

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

---

*На правах рукописи*

ГРЕЧУХИН ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**АРТРОСКОПИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ОСТЕОСИНТЕЗА  
ПРИ ЛЕЧЕНИИ ВНУТРИСУСТАВНЫХ ПЕРЕЛОМОВ  
ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА ЛУЧЕВОЙ КОСТИ  
В УСЛОВИЯХ ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ**

3.1.8. Травматология и ортопедия

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

**Научный руководитель:  
доктор медицинских наук, профессор  
ДУБРОВ Вадим Эрикович**

Москва - 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ-----	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ-----	8
1.1. Анатомия кистевого сустава-----	8
1.2. Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости -----	10
1.3. Лечение переломов ДМЭЛК-----	15
1.4. Существующие методики хирургического лечения переломов ДМЭЛК -----	18
1.5. Артроскопия кистевого сустава-----	27
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ-----	35
2.1. Материалы и методы экспериментального исследования-----	35
2.1.1. Артроскопические порты (доступы) .....	36
2.1.2. Хирургическая анатомия дорсальных артроскопических портов .....	42
2.2. Материалы и методы клинического исследования -----	48
2.2.1. Распределение пациентов на исследуемые группы.....	52
2.2.2. Оценка проведенного лечения.....	56
2.2.3. Метод хирургического лечения больных с оскольчатым внутрисуставным переломом ДМЭЛК с артроскопическим сопровождением в условиях distraction в АВФ	58
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ -----	64
3.1. Результаты и обсуждение экспериментальной части исследования -----	64
3.2. Результаты и обсуждение клинической части исследования -----	68
3.2.1. Данные оперативного лечения исследованных пациентов .....	68
3.2.2. Сравнение результатов лечения между группами.....	81
3.3. Обсуждение результатов лечения -----	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ-----	93
ВЫВОДЫ-----	101
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ-----	102
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ-----	10103
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ -----	105

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность проблемы

Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости (ДМЭЛК) занимают ведущее место в общей структуре травм конечностей. Важно отметить, что с каждым годом частота встречаемости данного перелома во всем мире нарастает: например, данные когортного исследования (208 094 пациентов) в США показали, что переломы лучевой кости – самые частые переломы длинных костей, причем переломы ДМЭЛК составляют одну шестую всех обращений в отделение неотложной помощи и 26-46% всех переломов, наблюдаемых в условиях первичного звена [51, 100].

Известно, что у большинства пациентов функция кистевого сустава (КС) восстанавливается в течение 3-6 месяцев после перелома, независимо от выбранного метода лечения (консервативного или хирургического), однако уже через год после травмы у 16-20% субъектов возникают комплексный региональный болевой синдром и нарушения функции конечности (такие как, например, тугоподвижность в КС), требующие длительного лечения [1, 5–7].

Особую категорию составляют внутрисуставные переломы ДМЭЛК, на которые приходится от 25,2 до 41,4% [45]. Эти травмы имеют наихудший прогноз лечения как за счет сложности репозиции отломков, формирующих суставную поверхность, так и возможного инконгруэнтного сращения с нарушением биомеханики сустава [17, 23]. Установлена линейная зависимость между развитием артроза лучезапястного сустава (ЛЗС) и величиной остаточного смещения суставных отломков; также при внутрисуставных переломах часто повреждаются мягкотканые элементы КС и развивается карпальная нестабильность [8, 15, 16, 18, 27].

Для диагностики оскольчатых внутрисуставных переломов ДМЭЛК наиболее информативным считается метод компьютерной томографии [129]. Интраоперационное использование электронно-оптического преобразователя (ЭОП) необходимо для проведения операции; в то же время ни один из рентгенологических методов

диагностики не в состоянии оценить повреждения мягких тканей [130]. Использование при предоперационном планировании магнитно-резонансной томографии частично решает эту проблему, но ее применение невозможно интраоперационно, а применение 3D ЭОПа ограничено.

Для остеосинтеза отломков ДМЭЛК предложено много разных способов, но в последнее время большую популярность приобрели т.н. «ладонные» пластины с угловой стабильностью (volar locking plate - VLP), обеспечивающие жесткую фиксацию отломков и позволяющие восстановить движения в КС уже в раннем послеоперационном периоде [134]. При оскольчатом внутрисуставном переломе ДМЭЛК использование VLP дает наилучшие результаты среди большинства методов лечения, однако оценка качества репозиции внутрисуставных отломков и степени повреждения внутрисуставных мягкотканых элементов возможна только при артротомии [112]. Такие преимущества артроскопии ЛЗС, как полноценная визуализация суставной поверхности лучевой кости и возможность восстановления поврежденных мягкотканых структур, теоретически могут положительно влиять на конечный результат лечения [94, 98]. Некоторые исследования показали преимущества артроскопически ассистированной репозиции внутрисуставных переломов ДМЭЛК со смещением отломков перед репозицией под рентген-контролем; в то же время, были обнаружены и некоторые проблемы, ограничивающие применение методики фиксации перелома ДМЭЛК «ладонной» пластиной с угловой стабильностью под артроскопическим контролем [114, 132]. Эти проблемы связаны с необходимостью растяжения сустава при артроскопии - существующие тракционные устройства как бы «подвешивают» кисть и предплечье за пальцы, поэтому остеосинтез, тем более под рентгеновским контролем при помощи ЭОП, становится технически сложным [28].

