УДК: 616.717.56-001.513-08-06(100)

ПРОБЛЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ ВНУТРИСУСТАВНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА ЛУЧЕВОЙ КОСТИ В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ

М. А. Жогина, Е. В. Вебер, С. С. Смирнов

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: *внутрисуставные переломы дистального метаэпифиза лучевой кости; эпидемиология переломов дистального метаэпифиза лучевой кости; предоперационное обследование в лечении переломов дистального метаэпифиза лучевой кости; осложнения переломов дистального метаэпифиза лучевой кости; последствия и отдаленные результаты лечения переломов дистального метаэпифиза лучевой кости*

Введение. *Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости встречаются все чаще. В последние годы возросло количество внутрисуставных переломов. В связи с большим количеством неудовлетворительных результатов и отсутствием единого подхода к тактике оперативного лечения растет актуальность проводимых исследований в области оказания помощи пациентам с внутрисуставными переломами дистального метаэпифиза лучевой кости. Цель работы – систематизировать данные литературы, касающиеся лечения закрытых внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза лучевой кости.* ***Материал и методы.*** *Поиск источников проведен в электронных библиотеках и базах данных eLibrary, Google Scholar, PubMed, Springer, Scopus, Elsevir, Oxford Press, Clinical Case, Cochrane. Глубина исследования – 10 лет (2014–2024 гг.). В обзор включены полнотекстовые статьи на русском и английском языках: оригинальные статьи, тематические и системные обзоры, кокрейновские обзоры, монографии. Поиск осуществлен по ключевым словам и их комбинациям: внутрисуставные переломы, дистальный метаэпифиз, лучевая кость, эпидемиология переломов, предоперационное обследование, осложнения, отдаленные результаты лечения, intra-articular fractures, distal radius, epidemiology of intra-articular distal radius fractures, preoperative examination, complications.* ***Результаты и их обсуждение.*** *Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости составляют 66–90% в структуре переломов костей предплечья. У молодых людей они в основном связаны с высокоэнергетической травмой, у пожилых превалирует низкоэнергетический механизм травмы. Высокоэнергетический механизм травмы сопряжен с более тяжелым характером переломов. Внутрисуставные переломы дистального метаэпифиза лучевой кости встречаются значительно чаще, чем внесуставные. Рутинно пациентам выполняется рентгенография поврежденной конечности в двух стандартных проекциях, однако для визуализации повреждения суставной поверхности необходимо выполнение компьютерной томографии. В клиническую практику активно внедряется трехмерное компьютерное моделирование, позволяющее повысить качество предоперационного обследования и сократить время оперативного лечения. Внедрение трехмерной реконструкции затруднено в связи с отсутствием программного обеспечения, высоким потоком пациентов и ограниченностью времени. В арсенале травматологов-ортопедов существует большое количество методик оперативного лечения и способов фиксации переломов дистального метаэпифиза лучевой кости, однако не существует общепринятых алгоритмов выбора способа лечения, что осложняет лечение.* ***Выводы.*** *Необходимо выполнение полноценного предоперационного обследования с планированием восстановления суставной поверхности дистального отдела лучевой кости перед операцией при внутрисуставных переломах дистального метаэпифиза лучевой кости. Качество диагностики и предоперационного планирования напрямую влияет на результаты лечения внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза лучевой кости. Компьютерная томография и 3D-моделирование позволяют детально оценить перелом, снижая риск остаточного смещения и посттравматического артроза. Недостаточная диагностика ведет к осложнениям: ирритативному синдрому, повреждению сухожилий и вторичному смещению. Анатомичная репозиция, стабильная фиксация и ранняя реабилитация зависят от точной диагностики и планирования. Современные методы обязательны для достижения оптимальных результатов.*

Введение

Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЭЛК) в настоящее время встречаются все чаще в популяции, на что влияет более активный образ жизни трудоспособных граждан, рост продолжительности жизни [1]. Они могут быть изолированными, но в последнее время наблюдается сочетание с другими повреждениями. Переломы данной локализации составляют 66–90% в структуре всех переломов костей предплечья, 25% от переломов длинных трубчатых костей и около 16% от всех переломов костей скелета [2]. В последние годы жители крупных городов стали чаще подвергаться высокоэнергетическим травмам, при этом значительно возросло количество внутрисуставных переломов [3].

По данным мировой литературы, переломы ДМЭЛК составляют примерно 25% всех переломов верхних конечностей. Общая частота переломов ДМЭЛК, возникающих каждый год, постоянно увеличивается во всем мире [4, 5, 6, 7]. По данным авторов из Соединенных Штатов Америки, в год встречается около 18% переломов ДМЭЛК от всех травм скелета среди взрослого населения [8].

Переломы ДМЭЛК у молодых людей в основном связаны с высокоэнергетической травмой, в то время как у пожилых превалирует низкоэнергетический механизм травмы [9]. Доля пациентов с высокоэнергетическими переломами ДМЭЛК у мужчин практически в 5 раз выше, чем у женщин. В то же время частота переломов ДМЭЛК у мужчин незначительно увеличивается с возрастом, тогда как у женщин линейно увеличивается после 50 лет [10]. Схожие данные получили Curtis E. M. и соавторы, отметив рост частоты встречаемости переломов ДМЭЛК у граждан старше 50 лет [11]. Другое исследование, проведенное в 2017 году Jerrhag и др. из Швеции, показало увеличение числа переломов ДМЭЛК на 2,0% в год у мужчин и на 3,4% у женщин в возрасте 50–59 лет в период с 1999 по 2010 год. [12]. В Великобритании переломы ДМЭЛК встречаются около 71000, частота встречаемости у женщин составляет 36,8%, в то время как у мужчин 9,0% [13].

Норвежские ученые предполагают, что такое распределение связано с деминерализацией костной ткани с возрастом. Также женщины в постменопаузальном периоде составляют группу риска переломов ДМЭЛК [14]. Помимо этого, в группу риска попадают и мужчины, у которых наблюдаются более ранние признаки остеопороза в связи с длительно существующим ожирением, а также курящие пациенты [15].

Высокоэнергетический механизм травмы в основном сопряжен с более тяжелым характером переломов, в частности с оскольчатыми и внутрисуставными переломами [1]. Высокоэнергетические переломы составляют до от 27 до 40% среди всех переломов ДМЭЛК по данным разных авторов [16, 17]. При этом внутрисуставные переломы ДМЭЛК, по данным литературы, встречаются значительно чаще, чем внесуставные переломы, и достигают 60% [17, 18].

