остеосинтеза для большинства переломов является внутренняя фиксация волярной блокируемой пластиной, обеспечивающей прочность, достаточную для ранней реабилитации. ARIF становятся предпочтительным выбором при сложных внутрисуставных повреждениях, т.к. позволяют под визуальным контролем добиться идеальной репозиции суставной поверхности и одномоментно восстановить поврежденные связочные структуры (SLL, TFCC);
- ранняя контролируемая реабилитация — индивидуальные реабилитационные протоколы, основанные на принципах ранней мобилизации после стабильной фиксации, улучшают функциональные результаты и сокращают сроки восстановления. Реабилитация — это неотъемлемая часть лечения;
- профилактика осложнений требует настороженности — знание типичных осложнений (импинджмент сухожилий, ульнарная импакция, нестабильность) и их предотвращения с помощью точной хирургической техники и интраоперационного контроля являются неотъемлемой частью успешного лечения.

Перспективы дальнейшего развития методов оперативного лечения переломов ДМЭЛК связаны с внедрением интегрированных классификаций, учитывающих связочный компонент; совершенствованием артроскопических и навигационных технологий; разработкой новых имплантатов с биологически активными покрытиями; проведением крупных многоцентровых исследований для определения оптимальных алгоритмов лечения и оценки долгосрочных результатов комбинированных реконструктивных вмешательств. Только комплексный подход, объединяющий точную диагностику, анатомический стабильный остеосинтез, восстановление связок и раннюю реабилитацию, позволяет максимизировать функциональный результат и качество жизни пациентов с этими сложными повреждениями.

Список источников | References

1. Aparicio P, Izquierdo Ó, Castellanos J. Conservative treatment of distal radius fractures: A prospective descriptive study. *Hand*. 2018;13(4):448–454. DOI: <https://doi.org/10.1177/1558944717708025>.
2. Chen Y, Chen X, Li Z, Yan H, Zhou F, Gao W. Safety and efficacy of operative versus nonsurgical management of distal radius fractures in elderly patients: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Hand Surgery*. 2016;41(3):404–413. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2015.12.008>.
3. Dubrov VE, Grechukhin DA, Maksimov BI, Shantrukov PA. Treatment of comminuted intra-articular fracture of the distal metaepiphysis of the radius with arthroscopic-assisted reposition of fragments under external fixation conditions. *N. N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2017;24(1):12–19. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17816/vto201724112-19>.
4. Varitimidis SE, Basdekis GK, Dailiana ZH, Hantes ME, Bargiotas K, Malizos K. Treatment of intra-articular fractures of the distal radius: Fluoroscopic or arthroscopic reduction? *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*. 2008;90-B(6):778–785. DOI: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.90B6.19809>.
5. Chung KC, Shauver MJ, Birkmeyer JD. Trends in the United States in the treatment of distal radial fractures in the elderly. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2009;91(8):1868–1873. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.H.01297>.
6. Walenkamp MM, Bentohami A, Beerekamp MS, Peters RW, van der Heiden R, Goslings JC, et al. Functional outcome in patients with unstable distal radius fractures, volar locking plate versus external fixation: A meta-analysis. *Strategies in Trauma and Limb Reconstruction*. 2013;8(2):67–75. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11751-013-0169-4>.
7. Diaz-Garcia RJ, Chung KC. Common myths and evidence in the management of distal radius fractures. *Hand Clinics*. 2012;28(2):177–184. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2012.02.003>.
8. Mellstrand Navarro C, Brolund A, Ekholm C, Heintz E, Hoxha Ekström E, Josefsson PO, et al. Treatment of radius or ulna fractures in the elderly: A systematic review covering effectiveness, safety, economic aspects and current practice. *PLoS One*. 2019;14(3):e0214362. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214362>.
9. Friberg S, Lundstrom B. Radiographic measurements of the radio carpal joint in normal adults. *Acta Radiologica: Diagnosis*. 1976;17(2):249–256. DOI: <https://doi.org/10.1177/028418517601700212>.
10. Yeghiazaryan KA, Ratiev AP, Grigoriev AV, Germanov AV, Danilov MA, Chebotarev VV. Midterm surgical treatment outcomes of unstable distal radius fractures. *N. N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2019;26(1):17–26. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17116/vto201901117>.
11. Shehovych A, Salar O, Meyer C, Ford DJ. Adult distal radius fractures classification systems: Essential clinical knowledge or abstract memory testing? *The Annals of the Royal College of Surgeons of England*. 2016;98(8):525–531. DOI: <https://doi.org/10.1308/rcsann.2016.0237>.
12. Soong M, van Leerdam R, Guitton TG, Got C, Katarincic J, Ring D. Fracture of the distal radius: Risk factors for complications after locked volar plate fixation. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 2011;36(1):3–9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2010.09.033>.
13. Richards RS, Bennett JD, Roth JH, Milne K Jr. Arthroscopic diagnosis of intra-articular soft tissue injuries associated with distal radial fractures. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 1997;22(5):772–776. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(97\)80064-1](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(97)80064-1).
14. Forward DP, Lindau TR, Melson DS. Intercarpal ligament injuries associated with fractures of the distal part of the radius. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 2007;89(11):2334–2340. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.01537>.
15. Welling RD, Jacobson JA, Jamadar DA, Chong S, Caoili EM, Jebson PJ. MDCT and radiography of wrist fractures: Radiographic sensitivity and fracture patterns. *American Journal of Roentgenology*. 2008;190(1):10–16. DOI: <https://doi.org/10.2214/ajr.07.2699>.
16. van Leerdam RH, Wijffels MME, Reijnierse M, Stomp W, Krijnen P, Schipper IB. The value of computed tomography in detecting distal radioulnar joint instability after a distal radius fracture. *The Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2017;42(5):501–506. DOI: <https://doi.org/10.1177/1753193416682682>.
17. Oneson SR, Timins ME, Scales LM, Erickson SJ, Chamoy L. MR imaging diagnosis of triangular fibrocartilage pathology with arthroscopic correlation. *American Journal of Roentgenology*. 1997;168(6):1513–1518. DOI: <https://doi.org/10.2214/ajr.168.6.9168716>.
18. Zanetti M, Saupe N, Nagy L. Role of MR imaging in chronic wrist pain. *European Radiology*. 2007;17(4):927–938. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00330-006-0365-4>.
19. Anderson ML, Skinner JA, Felmler JP, Berger RA, Amrami KK. Diagnostic comparison of 1.5 Tesla and 3.0 Tesla preoperative MRI of the wrist in patients with ulnar-sided wrist pain. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 2008;33(7):1153–1159. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2008.03.010>.
20. Haims AH, Schweitzer ME, Morrison WB, Deely D, Lange R, Osterman AL, et al. Limitations of MR imaging in the diagnosis of peripheral tears of the triangular fibrocartilage of the wrist. *American Journal of Roentgenology*. 2002;178(2):419–422. DOI: <https://doi.org/10.2214/ajr.178.2.1780419>.