С целью упрощения применения артроскопического сопровождения при фиксации переломов ДМЭЛК ладонной пластиной с угловой стабильностью на кафедре общей и специализированной хирургии факультета фундаментальной медицины МГУ имени М.В. Ломоносова была предложена методика артроскопии ЛЗС в условиях вытяжения в аппарате внешней фиксации (АВФ).

## **Цель исследования**

Улучшение результатов лечения внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза лучевой кости за счет оптимизации диагностики повреждений и репозиции отломков при помощи артроскопии.

## **Задачи исследования**

1. Экспериментально исследовать особенности топографической анатомии кистевого сустава в условиях его дистракции при помощи аппарата внешней фиксации, влияющие на формирование артроскопических доступов.

2. Исследовать возможность и особенности проведения артроскопии лучезапястного сустава в условиях дистракции при помощи аппарата наружной фиксации в процессе лечения внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза лучевой кости.

3. Провести сравнительную оценку особенностей репозиции и фиксации отломков дистального метаэпифиза лучевой кости под артроскопическим и интраоперационным рентген-контролем.

4. Оценить результаты односессионной артроскопии лучезапястного сустава и фиксации перелома дистального метаэпифиза лучевой кости при помощи «ладонной» пластины с угловой стабильностью через 3, 6 и 12 месяцев после операции.

## **Научная новизна**

Экспериментально обосновано применение спицевого аппарата внешней фиксации упрощенной конструкции для осуществления дистракции кистевого сустава при проведении артроскопии лучезапястного сустава.

Экспериментально изучено влияние дистракции кистевого сустава с применением аппарата внешней фиксации упрощенной конструкции на безопасность формирования артроскопических доступов.

Разработана методика проведения лечебно-диагностической артроскопии лучезапястного сустава в условиях внешней фиксации при остеосинтезе лучевой кости при оскольчатом внутрисуставном переломе дистального метаэпифиза, а также доказана эффективность применения этой методики.

### **Теоретическая и практическая значимость**

Результаты исследования позволяют обоснованно внедрить использование спицевого аппарата внешней фиксации предплечье-кисть в режиме дистракции при выполнении артроскопии кистевого сустава без использования специального оборудования (тракционного устройства) и оснащения. Экспериментально установлено, что использование спицевого аппарата внешней фиксации предплечье-кисть в режиме дистракции не требует формирования нестандартных артроскопических доступов. Показано, что использование аппарата внешней фиксации в качестве первичной фиксации кистевого сустава при оскольчатом внутрисуставном переломе облегчает первичную репозицию отломков и приводит к улучшению результатов лечения в раннем послеоперационном периоде.

### **Внедрение полученных данных**

Полученные результаты используются на кафедре общей и специализированной хирургии факультета фундаментальной медицины МГУ имени М.В. Ломоносова для разработки учебных материалов и методических рекомендаций лечению пациентов с переломами ДМЭЛК.

Разработанная методика выполнения артроскопии лучезапястного сустава в условиях внешней фиксации при остеосинтезе оскольчатого внутрисуставного перелома дистального метаэпифиза лучевой кости внедрена в работу 3 и 51 отделений центра травматологии и ортопедии Федерального государственного бюджетного учреждения «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации, г. Москва.

## **Апробация работы**

Основные положения работы доложены и обсуждены на:

1. IV научно-практической конференции хирургов кисти Урала «Современные проблемы хирургии верхней конечности», г. Екатеринбург, 19-20 февраля 2015 г.
2. Всероссийском конгрессе с международным участием «Медицина чрезвычайных ситуаций. Современные технологии в травматологии и ортопедии, обучение и подготовка врачей», г. Москва, 23-24 мая 2016 г.
3. XV Ассамблее «Здоровье Москвы», г. Москва, 29-30 ноября 2016 г.
4. Образовательном курсе Департамента здравоохранения г. Москвы «Современный взгляд на хирургическое лечение переломов дистального метаэпифиза лучевой кости», г. Москва, 18-19 ноября 2017 г.
5. VI Всероссийской научно-практической конференции «Приоровские чтения», г. Москва, 03-04 декабря 2018г.