С ростом травматизма и высокими запросами трудоспособных граждан к функции кисти, растет актуальность проводимых исследований в области оказания помощи пациентам с внутрисуставными переломами ДМЭЛК, так как в настоящий момент нет единого подхода к тактике оперативного лечения, что подтверждается клиническими рекомендациями, где выбор способа фиксации рекомендован на усмотрение врача, а удовлетворенность пациентов после проводимого лечения невелика.

Цель работы – систематизировать данные литературы, касающиеся лечения закрытых внутрисуставных переломов ДМЭЛК.

Материалы и методы

Отечественные и зарубежные исследования, опубликованные в базах данных eLibrary, Google Scholar, PubMed, Springer, Scopus, Elsevier, Oxford Press, Clinical Case, Cochrane. Глубина исследования – 10 лет (2014–2024 гг.).

В тематический обзор включались полнотекстовые статьи на русском и английском языках: оригинальные статьи, тематические и системные обзоры, кокрейновские обзоры, монографии.

Поиск публикаций осуществлялся с использованием ключевых слов и их комбинаций на русском и английском языках: внутрисуставные переломы дистального метаэпифиза лучевой кости, эпидемиология переломов дистального метаэпифиза лучевой кости, предоперационное обследование в лечении переломов дистального метаэпифиза лучевой кости, осложнения переломов дистального метаэпифиза лучевой кости, последствия и отдаленные результаты лечения переломов дистального метаэпифиза лучевой кости, intra-articular distal radius fractures, epidemiology of intra-articular distal radius fractures, preoperative examination in treatment of intra-articular distal radius fractures, complications of intra-articular distal radius fractures treatment.

Несмотря на всесторонний поиск, не исключается, что некоторые публикации последних лет могли быть нами пропущены или недоступны, а также нами были рассмотрены некоторые источники литературы, изданные ранее 2014 г. в случае, если в них были представлены уникальные данные, не представленные позднее.

Всего проанализировано 554 публикации, из них цели настоящего исследования соответствовали 76 публикаций, в которых были представлены результаты исследований по заданной теме.

Результаты и их обсуждение

Одним из важнейших этапов в лечении закрытых внутрисуставных переломов ДМЭЛК является полноценная и адекватная оценка характера перелома, визуализация тыльного и ладонного разрушения внутрисуставной поверхности. Фрагментация ладонной кортикальной пластинки ДМЭЛК является одним из критериев нестабильности перелома, что требует выполнения открытой репозиции и фиксации перелома [19].

Рутинно пациентам с переломами ДМЭЛК выполняется рентгенография. Данный метод исследования является быстрым в исполнении, доступным и экономически наименее затратным из всех лучевых методов исследования [20, 21]. Стандартно пациентам выполняется рентгенография во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Также необходимо выполнение рентгенографии контрлатеральной конечности для определения характера и выраженности повреждения [22, 23]. Определен ряд рентгенологических параметров взаимоотношений в лучезапястном суставе, восстановление которых критически важно для дальнейшей функции кисти. К ним можно отнести угол «слезы», переднезаднее расстояние и лучезапястный интервал, инклинация лучевой кости, высота лучевой кости, вариант локтевой кости, ладонный наклон [24].

Несмотря на преимущества рентгенографии, она не позволяет в достаточной степени оценить внутрисуставные изменения и степень разрушения ДМЭЛК. Установлено, что компьютерная томография (КТ) позволяет намного эффективнее справиться с данной задачей [20, 25, 26].

По данным ряда авторов, КТ не является необходимой для оценки внесуставных переломов, однако данный метод исследования позволяет оценить степень разрушения метаэпифиза, количество и положение фрагментов [27]. В клинических рекомендациях выполнение КТ рекомендовано только в случаях недостаточной информативности рентгенологического исследования, нет никаких указаний на необходимость выполнения КТ даже в случае внутрисуставных переломов. Иные методы инструментальной диагностики отсутствуют вовсе. В то же время некоторые авторы считают выполнение КТ обязательным методом исследования для пациентов с переломами ДМЭЛК [28].

Последнее десятилетие в практику врачей травматологов-ортопедов активно внедряется трехмерное компьютерное моделирование, что значительно улучшает визуальное восприятие повреждения, упрощает взаимодействие с пациентом, помогает пошагово спланировать ход каждого этапа операции [29, 30] (рис.1).

Трехмерная реконструкция позволяет выделить все имеющиеся фрагменты перелома, включая импактированные фрагменты суставной поверхности и отломки в полости сустава. Изолированное окрашивание и трехмерная визуализация фрагментов способствует более качественной оценке их положения и взаимоотношения. Опираясь на анатомические ориентиры, все фрагменты перелома возможно перемещать и вращать в трехмерном пространстве, позволяя тем самым спланировать и выполнить качественную репозицию, в особенности это касается суставной поверхности, которая представляет наибольший интерес в восстановлении внутриуставных переломов. Выполнение трехмерной компьютерной репозиции, в том числе

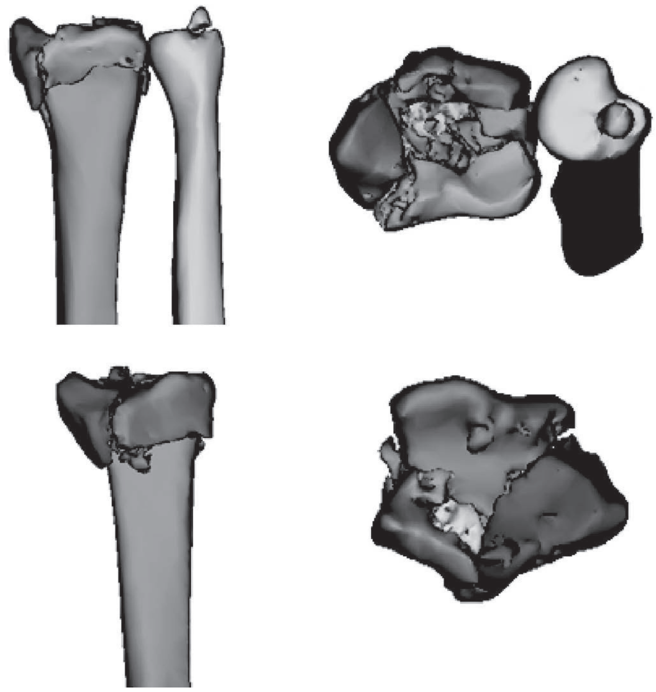

Рис. 1 – Трехмерная реконструкция внутрисуставных переломов ДМЭЛК (иллюстрация – авторов)

импактированных фрагментов, отломков позволяет в предоперационном периоде определить наличие костного дефекта метафиза, требующего выполнения костной пластики, и определить его размеры [31, 32]. Трехмерная модель может помочь оптимизировать предоперационное планирование и этапы оперативного лечения, что помогает снизить операционные осложнения и обеспечить успешную операцию [33, 34].