21. Del Piñal F, Klausmeyer M, Moraleda E, de Piero GH, Rúas JS. Arthroscopic reduction of comminuted intra-articular distal radius fractures with diaphyseal-metaphyseal comminution. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 2014;39(5):835–843. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.02.013>.
22. Wiesler ER, Chloros GD, Mahirogullari M, Kuzma GR. Arthroscopic management of distal radius fractures. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 2006;31(9):1516–1526. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2006.08.015>.
23. Ruch DS, Vallee J, Poehling GG, Smith BP, Kuzma GR. Arthroscopic reduction versus fluoroscopic reduction in the management of intra-articular distal radius fractures. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2004;20(3):225–230. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2004.01.010>.
24. Kreder HJ, Hanel DP, McKee M, Jupiter J, McGillivray G, Swiontkowski MF. X-ray film measurements for healed distal radius fractures. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 1996;21(1):31–39. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0363-5023\(96\)80150-4](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(96)80150-4). Erratum in: *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 1996;21(3):532.
25. Margaret WM, Klausmayer MA, Fernandez D, Orbay JL, Bergada AL. Volar plate fixation of intra-articular distal radius fractures: A retrospective study. *Journal of Wrist Surgery*. 2013;2(3):247–254. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0033-1350086>.
26. Orbay JL, Touhami A. Current concepts in volar fixed-angle fixation of unstable distal radius fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2006;445:58–67. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000205891.96575.0f>.
27. Lutsky K, Boyer MI, Steffen JA, Goldfarb CA. Arthroscopic assessment of intra-articular distal radius fractures after open reduction and internal fixation from a volar approach. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 2008;33(4):476–484. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2007.12.009>.
28. Shihab Z, Sivakumar B, Graham D, del Piñal F. Outcomes of arthroscopic-assisted distal radius fracture volar plating: A meta-analysis. *The Journal of Hand Surgery*. 2022;47(4):330–340.e1. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2021.11.025>.
29. Souer JS, Rutgers M, Andermahr J, Jupiter JB, Ring D. Perilunate fracture-dislocations of the wrist: Comparison of temporary screw versus K-wire fixation. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 2007;32(3):318–325. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2007.01.008>.
30. Krischak GD, Krasteva A, Schneider F, Gulkin D, Gebhard F, Kramer M. Physiotherapy after volar plating of wrist fractures is effective using a home exercise program. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2009;90(4):537–544. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.09.575>.
31. Soong M, Earp BE, Bishop G, Leung A, Blazar P. Volar locking plate implant prominence and flexor tendon rupture. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 2011;93(4):328–335. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.00193>.
32. Ozer K, Wolf JM, Watkins B, Hak DJ. Comparison of 4 fluoroscopic views for dorsal cortex screw penetration after volar plating of the distal radius. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 2012;37(5):963–967. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2012.02.026>.
33. Ilyas AM, Jupiter JB. Distal radius fractures — classification of treatment and indications for surgery. *Orthopedic Clinics of North America*. 2007;38(2):167–173. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2007.01.002>.
34. Atzei A, Luchetti R. Foveal TFCC tear classification and treatment. *Hand Clinics*. 2011;27(3):263–272. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2011.05.014>.
35. Tang JB, Giddins G. Why and how to report surgeons' levels of expertise. *The Journal of Hand Surgery, European Volume*. 2016;41(4):365–366. DOI: <https://doi.org/10.1177/1753193416641590>.
36. del Piñal F, García-Bernal FJ, Pisani D, Regalado J, Ayala H, Studer A. Dry arthroscopy of the wrist: Surgical technique. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 2007;32(1):119–123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2006.10.015>.
37. Slutsky DJ. Arthroscopic repair of dorsoradiocarpal ligament tears. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2002;18(9):E49. DOI: <https://doi.org/10.1053/jars.2002.36471>.
38. Oren T, Wolf J. Soft-tissue complications associated with distal radius fractures. *Operative Techniques in Orthopaedics*. 2009;19(2):100–106. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.oto.2009.05.002>.
39. Ruch DS, Papadonikolakis A. Volar versus dorsal plating in the management of intra-articular distal radius fractures. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 2006;31(1):9–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2005.09.011>.
40. Rozental TD, Blazar PE. Functional outcome and complications after volar plating for dorsally displaced, unstable fractures of the distal radius. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 2006;31(3):359–365. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2005.10.010>.
41. Arora R, Lutz M, Deml C, Krappinger D, Haug L, Gabl M. A prospective randomized trial comparing nonoperative treatment with volar locking plate fixation for displaced and unstable distal radial fractures in patients sixty-five years of age and older. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 2011;93(23):2146–2153. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.01597>.