Апробация диссертации состоялась 10 сентября 2022 года на совместном заседании кафедры общей и специализированной хирургии факультета фундаментальной медицины МГУ имени М.В. Ломоносова, травматолого-ортопедического отделения и отдела травматологии, ортопедии и реабилитологии МНОЦ МГУ имени М.В. Ломоносова и Центра травматологии-ортопедии ГБУЗ ГКБ им. С.С. Юдина ДЗМ.

## **Публикация результатов исследования**

По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, из них за последние 5 лет (с 2018 г.) из перечня ВАК/РУДН – 2, МЦБ – 2. В опубликованных научных работах изложены основные результаты диссертационного исследования.

## **Объем и структура работы**

Диссертация изложена на 120 страницах машинописного текста, состоит из списка сокращений, введения, 3 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, библиографического списка. Диссертация иллюстрирована 51 рисунком, 12

таблицами. Список литературы содержит 169 источников, из них 26 – отечественных и 143 – иностранных авторов.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1 Наиболее точная оценка повреждений как суставной поверхности дистального метаэпифиза лучевой кости, так и мягкотканых элементов лучезапястного сустава (полулунно-ладьевидная связка, треугольный фиброзно-хрящевой комплекс) достигается при проведении артроскопии лучезапястного сустава.

2. В процессе остеосинтеза костных фрагментов лучевой кости при оскольчатом внутрисуставном переломе дистального метаэпифиза, артроскопия позволяет наиболее полноценно оценить качество проводимой репозиции.

3. Дистракция кистевого сустава в аппарате внешней фиксации способствует проведению артроскопии без наличия специализированных тракционных устройств и не препятствует осуществлению остеосинтеза лучевой кости при переломах ее дистального метаэпифиза.

## **ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

### **1.1. Анатомия кистевого сустава**

Кистевой сустав (КС) соединяет предплечье и кисть и обеспечивает такие функции, как сгибание и разгибание, приведение и отведение, а также круговые движения, осуществляющиеся в лучезапястном и межзапястном суставах. [42, 111, 116]. Эти суставы по-разному обеспечивают движения кисти: при сгибании 40% от суммарной амплитуды движения приходится на лучезапястный сустав, 60% - на межзапястный сустав; при разгибании 66% приходится на лучезапястный сустав, 34% - на межзапястный; локтевая девиация на 90% обеспечена движением в межзапястном суставе; лучевая девиация - на 50% в лучезапястном [24, 27, 28]. В среднем, у здорового человека разгибание кисти составляет 55°, сгибание -65°, локтевая девиация - 35°, лучевая девиация - 15°, при этом экспериментально установлено, что для осуществления бытовой жизнедеятельности достаточно сгибания кисти в 10°, разгибания - 35°, локтевой девиации - 15°, а лучевой девиации - 10° [25, 26, 29].

Лучезапястный сустав образован суставной поверхностью лучевой кости, треугольным фиброзно-хрящевым комплексом и костями проксимального ряда запястья - ладьевидной, полулунной и трехгранной [41]. Особое место в анатомии занимает суставная поверхность лучевой кости: она имеет сложную форму и состоит из двух ямок (фасеток) – ладьевидной и полулунной. Ладьевидная ямка имеет треугольную форму, обращенную вершиной в лучевую сторону, полулунная ямка имеет прямоугольную форму. Фасетки разделены между собой расположенным сагиттально гребнем, обычно состоящим из фиброзно-хрящевой ткани и называемым межфасетным возвышением [41]. Суставной диск имеет треугольную форму, отделяет полость КС от полости лучелоктевого сустава и рассматривается совместно с окружающим его связочным аппаратом как единая система – треугольный фиброзно-хрящевой комплекс (TFCC - triangular fibrocartilage complex) [30, 31]. Вершиной хрящ обращен к шиловидному отростку локтевой кости, основанием прикрепляется к медиальному краю лучевой кости.

Всего было предложено 3 биомеханических концепции, описывающих кинетику и кинематику в кистевом суставе: «концепция связи» [95], «концепция колонн» [33, 34] и «концепция рядов» [74, 92, 99]. Согласно «концепции связи», три звена цепи состоят из лучевой кости, полулунной кости и головчатой кости, при этом головка последней выступает в качестве центра ротации. Полулунная кость рассматривается как самостоятельный промежуточный сегмент, на который нет прямого воздействия при сокращении мышц сгибателей и разгибателей запястья и пальцев кисти. Дистальный ряд костей запястья функционирует как отдельная единая система. [95].