Исследование, проведенное в Китае, показало, что время операции, объем интраоперационной кровопотери и время интраоперационной рентгеноскопии в группе с проведенной трехмерной реконструкцией были значительно меньше по сравнению с группой без трехмерного моделирования. Полученные результаты показывают, что трехмерное моделирование может облегчить хирургическое лечение внутрисуставных переломов ДМЭЛК без увеличения осложнений [3].

Внедрение трехмерной реконструкции затруднено в первую очередь из-за отсутствия программного обеспечения у врачей на рабочем месте, отсутствия знаний и навыков в этом вопросе, а также из-за высокого потока пациентов данной группы и ограниченности времени в рамках предоперационного обследования [35].

Описанные диагностические методы исследования позволяют оценить изменения костных структур, однако оценка сопутствующих мягкотканных повреждений, которые часто сопутствуют переломам ДМЭЛК, возможна лишь косвенно. Диагностика последних возможна лишь с применением магнитно-резонансной томографии (МРТ) [36, 37]. Точная диагностика позволяет хирургам определить оптимальный метод фиксации, необходимость дополнительных этапов оперативного лечения.

В арсенале врачей травматологов-ортопедов существует большое количество различных методик оперативного лечения и способов фиксации переломов ДМЭЛК, каждая из которых имеет свои показания, преимущества и недостатки. Переломы ДМЭЛК можно считать комплексным повреждением, которое редко может быть полноценно восстановлено без оперативного лечения [38, 39]. Вместе с тем ряду пациентов показано консервативное лечение при наличии сопутствующего остеопороза и других значимых патологий, а также низкокомплаентным пациентам и пациентам с низкими функциональными потребностями поврежденной конечности [40, 41].

Внешняя фиксация как минимально инвазивный способ фиксации, несмотря на рост популярности накостного остеосинтеза, актуальна и по сей день, особенно при наличии повреждения мягких тканей [42, 43]. Ряд авторов утверждают о высокой эффективности применения внешней фиксации в комбинации со спицевой фиксацией для лечения внутрисуставных переломов ДМЭЛК [44].

Помимо щадящего отношения к мягким тканям, у внешней фиксации также есть и экономическое преимущество в сравнении с накостной фиксацией [45].

Развитие травматологии и ортопедии в целом и технических возможностей остеосинтеза в частности в значительной степени повышают популярность накостного остеосинтеза [46]. Накостный остеосинтез пластинами с угловой стабильностью позволяет выполнить прецизионную открытую репозицию отломков, обеспечивая стабильную фиксацию, что в послеоперационном периоде позволяет реализовать активный протокол реабилитации [47, 48].

Использование накостного остеосинтеза в хирургии ДМЭЛК показывает достоверно лучшие функциональные и рентгенологические результаты в сравнении с внешней фиксацией, а также более низкую частоту инфекционных осложнений. [47]. Погружной остеосинтез выгодно отличает возможность применения в условиях остеопороза. Стабильная фиксация перелома создает условия для начала ранней реабилитации и мобилизации кистевого сустава, что значительно улучшает функциональные результаты.

Несмотря на ряд преимуществ накостного остеосинтеза, по данным ряда авторов нет значительной разницы при оценке отдаленных результатов лечения переломов ДМЭЛК накостной пластиной и аппаратами внешней фиксации. Частота развития посттравматического артроза выше в группе пациентов, пролеченных с помощью внешней фиксации, однако частота ревизионных повторных операций выше при накостном остеосинтезе [49, 50].

Диссертационное исследование Н. А. Каракулько показало преимущество накостного остеосинтеза только для внесуставных переломов ДМЭЛК, в то время как для внутрисуставных переломов должен применяться дистракционный остеосинтез аппаратом внешней фиксации или двухэтапное лечение с последующим переходом на погружной остеосинтез. За последнее десятилетие ладонные пластины стали методом выбора для многих хирургов при лечении переломов ДМЭЛК, но сами по себе ладонные пластины могут оказаться неэффективными в стабилизации небольших фрагментов. В таких ситуация комбинация ладонной пластины и спицы Киршнера является наилучшей опцией для внутрисуставных переломов ДМЭЛК, но необходимо полноценное предоперационное планирование для выявления и фиксации всех фрагментов [51, 52].

Необходимость выполнения точной анатомичной репозиции отломков при внутрисуставных переломах ДМЭЛК повлияла на создание и широкое распространение среди ряда авторов фрагмент-специфических фиксаторов для остеосинтеза [53, 54, 55, 56, 57].

Фиксация фрагмент-специфическими пластинами показывает хорошие и отличные отдаленные функциональные результаты, сохранение анатомичной репозиции, снижение частоты инфекционных осложнений и повреждение мягкотканых структур [58, 59].

В то же время есть данные, говорящие о более высокой частоте осложнений при использовании фрагмент-специфических конструкций, а именно появление невропатий, тендовагинита сухожилий сгибателей и разгибателей, разрывы сухожилий [60].

Данные литературы свидетельствуют об эффективности артроскопически ассистированного остеосинтеза внутрисуставных переломов ДМЭЛК [61]. Становится возможной прецизионная репозиция суставной поверхности под «контролем глаза», а также одномоментная диагностика внутрисуставных мягкотканных повреждений [62].

Авторы нескольких исследований подчеркивают возможность визуализации внутрисуставных отломков, пропущенных при рентгенографии и КТ, контроля винтов, установленных субхондрально во избежание их перфорации суставной поверхности, а также возможности санации сустава [63, 64, 65].