42. Beharrie AW, Beredjiklian PK, Bozentka DJ. Functional outcomes after open reduction and internal fixation for treatment of displaced distal radius fractures in patients over 60 years of age. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2004;18(10):680–686. DOI: <https://doi.org/10.1097/00005131-200411000-00005>.
43. Egol K, Walsh M, Romo-Cardoso S. Distal radial fractures in the elderly: Operative compared with non-operative treatment. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 2010;92(9):1851–1857. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.00968>.
44. Williksen JH, Frihagen F, Hellund JC, Kvernmo HD, Husby T. Volar locking plates versus external fixation and adjuvant pin fixation in unstable distal radius fractures: A randomized, controlled study. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 2013;38(8):1469–1476. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2013.04.039>.
45. Wei DH, Raizman NM, Bottino CJ, Jobin CM, Strauch RJ, Rosenwasser MP. Unstable distal radial fractures treated with external fixation, a radial column plate, or a volar plate. A prospective randomized trial. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 2009;91(7):1568–1577. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.H.00722>.
46. Chung KC, Squitieri L, Kim HM. Comparative outcomes study using the volar locking plating system for distal radius fractures in both young adults and adults older than 60 years. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 2008;33(6):809–819. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2008.02.016>.
47. Mulders MA, d'Ailly PN, Cleffken BI, Schep NW. Corrective osteotomy is an effective method of treating distal radius malunions with good long-term functional results. *Injury*. 2017;48(3):731–737. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.01.045>.
48. Lichtman DM, Bindra RR, Boyer MI, Putnam MD, Ring D, Slutsky DJ, et al. Treatment of distal radius fractures. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2010;18(3):180–189. DOI: <https://doi.org/10.5435/00124635-201003000-00007>.
49. Nellans KW, Kowalski E, Chung KC. The epidemiology of distal radius fractures. *Hand Clinics*. 2012;28(2):113–125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2012.02.001>.
50. Mackenney PJ, McQueen MM, Elton R. Prediction of instability in distal radial fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 2006;88(9):1944–1951. PMID: <https://pubmed.gov/16951109>.
51. Jupiter JB, Marent-Huber M; LCP Study Group. Operative management of distal radial fractures with 2.4-millimeter locking plates. A multicenter prospective case series. Surgical technique. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 2010;92(Suppl 1 Pt 1):96–106. DOI: <https://doi.org/10.2106/jbjs.i.01340>.
52. Abe Y, Yoshida K, Tominaga Y. Less invasive surgery with wrist arthroscopy for distal radius fracture. *Journal of Orthopaedic Science*. 2013;18(3):398–404. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00776-013-0371-8>.
53. Chen AC, Chan YS, Yuan LJ, Ye WL, Lee MS, Chao EK. Arthroscopically assisted osteosynthesis for complex intra-articular fractures of the distal radius. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 2002;53(2):354–359. DOI: <https://doi.org/10.1097/00005373-200208000-00028>.
54. Shih JT, Lee HM, Hou YT, Tan CM. Results of arthroscopic reduction and percutaneous fixation for acute displaced scaphoid fractures. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2005;21(5):620–626. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2005.02.020>.
55. Palmer AK. Triangular fibrocartilage complex lesions: A classification. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 1989;14(4):594–606. DOI: [https://doi.org/10.1016/0363-5023\(89\)90174-3](https://doi.org/10.1016/0363-5023(89)90174-3).
56. Slade JF 3rd, Gutow AP, Geissler WB. Percutaneous internal fixation of scaphoid fractures via an arthroscopically assisted dorsal approach. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 2002;84(Suppl 2):S21–S36. DOI: <https://doi.org/10.2106/00004623-200200002-00003>.
57. Ho PC. Arthroscopic partial wrist fusion. *Techniques in Hand & Upper Extremity Surgery*. 2008;12(4):242–265. DOI: <https://doi.org/10.1097/bth.0b013e318190244b>.
58. Igeta Y, Vernet P, Facca S, Naroura I, Hidalgo Diaz JJ, Liverneaux PA. The minimally invasive flexor carpi radialis approach: A new perspective for distal radius fractures. *European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology*. 2018;28(8):1515–1522. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00590-018-2124-z>.
59. Diaz-Garcia RJ, Oda T, Shauver MJ, Chung KC. A systematic review of outcomes and complications of treating unstable distal radius fractures in the elderly. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 2011;36(5):824–835.e2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2011.02.005>.
60. Sammer DM, Chung KC. Management of the distal radioulnar joint and ulnar styloid fracture. *Hand Clinics*. 2012;28(2):199–206. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2012.03.011>.
61. Quadlbauer S, Pezzei C, Jurkowitsch J, Rosenauer R, Kolmayr B, Keuchel T, et al. Rehabilitation after distal radius fractures: Is there a need for immobilization and physiotherapy? *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2020;140(5):651–663. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03367-w>.
62. Bruder AM, Taylor NF, Dodd KJ, Shields N. Exercise reduces impairment and improves activity in people after some upper limb fractures: A systematic review. *Journal of Physiotherapy*. 2011;57(2):71–82. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(11\)70017-0](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(11)70017-0).