Согласно «концепции колонн», в кистевом суставе выделяют 3 независимые колонны, несущие нагрузку и обеспечивающие движения в кистевом суставе [33, 34]. Латеральная колонна (самый мобильный сегмент запястья) представлена ладьевидной костью, костью-трапецией и трапециевидной костью; через нее передается нагрузка на ладьевидную ямку дистальной поверхности лучевой кости. Срединная колонна представлена полулунной, головчатой и крючковидной костями; через нее колонну передается нагрузка на полулунную ямку суставной поверхности лучевой

кости. В этом сегменте происходят основное сгибание и разгибание в кистевом суставе, при этом ось движения происходит через ладьевидно-полулунное сочленение. Медиальная колонна включает в себя трехгранную кость и треугольный фиброзно-хрящевой комплекс: основное вовлечение медиальной колонны происходит при ротационных движениях кисти [33, 34].

«Концепция рядов» разделяет все кости запястья на 2 ряда: проксимальный и дистальный, при этом движения в кистевом суставе складываются из движений между двумя рядами и суставной поверхностью лучевой кости [74, 92, 99]. Однако некоторые авторы оспаривают представление о запястье как двухзвеньевой системе, состоящей из дистального и проксимального рядов костей, в которой кости одного ряда при движениях перемещаются в одном направлении или в одной плоскости [2, 84, 146]. Соединения между костями в каждом ряду не являются жестко фиксированными, поэтому кости внутри одного ряда перемещаются содружественно, но не всегда в одинаковой амплитуде и в одном направлении. При этом существует связь между нагрузкой на запястье и положением самой кисти, особенность которой состоит в том, что позиция любой кости в каждый момент в большой степени зависит от положения соседних костей и связок, соединяющих кости запястья. Повреждение даже одной связки или перелом со смещением приводит к нарушению сложного баланса внутри запястья, изменению распределения нагрузок, а в дальнейшем развитии дегенеративных процессов [27, 30, 39, 40].

## **1.2. Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости**

### **1.2.1. Классификация переломов дистального метаэпифиза лучевой кости**

Длительные дискуссии по поводу классификации переломов ДМЭЛК привели к тому, что Международная федерация кистевых хирургических обществ (International Federation of Societies for Surgery of the Hand, IFSSH), ставившая своей целью выработку единой классификации переломов ДМЭЛК, определила 3 наиболее оптимальные классификации [133]:

- 1) классификация Rayhack, в дальнейшем модифицированная Cooney [49, 127].

Переломы ДМЭЛК подразделяют на внутрисуставные и внесуставные, а также на стабильные и нестабильные, что позволяет достаточно четко определить показания к выбору метода лечения (Рисунок 1).

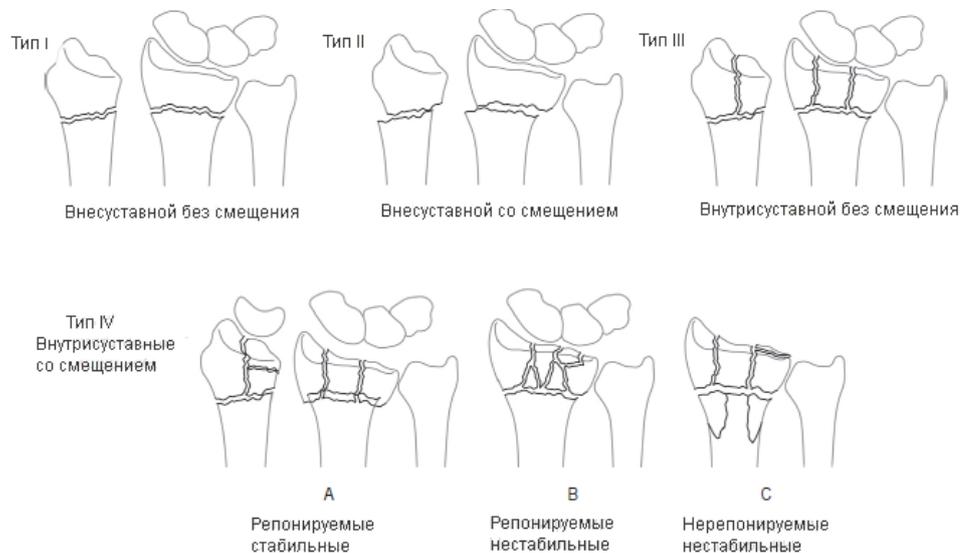


Рисунок 1 - Классификация переломов Rayhack-Cooney [42, 43, 131]

## 2) классификация Fernandez [44, 45].

В группу I входят внесуставные переломы, возникающие в результате воздействия сгибательных или разгибательных сил, т.н. переломы Colles и Smith [46, 47]. В группу II вошли переломы с образованием фрагментов треугольной формы, возникающие в результате действия «срезающих» сил определяемой при рентгенографии в прямой или боковой проекции, т.н. переломы Barton, Hutchinson [38]. Группа III представлена компрессионными внутрисуставными переломами, как правило, не поддающимися закрытой репозиции. Группу IV составляют перелома-вывихи дистального отдела предплечья с отрывом небольших костных фрагментов в местах прикрепления связочного аппарата – такие повреждения тоже являются нестабильными и не поддаются закрытой репозиции. В группу V объединены многооскольчатые переломы, переломы с поперечной линией излома по отношению к суставной поверхности, переломы с ротацией фрагментов – такие переломы относятся к высокоэнергетическим повреждениям, им нередко сопутствуют повреждения сухожилий, сосудов и нервов (Рисунок 2).