Несмотря на вышеописанные преимущества артроскопической ассистенции, существуют и противоречивые данные. Так, установлено, что артроскопия в хирургии переломов ДМЭЛК в значительной степени увеличивает время операции [66]. H Yamazaki et al. в своем исследовании показали, что остаточное смещение суставной поверхности ДМЭЛК после оперативного лечения с применением интраоперационной рентгенографии сопоставимо с использованием артроскопической ассистенции, а артроскопия не имеет преимуществ при выполнении открытого остеосинтеза переломов ДМЭЛК [67]. К такому же выводу пришли исследователи из Нидерландов [68].

Вместе с тем, несмотря на большое количество опциональных решений в выборе способа хирургического лечения внутрисуставных переломов ДМЭЛК, не существует общепринятых протоколов лечения данной категории пациентов.

Внутрисуставные переломы ДМЭЛК представляют особую сложность в лечении, а процент осложнений после оперативного лечения варьирует от 4 до 36% по данным разных авторов [69, 70]. Среди осложнений лечения внутрисуставных переломов ДМЭЛК встречаются некроз/нарушение трофики кожных покровов в области оперативного доступа, вторичное смещение отломков, миграция металлоконструкции, внутрисуставная пенетрация винтов, клинически значимый ирритативный синдром сухожилий разгибателей, повреждения сухожилий, глубокая раневая инфекция, нейропатия срединного нерва на уровне карпального канала, посттравматический остеоартроз, несращение. Вместе с тем лечение внутрисуставных переломов связано со сложностью восстановления суставной поверхности, остаточной внутрисуставной «ступенькой», что влечет за собой нарушение биомеханики сустава и формирование артроза лучезапястного сустава [71, 72].

По данным Azzi et al., разрывы сухожилий и теносиновиты после накостного остеосинтеза составляют 6,8% [73].

Для предотвращения вторичного разрыва сухожилий разгибателей при избыточной длине дистальных винтов необходим их четкий контроль. Помимо стандартных методик, предлагаемых производителями имплантатов, для измерения необходимой длины винтов при остеосинтезе пластиной существуют рентгенологические методы контроля положения и длины винтов. Так, тангенциальная проекция skyline view является более информативной по сравнению со стандартными проекциями и позволяет оценить отношение дистальных винтов к тыльному кортикалу на всем протяжении [23]. Оценить положение винта в шиловидном отростке ДМЭЛК возможно в косой проекции в положении супинации предплечья [74].

Развитие вторичного дегенеративного разрыва сухожилий сгибателей возникает от трения последних с дистальным краем установленной пластины и головками винтов. Известно, что критическим положением для пластины является «линия водораздела» – наиболее выступающий кпереди дистальный край ДМЭЛК на боковой проекции. Пластина, установленная дистальнее «линии водораздела», является фактором риска развития ирритативного синдрома сухожилий сгибателей и их дегенеративного разрыва [75].

Частота вторичных смещений, по данным литературы, при использовании внешней фиксации достигает 14%, в то время как при погружном остеосинтезе – 5.0%. Инфекционные осложнения случаются также практически в 5 раз реже при погружном остеосинтезе. Однако повреждение нервов возникают в 1,5 раза чаще при остеосинтезе пластиной [77].

Заключение

Проблема диагностики и лечения внутрисуставных переломов ДМЭЛК не теряет своей актуальности и по сей день, о чем говорит высокая частота осложнений и неудовлетворительных результатов лечения. Рутинно пациентам с переломами ДМЭЛК выполняется рентгенография, однако говоря о внутрисуставных переломах ДМЭЛК, критически важна оценка повреждения суставной поверхности, что невозможно без проведения КТ и более точных трехмерных исследований. Данные литературы, отечественной и мировой практики, показали, что многие хирурги до сих пор пренебрегают более широким и полноценным обследованием в предоперационном периоде, что в значительной степени снижает результаты оперативного лечения. В последнее время, с развитием современных методов фиксации, более 90% переломов ДМЭЛК можно эффективно фиксировать с помощью ладонной фиксирующей пластины. Однако адекватное лечение внутрисуставных переломов ДМЭЛК требует от хирургов глубокого понимания характера перелома и оптимального предоперационного планирования. Таким образом, существует неоспоримая необходимость в выполнении полноценного предоперационного обследования с планированием восстановления суставной поверхности дистального отдела лучевой кости перед операцией.

Несмотря на существующее большое количество способов лечения пациентов с переломами ДМЭЛК, общепринятых протоколов ведения больных данной категории нет, о чем говорят разнящиеся, а иногда и противоречивые данные исследований со всего мира. Как не определен единый протокол выбора метода фиксации перелома ДМЭЛК, так и нет общепринятого подхода в отношении предоперационного обследования, где данные о необходимости выполнения КТ в предоперационном периоде разнятся. С ростом численности трудоспособных граждан и увеличения частоты встречаемости высокоэнергетической травмы актуальность проводимых исследований в отношении лечения внутрисуставных переломов ДМЭЛК будет высока.

Исходя из данных мировой литературы, можно выделить как прямую, так и обратную связь между качеством диагностики, предоперационного планирования и результатами лечения внутрисуставных переломов ДМЭЛК. Выполнение в предоперационном периоде КТ и трехмерного моделирования позволяет детально выявить все фрагменты перелома, что снижает риск остаточного смещения и развития посттравматического артроза. С обратной стороны, ряд осложнений, такие как ирритативный синдром, повреждение сухожилий, вторичное смещение отломков, зачастую связаны с недостаточной и ограниченной диагностикой и, как следствие, ошибками в планировании. Проводя связь между диагностикой и результатами лечения, можно выделить следующую закономерность: анатомичная репозиция достигается при полноценной диагностике, стабильная фиксация обеспечивает возможность ранней реабилитации и снижает риск осложнений, а функциональные результаты, в свою очередь, зависят от восстановления анатомии сегмента, суставной поверхности и своевременной реабилитации. Результаты лечения напрямую зависят от качества диагностики и планирования, что подчеркивает необходимость использования современных методов. Таким образом, связь между этими этапами является неразрывной: только при условии полноценной диагностики и тщательного планирования можно достичь оптимальных результатов лечения внутрисуставных переломов ДМЭЛК.