63. Krishnan J, Chipchase LS, Slavotinek J. Intraarticular fractures of the distal radius treated with metaphyseal external fixation. Early clinical results. *The Journal of Hand Surgery, British Volume*. 1998;23(3):396–399. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0266-7681\(98\)80066-1](https://doi.org/10.1016/s0266-7681(98)80066-1).
64. Shirzadi A, Farzad M, Farhoud AR, Shafiee E. Application of continuous passive motion in patients with distal radius fractures: A randomized clinical trial. *Journal of Hand Therapy*. 2020;39(6):522–527. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2020.08.001>.
65. Lameijer CM, Ten Duis HJ, van Dusseldorp I, Dijkstra PU, van der Sluis CK. Prevalence of posttraumatic arthritis and the association with outcome measures following distal radius fractures in non-osteoporotic patients: A systematic review. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2017;137(11):1499–1513. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00402-017-2765-0>.
66. Bentohami A, de Burlet K, de Korte N, van den Bekerom MP, Goslings JC, Schep NW. Complications following volar locking plate fixation for distal radial fractures: A systematic review. *Journal of Hand Surgery, European Volume*. 2013;39(7):745–754. DOI: <https://doi.org/10.1177/1753193413511936>.
67. Ring D, Jupiter JB. Treatment of osteoporotic distal radius fractures. *Osteoporosis International*. 2005;16(Suppl 2):S80–S84. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00198-004-1808-x>.
68. Ateschrang A, Stuby F, Werdin F, Schaller HE, Weise K, Albrecht D. Irritation der Beugesehnen nach palmarer winkelstabiler Plattenosteosynthese des distalen Radius mit der 3,5-mm-T-Platte: Erarbeitung von Risikofaktoren [Flexor tendon irritations after locked plate fixation of the distal radius with the 3.5 mm T-plate: identification of risk factors]. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*. 2010;148(3):319–325. (In German). DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0029-1241027>.
69. Watson HK, Ballet FL. The SLAC wrist: Scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 1984;9(3):358–365. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(84\)80223-3](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(84)80223-3).
70. Grewal R, MacDermid JC. The risk of adverse outcomes in extra-articular distal radius fractures is increased with malalignment in patients of all ages but mitigated in older patients. *The Journal of Hand Surgery, American Volume*. 2007;32(7):962–970. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2007.05.009>.
71. Wei DH, Raizman NM, Bottino CJ, Jobin CM, Strauch RJ, Rosenwasser MP. Unstable distal radial fractures treated with external fixation, a radial column plate, or a volar plate. A prospective randomized trial. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 2009;91(7):1568–1577. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.H.00722>.
72. Meena S, Sharma P, Sambharia AK, Dawar A. Fractures of distal radius: An overview. *Journal of Family Medicine and Primary Care*. 2014;3(4):325–332. DOI: <https://doi.org/10.4103/2249-4863.148101>.
73. Stein A, Lalka A, Scott F, Rodriguez Fontan F. Is the repair of acute scapholunate injuries associated with distal radius fractures necessary at the time of osteosynthesis? A systematic review and meta-analysis. *Hand*. 2024;19(6):875–884. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2012.06.006>.