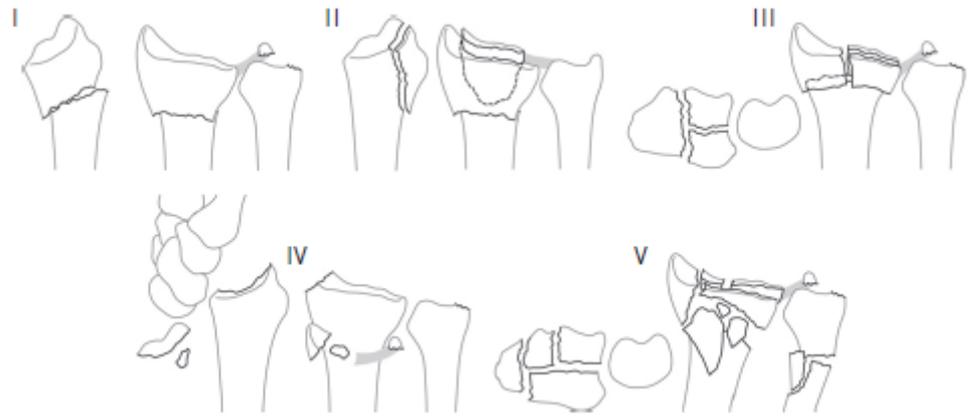


Рисунок 2 - Классификация переломов Fernandez [55, 57, 132]

### 3) классификация АО-ОТА [105].

В ее основу заложена классификация Müller [108], включает в себя 3 основных типа (А, В, С), 9 групп (А1, А2, А3, В1, В2, В3, С1, С2, С3) и 27 подгрупп. Тяжесть повреждения, сложность лечения возрастает от типа А к типу С; прогностически переломы типа А наиболее благоприятны. К типу А относятся внесуставные переломы, к типу В - неполные внутрисуставные переломы, к типу С — полные внутрисуставные переломы (Рисунок 3).

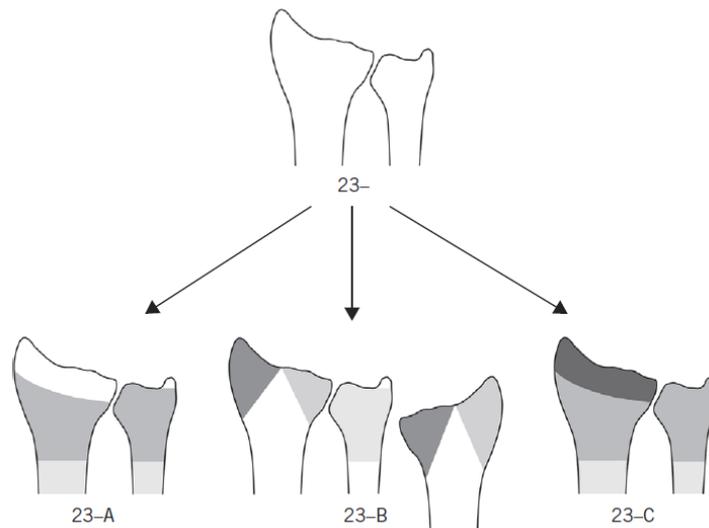


Рисунок 3 - Классификация АО-ОТА [48, 49, 132]

### 1.2.2. Хирургические и биомеханические аспекты нормальной рентгеноанатомии кистевого сустава

Понимание нормальной рентгеноанатомии ДМЭЛК имеет решающее значение для точной оценки повреждений. Схематичное изображение основных и дополнительных рентгенологических параметров КС представлено на рисунке 4 [101]. В норме суставная поверхность лучевой кости наклонена в сагиттальной плоскости на  $10-12^\circ$  в ладонную сторону (волярный угол) и на  $22-23^\circ$  - во фронтальной плоскости (инклинация лучевой кости, радио-ульнарный угол), высота шиловидного отростка лучевой кости – 11-12 мм [59, 64, 102]. Соотношение длин лучевой и локтевой кости в области кистевого сустава составляет  $\pm 1$  мм [52, 53]. Дополнительную информацию могут дать такие параметры как переднезаднее расстояние ДМЭЛК (в среднем 17–21 мм), угол наклона ладонной суставной поверхности полулунной фасетки во фронтальной плоскости (в среднем  $67-75^\circ$ ) и лучезапястный интервал (в среднем 1,7-2,1 мм).