PROBLEMS OF INTRA-ARTICULAR FRACTURES OF THE DISTAL RADIUS TREATMENT IN WORLD PRACTICE. LITERATURE REVIEW

M. A. Zhogina, E. V. Weber, S. S. Smirnov

Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden" of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg

Keywords: *intra-articular fractures of the distal metaepiphysis of the radius; epidemiology of fractures of the distal metaepiphysis of the radius; preoperative examination in the treatment of fractures of the distal metaepiphysis of the radius; complications of fractures of the distal metaepiphysis of the radius; outcomes and long-term results of treatment of fractures of the distal metaepiphysis of the radius*

Introduction. Fractures of the distal radius (DR) are now becoming increasingly common. In recent years, the number of intra-articular fractures has increased. Due to the large number of unsatisfactory results and the lack of a unified tactic of surgical treatment, the relevance of ongoing research in DR fractures treatment is growing. Materials and methods. Domestic and foreign publications published in various databases using keywords and their combinations in Russian and English language. Results and discussion. Fractures of DR account 66–90% of all fractures of the forearm bones. DR fractures in young adults are associated with high-energy trauma, whereas in older adults low-energy mechanisms of injury predominate. The high-energy mechanism of injury is associated with more severe fractures. At the same time, according to the literature, intra-articular fractures are much more common than extra-articular. Routinely, patients undergo radiography (RG) of the injured limb in two standard views, however computed tomography (CT) is necessary to visualize damage of the articular surface. Over the last decade, three-dimensional (3D) computer modeling has been actively introduced into the orthopedic practice, it becomes possible to improve the quality of preoperative examination and reduce the time of surgical treatment. At the same time, 3D reconstruction is difficult due to the lack of knowledge of software and limited time. In the arsenal of orthopedic surgeons, there are a lot of different methods of surgical treatment and methods of fixation, but there are no generally accepted algorithms for choosing a treatment method. Intra-articular fractures of DR are particularly difficult to treat, and the rate of complications is quite high. Conclusion. The problem of diagnosing and treatment of intra-articular DR fractures don't lose the relevance nowadays. Some surgeons still neglect a full examination in the preoperative period, which significantly reduces the results of surgical treatment. Thus, its necessary to perform a full preoperative examination with planning for restoration of the articular surface of the distal radius before surgery.

Литература

1. *Corsino CB, Reeves RA, Sieg RN. Distal Radius Fractures. 2023 Aug 8. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan.*
2. *Трошкин А.Ю. Повреждение дистального метаэпифиза лучевой кости и особенности его лечения. Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2014; 4(5):843, ID: 2014-05-25-T-3848*
3. *Troshkin A.Yu. Distal radius fractures and its treatment features. Bulletin of Medical Internet Conferences. 2014; 4(5):843, ID: 2014-05-25-T-3848.*
4. *Kong L, Yang G, Yu J, Zhou Y, Li S, Zheng Q, Zhang B. Surgical treatment of intra-articular distal radius fractures with the assistance of three-dimensional printing technique. Medicine (Baltimore). 2020;99(8):e19259. doi: 10.1097/MD.0000000000019259.*
5. *Melton LJ, Amadio PC, Crowson CS, O'Fallon WM. Long-term trends in the incidence of distal forearm fractures. Osteoporos Int. 1998;8(4):341-8. doi: 10.1007/s001980050073. PMID: 10024904.*
6. *Karl J.W., Olson P.R., Rosenwasser M.P. The epidemiology of upper extremity fractures in the United States. Orthop Trauma. 2015;29:242–4. doi: 10.1097/BOT.0000000000000312^.*
7. *Mauck BM, Swigler CW. Evidence-Based Review of Distal Radius Fractures. Orthop Clin North Am. 2018 Apr;49(2):211-222. doi: 10.1016/j.ocl.2017.12.001. PMID: 29499822.*
8. *Dworkin M, Harrison WJ, Chidothi P, Mbowuwa F, Martin C Jr, Agarwal-Harding K, Chokotho L. Epidemiology and Treatment of Distal Radius Fractures at Four Public Hospitals in Malawi. Orthop Surg Glob Res Rev. 2024 Mar 26;8(4):e23.00282. doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-23-00282. PMID: 38530958; PMCID: PMC10969510.*

9. Chung K.C., Spilson S.V. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. J Hand Surg Am. 2001;26(5):908–915. doi: 10.1053/jhsu.2001.26322. PMID: 11561245.

10. Azad A, Kang H.P., Alluri R.K., Vakhshori V., Harrison F.K. Epidemiological and treatment trends of distal radius fractures across multiple age groups. Wrist Surg. 2019. №8. P. 305–311. doi: 10.1055/s-0039-1685205. Epub 2019 Apr 16. PMID: 31404224; PMCID: PMC6685779.

11. Diamantopoulos A.P., Rohde G., Johnsrud I., et al. The epidemiology of low- and high-energy distal radius fracture in middle-aged and elderly men and women in Southern Norway. PLoS One. 2012;7(8). doi: 10.1371/journal.pone.0043367.

12. Curtis E.M., Velde R., Moon R.J., et al. Epidemiology of fractures in the United Kingdom 1988–2012: variation with age, sex, geography, ethnicity and socioeconomic status. Bone. 2016;87:19–26. doi: 10.1016/j.bone.2016.03.006.

13. Jerrhag D, Englund M, Karlsson MK, Rosengren BE. Epidemiology and time trends of distal forearm fractures in adults - a study of 11.2 million person-years in Sweden. BMC MusculoskeletDisord. 2017 Jun 02;18(1):24. doi: 10.1186/s12891-017-1596-z.

14. O'Neill T.W., Cooper C., Finn J.D., et al. Incidence of distal forearm fracture in British men and women. Osteoporos Int. 2001;12(7):555–558. doi: 10.1007/s001980170076.

15. Solvang H.W., Nordheggen R.A., Clementsen S. et al. Epidemiology of distal radius fracture in Akershus, Norway, in 2010-2011. Orthop Surg Res. 2018. doi: 10.1186/s13018-018-0904-0.

16. Sjöberg A., Moraeus L., Yngve A. Overweight and obesity in a representative sample of schoolchildren - exploring the urban-rural gradient in Sweden. Obes Rev. 2011 May;12(5):305-14. doi: 10.1111/j.1467-789X.2010.00838.

17. Liao JC, Lim A, Tan DM, Chong AK. Epidemiology of High-Energy Distal Radius Fractures. J Hand Surg Asian Pac Vol. 2024 Oct;29(5):424-428. doi: 10.1142/S2424835524500395.