Информация об авторах

Иван Дмитриевич Быркэ [✉] — травматолог-ортопед Центра реконструктивной микрохирургии кисти, Областная клиническая больница № 2, Тюмень, Россия.

E-mail: handsurgery72@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6433-3735>

Константин Сергеевич Сергеев — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии с курсом ВПХ, Тюменский государственный медицинский университет, Тюмень, Россия.

E-mail: sergeev.trauma@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6621-9449>

Владимир Михайлович Малишевский — руководитель травматологического центра, Областная клиническая больница № 2, Тюмень, Россия.

E-mail: mvm9233@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8725-4155>

Ольга Руслановна Алиева — студент института клинической медицины, Тюменский государственный медицинский университет, Тюмень, Россия.

E-mail: olga.aliyeva25072003@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2809-3501>

Information about the authors

Ivan D. Byrke [✉] — Orthopedic and Trauma Surgeon of the Center for Reconstructive Hand Microsurgery, Tyumen Regional Clinical Hospital No. 2, Tyumen, Russia.

E-mail: handsurgery72@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6433-3735>

Konstantin S. Sergeev — Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics with a Course of Emergency Surgery, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia.

E-mail: sergeev.trauma@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6621-9449>

Vladimir M. Malishevskii — Head of the Trauma Center, Tyumen Regional Clinical Hospital No. 2, Tyumen, Russia.

E-mail: mvm9233@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8725-4155>

Olga R. Alieva — Specialist's Degree Student of the Institute of Clinical Medicine, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia.

E-mail: olga.aliyeva25072003@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2809-3501>

Рукопись получена: 21 августа 2025. Одобрена после рецензирования: 16 января 2026. Принята к публикации: 16 января 2025.

Received: 21 August 2025. Revised: 16 January 2026. Accepted: 16 January 2026.