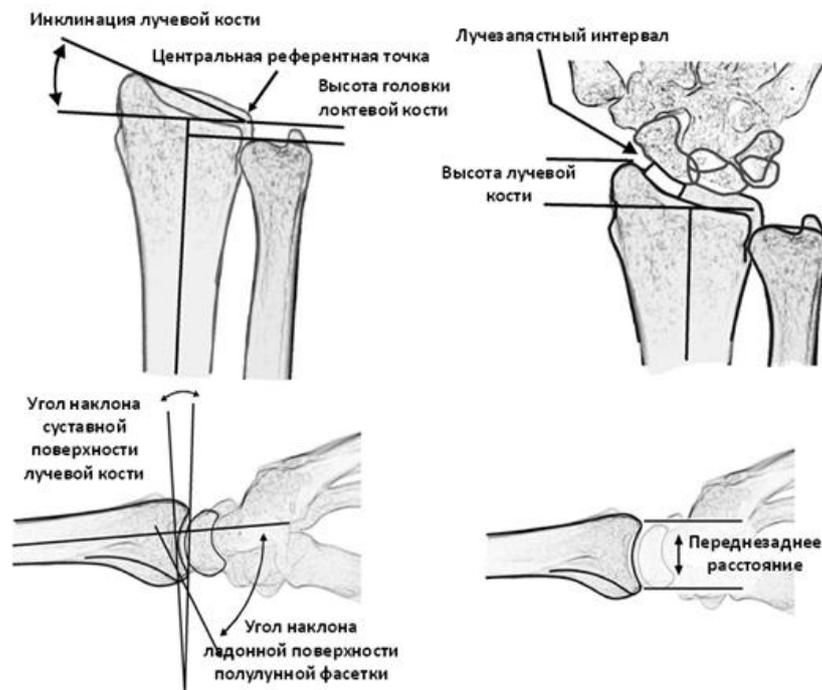


Рисунок 4 - Схематичное изображение основных и дополнительных рентгенологических параметров кистевого сустава [102]

Функциональный результат лечения внутрисуставного перелома ДМЭЛК зависит от точности восстановления анатомии сустава, т.к. даже незначительные анатомические нарушения могут существенно повлиять на его биомеханику [54, 55]. Установлено, что около 82% осевой нагрузки приходится на ДМЭЛК, остальная же передается на локтевую кость через треугольный фиброзно-хрящевой комплекс. Однако смещение суставной поверхности в тыльную сторону на  $20^\circ$  приводит к значительному перераспределению нагрузки (50% начинает приходиться на локтевую кость), а точка приложения сил, действующих на элементы КС, смещается на дорсальную часть ладьевидной суставной фасетки [106]. Эти нарушения топографо-анатомических соотношений при консолидации перелома с наклоном суставной поверхности лучевой кости  $>20^\circ$  в тыльную сторону приводят к снижению силы захвата кисти и, тем самым, - к ухудшению функциональных результатов. Уменьшение длины лучевой кости на 2,5 мм повышает нагрузку на локтевую часть лучезапястного сустава с 18 до 42% [31, 57, 58] (Таблица 1).

Таблица 1 - Допустимые характеристики рентгенологических параметров при консолидации переломов ДМЭЛК [64]

Рентгенологический параметр	Допустимые характеристики
Высота лучевой кости	Укорочение лучевой кости $<5$ мм в дистальном лучелоктевом суставе по сравнению с контралатеральным КС
Инклинация лучевой кости	Инклинация $\geq 15^\circ$ в прямой проекции
Угол наклона суставной поверхности лучевой кости	Сагиттальный наклон в боковой проекции между $15^\circ$ в тыльную сторону и $20^\circ$ в ладонную сторону
Смещение суставной поверхности	Смещение лучезапястной суставной поверхности $\leq 2$ мм
Условные обозначения: КС – кистевой сустав.	

Инклинация лучевой кости и соотношение длин лучевой и локтевой костей оценивается на рентгенограмме, выполненной в прямой проекции, по отношению к центральной референтной точке (условная точка, расположенная у локтевой гра-

ницы суставной поверхности лучевой кости) для того, чтобы при переломах нивелировать погрешность оценки степени смещения локтевого угла лучевой кости в ладонную или тыльную стороны [102]. Истинность боковой проекции можно оценить по отношению гороховидной кости к ладьевидной: на правильно выполненной рентгенограмме гороховидная кость перекрывает дистальный полюс ладьевидной кости, а при относительной пронации или супинации это соотношение нарушается [102]. Получение истинной боковой проекции обязательно, т.к. от этого зависят значения измеряемых параметров [44]. Помимо стандартных (прямой и боковой), существует ряд дополнительных проекций. Учитывая, что суставная поверхность лучевой кости в аксиальной плоскости в норме наклонена на 22-23° в ладонную сторону, рентгенологический снимок КС в боковой проекции, сделанный при положении предплечья под углом в 20-25° к горизонтали, позволит увидеть четкие очертания суставной поверхности лучевой кости с наименьшим «перекрытием» другими костными структурами [97].