18. Sander AL, Leiblein M, Sommer K, Marzi I, Schneidmüller D, Frank J. Epidemiology and treatment of distal radius fractures: current concept based on fracture severity and not on age. Eur J Trauma Emerg Surg. 2020 Jun;46(3):585-590. doi: 10.1007/s00068-018-1023-7.

19. Solvang H.W., Nord- heggen, S. Clementsen, O.L. Hammer, P.H. Epidemiology of distal radius fracture in Akershus, Norway, in 2010–2011. J Or- thop Surg Res. 2018 Aug. V.13;13. No 1. P. 199. doi: 10.1186/ s13018-018-0904-0.

20. Wadsten M.A., Buttazzoni G.G., Sjödén G.O., Kadum B., Sayed-Noor A.S. Influence of Cortical Comminution and Intra -articular Involvement in Distal Radius Fractures on Clinical Outcome: A Prospective Multicenter Study. J Wrist Surg. 2017; 6(4):285–293. doi:10.1080/17453674.2017.1338066.

21. Nascimento V.G., da Costa A.C., da Silva L.R., et al. Proposal tomographic classification for intra-articular distal radius fractures. Acta Ortop Bras. 2018;26(1):54-8. doi:10.1590/1413-785220182601179613.

22. Vaghela KR, Velazquez-Pimentel D, Ahluwalia AK, Choraria A, Hunter A. Distal radius fractures: an evidence-based approach to assessment and management. Br J Hosp Med (Lond). 2020 Jun 2;81(6):1-8. doi: 10.12968/hmed.2020.0006.

23. Casagrande D.J., Morris R.P., Carayannopoulos N.L., Buford W.L. Relationship Between Ulnar Variance, Cortical Bone Density, and Load to Failure in the Distal Radius at the Typical Site of Fracture Initiation. J Hand Surg Am. 2016;41(12):461–468. doi:10.1016/j.jhsa.2016.08.021.

24. Максимов Б.И. Практическое значение рентгенологической проекции "skyline view" в хирургии переломов дистального метаэпифиза лучевой кости. Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. 2017;4(2). doi:616.727.3-001.5-073.75.

25. Maksimov B.I. Practical significance of the X-ray projection "skyline view" in the surgery of distal radius fractures. Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after. N.I. Pirogov. 2017;4(2). doi:616.727.3-001.5-073.75

26. Medoff R.J. Essential radiographic evaluation for distal radius fractures. Hand Clin. 2005;21(3):279–288. doi: 10.1016/j.hcl.2005.02.008.

27. Stirling E., Jeffery J., Johnson N., Dias J. Are radiographic measurements of the displacement of a distal radial fracture reliable and reproducible? Bone Joint J. 2016;98(8):1069–1073. doi: 10.1302/0301-620X.98B8.37469.

28. Nascimento V.G., da Costa A.C., Falcochio D.F., et al. Computed tomography's influence on the classifications and treatment of the distal radius fractures. Hand (NY). 2015;10(4):663-9. doi: 10.1007/s11552-015-9773-8.

29. Grunz J.P., Gietzen C.H., Schmitt R., Prommersberger K.J. Distal radius fractures: Update on imaging. Radiologe. 2018;58(2):159–174. doi: 10.1007/s00117-017-0352-6.

30. Рахматуллин Р. Н. Современные возможности диагностики и хирургического лечения переломов дистального метаэпифиза лучевой кости. Медицинский вестник Башкортостана. 2010;4. doi: 616.717.5-001.5-073-089.

31. Rakhmatullin R. N. Modern possibilities of diagnosis and surgical treatment of distal radius fractures. Medical Bulletin of Bashkortostan. 2010;4. doi: 616.717.5-001.5-073-089.

32. Bizzotto N., Tami I., Santucci A., Adani R., Poggi P., Romani D. et al. 3D Printed replica of articular fractures for surgical

planning and patient consent: A 3 years multi-centric experience. Materials Today Communications. 2018;15:309–313. doi: 10.1186/s41205-016-0006-8.

33. *Xu J. et al. Anatomical reduction and precise internal fixation of intra-articular fractures of the distal radius with virtual X-ray and 3D printing. Australas Phys Eng Sci Med. 2019 Oct 22;43(1):35–47. doi: 10.1007/s13246-019-00795-w.*
34. *Zhang X, Zhang Y, Fan J, Yuan F, Tang Q, Xian CJ. Analyses of fracture line distribution in intra-articular distal radius fractures. Radiol Med. 2019 Jul;124(7):613-619. doi: 10.1007/s11547-019-01025-9.*
35. *Tanabe K, Nakajima T, Sogo E, Denno K, Horiki M, Nakagawa R. Intra-articular fractures of the distal radius evaluated by computed tomography. J Hand Surg Am. 2011;36:1798–1803. doi: 10.1016/j.jhsa.2011.08.021.*
36. *Chen C, Cai L, Zhang C, et al. Treatment of die-punch fractures with 3D printing technology. J Invest Surg 2018;31:385–92. doi: 10.1080/08941939.2017.1339150.*
37. *Wan L, Zhang X, Zhang S, et al. Clinical feasibility and application value of computer virtual reduction combined with 3D printing technique in complex acetabular fractures. Exp Ther Med 2019;17:3630–6. doi: 10.3892/etm.2019.7344.*
38. *Yoshii Y., Totoki Y., Sashida S., Sakai S., Ishii T. Utility of an image fusion system for 3D preoperative planning and fluoroscopy in the osteosynthesis of distal radius fractures. J Orthop Surg Res. 2019 Nov 6;14(1):342. doi: 10.1186/s13018-019-1370-z.*
39. *Gamba C., Fernandez F.A.M., Llavall M.C., et al. Which immobilization is better for distal radius fracture? A prospective randomized trial. 2017 Sep;41(9):1723-1727. doi: 10.1007/s00264-017-3518-y.*
40. *Spence L.D., Savenor A., Nwachuku I., et al. MRI of fractures of the distal radius: comparison with conventional radiographs. Skeletal Radiol. 1998 May;27(5):244-9. doi: 10.1007/s002560050375.*
41. *Семенкин О.М., Измалков С.Н. Ошибки и осложнения при хирургическом лечении пациентов с переломами дистального метаэпифиза лучевой кости. Травматология и ортопедия России. 2014;20(4):47-56. doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-4-47-56.*
42. *Semenkin O.M., Izmalkov S.N. Errors and complications in the surgical treatment of patients with distal radius fractures. Traumatology and Orthopedics of Russia. 2014;20(4):47-56. doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-4-47-56.*
43. *Omokawa S, Abe Y, Imatani J, Moritomo H, Suzuki D, Onishi T. Treatment of Intra-articular Distal Radius Fractures. Hand Clin. 2017;33:529–543. doi: 10.1016/j.hcl.2017.04.009.*
44. *Bruyere A, Vernet P., Botero SS. Conservative treatment of distal fractures after the age of 65: a review of literature. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2018. doi: 10.1007 / s00590-018-2150-x.*
45. *Хоминец В.В., Ткаченко М.В., Сырцов В.В., Иванов В.С. Сравнительный анализ способов лечения больных с переломами дистального метаэпифиза лучевой кости. Травматология и ортопедия России. 2015;21(2):5-15. doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-2-5-15.*
46. *Khominet V.V., Tkachenko M.V., Syrtsov V.V., Ivanov V.S. Comparative analysis of treatment methods for patients with distal radius fractures. Traumatology and orthopedics of Russia. 2015;21(2):5-15. doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-2-5-15.*
47. *Егиазарян К.А. и др. Двухэтапное хирургическое лечение нестабильных переломов дистального метаэпифиза лучевой кости. Москва: 2018: 42-44. doi:10.17116/vto201901117. Yeghiazaryan K.A. and others. Two-stage surgical treatment of unstable distal radius fractures. Moscow: 2018: 42-44. doi:10.17116/vto201901117.*
48. *Егиазарян, К.А. и др. Среднесрочные результаты двухэтапного хирургического лечения переломов дистального метаэпифиза лучевой кости. Вестник травматологии и ортопедии им НН Приорова. 2019;1:17-26. doi:10.17116/vto201901117.*
49. *Yeghiazaryan, K.A. and others. Medium-term results of two-stage surgical treatment of fractures of the distal metaepiphysis of the radius. Bulletin of Traumatology and Orthopedics named after NN Priorov. 2019;1:17-26. doi:10.17116/vto201901117.*
50. *Micic I., Kholinne E., Sun Y., Jae-Man K., In Ho J. The role of additional K-wires on AO type C distal radius fracture treatment with external fixator in young population. Advances in Orthopedics. 2019; 1;2019:8273018. doi: 10.1155/2019/8273018.*
51. *Smart K.M., Wand B.M., O'Connell N.E. Physiotherapy for pain and disability in adults with complex regional pain syndrome (CRPS) types I and II. Cochrane Database Syst Rev. 2016; 24;2(2):CD010853. doi: 10.1002/14651858.CD010853.pub2.*
52. *Jo Y.H., Lee B.G., Kim J.H., Lee C.H., Kim S.J., Choi W.S. et al. National Surgical Trends for Distal Radius Fractures in Korea. J Korean Med Sci. 2017;32(7):1181-1186. doi: 10.3346/jkms.2017.32.7.1181.*
53. *Zhang Q., Liu F., Xiao Z., Li Z., Wang B., Dong J. et al. Internal versus external fixation for the treatment of distal radial fractures: a systematic review of overlapping meta-analyses. Medicine (Baltimore). 2016; 95(9):e2945. doi: 10.1097/MD.0000000000002945.*
54. *Patel S, Deshmukh A, Yadav P, Phalak M, Gurnani S, Yadav S, Anand A. Assessment of Functional and Radiological Outcomes of Comminuted Intra-Articular Distal Radius Frac-*

ture Treated With Locking Compression Plate. Cureus. 2022 Jan 19;14(1):e21398. doi:10.7759/cureus.21398.