### **1.3. Лечение переломов ДМЭЛК**

На первом этапе лечения пациентов с переломами ДМЭЛК, как правило, проводят закрытую ручную репозицию с последующей гипсовой иммобилизацией [100]. Переломы без смещения или с минимальным смещением лечат консервативно с использованием гипсовой повязки в течение 6-8 недель [1, 61–66]. Тем не менее, вторичное смещение отломков после закрытой репозиции наблюдают у 10-89% пациентов [61, 62]. Основное желание пациента – возвращение к прежним (до травмы) функциональным возможностям верхней конечности. У пожилых и малоактивных пациентов даже выраженное смещение перелома ДМЭЛК при сращении позволяет осуществлять бытовую активность и мало влияет на удовлетворенность качеством жизни [5, 14, 19, 37]. Этот факт показывает, что выбор показаний для оперативного лечения крайне важен.

### 1.3.1. Показания к оперативному лечению переломов ДМЭЛК

На сегодняшний момент не существует единого мнения о выборе показаний к оперативному лечению переломов ДМЭЛК. В 2009 г. Американская академия ортопедов (American Academy of Orthopaedic Surgeons, AAOS) утвердила клинические рекомендации по лечению переломов ДМЭ лучевой кости, однако ни одна из 29 рекомендаций не получила уровень доказательности А, лишь 5 – с уровнем доказательности В, 7 – с уровнем доказательности С, 3 – мнения экспертов. Согласно этому документу, оперативная фиксация переломов показана (уровень доказательности В) при относительном укорочении лучевой кости  $>3$  мм после неудачной попытки закрытой ручной репозиции, изменении угла наклона суставной поверхности лучевой кости  $> 10^\circ$  в тыльную сторону (dorsal tilt), смещении отломков, формирующих суставную поверхность лучевой кости, или формирование суставной «ступеньки»  $>2$  мм [31].

В 1989 г. были определены пять предикторов нестабильности перелома ДМЭЛК [89]: наклон суставной поверхности в тыльную сторону  $>20^\circ$  до репозиции, наличие клиновидных отломков тыльной поверхности (перелом тип Barton), внутрисуставной характер перелома, сопутствующий перелом локтевой кости, возраст  $>60$  лет. Авторы пришли к выводу, что перелом можно считать потенциально нестабильным, если присутствуют три или более перечисленных фактора.

С тех пор многие исследователи подтверждали или опровергали важность этих параметров, а также предлагали новые. В 2015 г. M.Walenkamp и соавторы [152] провели систематический обзор литературы для определения предикторов вторичного смещения отломков при переломах ДМЭЛК. В этот мета-анализ было включено 27 исследований, изучали 44 различных предиктора. Многочисленные исследования показали, что наиболее значимыми предикторами развития вторичного смещения могут быть возраст, снижение высоты лучевой кости, наличие клиновидных отломков тыльной поверхности («дорсальная оскольчатость»), отсутствие инклинации лучевой кости, переломы типа 3 (A3, B3, C3) по классификации

АО [48, 49]. Путем анализа совмещенных данных значительно повышенный риск вторичного смещения был определен для переломов с тыльной оскольчатостью, женщин и пациентов >60 лет. Также было показано, что сопутствующий перелом локтевой кости или внутрисуставной характер перелома не повышает риск вторичного смещения [152].

### **1.3.2. Показания к лечению сопутствующих мягкотканых повреждений кистевого сустава при закрытых переломах ДМЭЛК**

Нерешенным остается вопрос необходимости восстановления сопутствующих повреждений связочного аппарата кистевого сустава при закрытых переломах ДМЭЛК. По данным литературы частота повреждения ладьевидно-полулунной межкостной связки (LSLI) колеблется от 18% до 86% (в среднем 44%), полулунно-трехгранной связки (LLT) – от 5% до 29% (в среднем 13%), TFCC – от 17% до 60% (в среднем 43%), суставного хряща лучевой кости – от 18% до 60% (в среднем 32%) [3, 142]. Попытки выявить предикторы (рентгенологические параметры, тип перелома) подобных повреждений не привели к значимому успеху [142].