55. *Saving J., Enocson A., Ponzer S., Navarro C.M. External fixation versus volar locking plate for unstable dorsally displaced distal radius fractures—a 3-year follow-up of a randomized controlled study. J Hand Surg Am. 2019;44(1):18-26. doi: 10.1016/j.jhsa.2018.09.015.*
56. *Wang J., Lu Y., Cui Y., Wei X., Sun J. Is volar locking plate superior to external fixation for distal radius fractures? A comprehensive meta-analysis. Acta Orthop Traumatol Turc. 2018 Sep. 52(5):334-342. doi: 10.1016/j.aott.2018.06.001.*
57. *Moore AM, Dennison DG. Distal radius fractures and the volar lunate facet fragment: Kirschner wire fixation in addition to volar-locked plating. Hand (N Y) 2014;9:230–6. doi: 10.1007/s11552-013-9585-7.*
58. *Егиазарян К.А., Максимов Б.И., Аскеров А.А., Ведерников Н.Н., Матвиенко М.И. Лечение переломов дистального метаэпифиза лучевой кости с использованием малоинвазивного накостного остеосинтеза и перкутанной спицевой фиксации: сравнительный анализ результатов анализ результатов. Травматология и ортопедия России. 2021;27(4):31-41. doi:10.21823/2311-2905-1696.*
59. *Egiazaryan K.A., Maksimov B.I., Askerov A.A., Vedernikov N.N., Matvienko M.I. Treatment of fractures of the distal metaepiphysis of the radius using minimally invasive bone osteosynthesis and percutaneous pin fixation: comparative analysis of results. analysis of results. Traumatology and orthopedics of Russia. 2021;27(4):31-41. doi:10.21823/2311-2905-1696.*
60. *Geissler W.B., Clark S.M. Fragment-specific fixation for fractures of the distal radius. J Wrist Surg. 2016; 5(1):22-30. doi: 10.1055/s-0035-1571186.*
61. *O'Shaughnessy M.A., Kakar S. Stabilization of volar ulnar rim fractures of the distal radius: current techniques and review of the literature. J Wrist Surg. 2016; 5(2):113-9. doi: 10.1055/s-0036-1579549.*
62. *Hozack B.A., Tosti R.J. Fragment-Specific Fixation in Distal Radius Fractures. Curr Rev Musculoskelet Med. 2019; 12(2):190-197. doi: 10.1007/s12178-019-09538-6.*
63. *Martin D.P., Park A.G., Jamison D., Jones C.M., Ilyas A.M. Biomechanical comparison of titanium locking fragment-specific and volar locking plates for AO B1 and B2 fractures of the distal radius. J Hand Surg Am. 2019; 4(12):1093.e1-1093.e8. doi: 10.1016/j.jhsa.2019.02.003.*
64. *Biondi M., Keller M., Merenghi L., Gabl M., Lauri G. Hook Plate for Volar Rim Fractures of the Distal Radius: Review of the First 23 Cases and Focus on Dorsal Radiocarpal Dislocation. J Wrist Surg. 2019; 8(2):93-99. doi: 10.1055/s-0038-1667306.*
65. *Iselin L.D., Massy-Budmiger A.S., Droeser R.A., Mett T.R., Babst R., Rikli D.A. Ten years' follow-up on combined palmar and dorsal internal fixation of complex distal radius fractures. Medicine. 2016; 95(18):e3509. doi: 10.1097/MD.0000000000003509.*
66. *Sagerfors M, Lundqvist E, Bjorling P. Combined Plating of Intra-Articular Distal Radius Fractures, a Consecutive Series of 74 Cases. J Wrist Surg. 2020 Oct;9(5):388-395. doi: 10.1055/s-0040-1712503.*
67. *Thorninger R., Madsen M.L., Waever D., Borris L.C., Rölfing J.H.D. Complications of volar locking plating of distal radius fractures in 576 patients with 3.2 years follow-up. Injury. 2017; 48(6):1104-1109. doi: 10.1016/j.injury.2017.03.008.*
68. *Lutz M., Erhart S., Deml C., Klestil T. Arthroscopically assisted osteosynthesis of intraarticular distal radius fractures. Oper Orthop Traumatol. 2016; 28(4):279-90. German. doi: 10.1007/s00064-016-0448-6.*
69. *McGee C., Skye J., Van Heest A. Graded motor imagery for women at risk for developing type I CRPS following closed treatment of distal radius fractures: a randomized comparative effectiveness trial protocol. BMC Musculoskelet Disord. 2018; 19(1):202. doi: 10.1186/s12891-018-2115-6.*
70. *Abe Y., Fujii K. Arthroscopic-assisted reduction of intra-articular distal radius fracture. Hand Clin. 2017. 33(4):659-668. doi: 10.1016/j.hcl.2017.07.011.*
71. *Fang K., Wang W. Preliminary effectiveness of carpal arthroscopic adjuvant treatment of intra-articular fractures of distal radius. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. 2019; 5;33(2):138-143. Chinese. doi: 10.7507/1002-1892.201807038.*
72. *Lindau T. Arthroscopic evaluation of associated soft tissue injuries in distal radius fractures. Hand Clin. 2017; 33(4):651-658. doi: 10.1016/j.hcl.2017.07.015.*
73. *Volkmer E., Hagen C.S., Holzbach T., Leitsch S., Giunta R.E. Results after Arthroscopically Assisted Management of Intra-Articular Distal Radius Fractures. Handchir Mikrochir Plast Chir. 2015; 47(3):155-63. German. doi: 10.1055/s-0035-1549996.*
74. *Yamazaki H., Uchiyama S., Komatsu M., Hashimoto S., Kobayashi Y., Sakurai T. et al. Arthroscopic assistance does not improve the functional or radiographic outcome of unstable intra-articular distal radial fractures treated with a volar locking plate. J Bone Joint Surg Br. 2015; 97-B(7):957-62. doi: 10.1302/0301-620X.97B7.35354.*
75. *Selles C.A., Mulders M.A.M., Colaris J.W., Heijl M.V., Cleffken B.I., Schep N.W.L. Arthroscopic debridement does not enhance surgical treatment of intra-articular distal radius fractures: a randomized controlled trial. J Hand Surg.2019; 45(4):327-332. doi: 10.1177/1753193419866128.*

76. *Li Y, Zhou Y, Zhang X, et al. Incidence of complications and secondary procedure following distal radius fractures treated by volar locking plate (VLP). JOrthopSurgRes 2019; 4;14(1):295. doi: 10.1186/s13018-019-1344-1.*

77. *Esenwein P, Sonderegger J, Gruenert J, Ellenrieder B, Tawfik J, Jakubietz M. Complications following palmar plate fixation of distal radius fractures: a review of 665 cases. Arch Orthop Trauma Surg. 2013;133:1155–1162. doi: 10.1007/s00402-013-1766-x.*

78. *Ogunleye A.A., Mullner D.F., Skochdopole A., et al. Remote Injuries and Outcomes After Distal Radius Fracture Management. Hand (NY). 2018 Sep, 22:1558944718798838. doi: 10.1177/1558944718798838.*

79. *Janetzki H. Delayed Annular Pulley Rupture Following Distal Radius Repair. J Diagnostic Medical Sonography.2016;32(6) 367–370 63. doi 10.1177/8756479316664308.*

80. *Azzi A.J., Aldekhayel S., Boehm K.S., et al. Tendon Rupture and Tenosynovitis following Internal Fixation of Distal Radius Fractures: A Systematic Review. Plast Reconstr Surg. 2017 Mar;139(3):717e-724e. doi: 10.1097/PRS.0000000000003076.*

81. *Sumner K., Grandizio, L.C., Schultz S., Klena J.C. The 70° Supinated Oblique View: A Cadaveric Analysis to Determine Ideal Radial Styloid Screw Position in Locked Volar Plating of Distal Radius Fractures. Hand (NY). 2019; 6(1):99-103. doi: 10.1177/1558944719836210.*

82. *Soong M., Earp B.E., Bishop G., Leung A., Blazar P. Volar locking plate implant prominence and flexor tendon rupture. J Bone Joint Surg Am. 2011; 93(4):328-35. doi: 10.2106/JBJS.J.00193.*

83. *Lichtman, Randipsingh R., Boyer I. et al. Treatment of Distal Radius Fractures. JAAOS. 2010; 8(3):180-9. doi: 10.5435/00124635-201003000-00007.*

Рукопись поступила: 11.07.2025

Сведения об авторах:
1. Жогина Маргарита Алексеевна, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 195427, г. Санкт-Петербург, улица Академика Байкова, дом 8, e-mail: zhoginamargo@mail.ru
2. Вебер Евгений Валерьевич, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург
3. Смирнов Сергей Сергеевич, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург

Information about the authors:
1. Margarita A. Zhogina, Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after R. R. Vreden" of the Ministry of Health of the Russian Federation, 8 Akademika Baykova Street, 195427, Saint Petersburg, e-mail: zhoginamargo@mail.ru
2. Evgeny V. Weber, Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after R. R. Vreden" of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg
3. Sergey S. Smirnov, Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after R. R. Vreden" of the Ministry of Health of the Russian Federation, St. Petersburg