В последнее время наблюдается тенденция смены тактики в пользу накостного остеосинтеза вместо длительной иммобилизации гипсовой повязкой (ортезом) или мостовидным АВФ [5, 65–69]. Как следствие, ранняя реабилитация обуславливает риск неполноценного заживления поврежденных связок, что может привести к нестабильности КС и дистального лучелоктевого сустава в отдаленном периоде. E.Swart и соавторы [142] изучили влияние сопутствующих повреждений КС на результаты лечения переломов ДМЭЛК у 42 пациентов. Через 12 месяцев после операции авторы не обнаружили каких-либо достоверных различий по значениям DASH, уровню боли по визуальной аналоговой шкале боли (ВАШ), амплитуде движений, силе кистевого хвата между группами пациентов с повреждением и без повреждения связочного аппарата сустава. Исследователи пришли к выводу, что несмотря на высокую частоту встречаемости (более чем у 70% пациентов с переломами ДМЭЛК), повреждения LSLI и TFCC не ведут к серьезным последствиям че-

рез год после оперативного лечения. Однако единое мнение по поводу влияния повреждений связочного аппарата КС на отдаленный результат лечения полноценно не сформировано. Более того, современные биомеханические концепции отдают все большую роль в нормальной кинематике и кинетике кистевого сустава связочному аппарату [84], поэтому несмотря на малое количество накопленных литературных данных, выбор тактики хирурга при обнаружении повреждений связочного аппарата КС остается предметом дискуссий [3, 62, 65].

#### **1.4. Существующие методики хирургического лечения переломов ДМЭЛК**

В настоящее время применяются различные виды хирургической фиксации отломков при переломах ДМЭЛК: чрескожная фиксация отломков спицами Киршнера, аппараты внешней фиксации, наkostный (ладонные и дорсальные пластины с угловой стабильностью, мостовидные пластины), внутрикостный остеосинтез и комбинации вышеперечисленных методов. Основные преимущества и недостатки наиболее часто используемых методик лечения переломов ДМЭЛК представлены в таблице 2.

##### **1.4.1. Особенности хирургического лечения переломов**

Одним из наиболее длительно используемых способов оперативного лечения переломов ДМЭЛК является методика чрескожной фиксации спицами Киршнера, модификация которой активно пропагандировалась А.Каранџи [81] с 1976г. Применение этой методики остеосинтеза имеет определенные недостатки. Так, например, ранние активные движения при чрескожной фиксации спицами Киршнера возможны лишь в локтевом, пястно-фаланговых и межфаланговых суставах пальцев, а КС должен быть фиксирован гипсовой повязкой [93], что неизбежно удлиняет послеоперационную реабилитацию. Тем не менее при определенных типах переломов эта методика показывает хорошие результаты [33].

В настоящее время ладонная пластина с угловой стабильностью (VLP) - один из наиболее распространенных типов фиксатора отломков при переломах ДМЭЛК, эффективность которого была доказана многими исследователями [72, 78, 163,

167]. Эксперименты на кадаверном и фантомном материале показали, что блокируемые ладонные пластины не уступают дорсальным в фиксации даже дорсально нестабильных переломов ДМЭЛК [28, 70–72] и фиксируют отломки надежнее спиц Киршнера [86].

К преимуществам остеосинтеза пластиной относят возможность точной репозиции перелома, стабильную жесткую фиксацию (предотвращающую вторичное смещение отломков при нестабильных переломах), возможность немедленной послеоперационной реабилитации с ранним восстановлением функции КС [76]. Раннее начало движений в суставе уменьшает выраженность тугоподвижности сустава, а также помогает предотвратить развитие остеопении в дистальных отломках [54, 104, 131]. Сравнение различных способов лечения при переломе ДМЭЛК представлена в таблице 2.

К наиболее частым осложнениям при применении ладонной пластины с угловой стабильностью относят поверхностное или полнослойное повреждение сухожилий сгибателей пальцев, длинного сгибателя первого пальца, лучевого сгибателя запястья из-за трения о край пластины и выступающие головки винтов при установке пластины дистальнее «линии водораздела» (watershade line). Также возможно развитие комплексного регионарного болевого синдрома, туннельного синдрома запястья и других нарушений чувствительности, гнойно-инфекционных осложнений в области операции. При применении ладонной пластины с угловой стабильностью возможно повреждение сухожилий разгибателей (лучевого разгибателя запястья, разгибателей пальцев, длинного и короткого разгибателей первого пальца, собственного разгибателя второго пальца) винтами, пенетрирующими тыльную поверхность лучевой кости [79,80].

Таблица 2 - Краткое описание наиболее часто используемых преимуществ и недостатков лечения переломов ДМЭЛК по данным В.Khader и соавторов [83]

Вид лечения	Преимущества	Недостатки
Гипсовая лонгета	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отсутствие рисков, связанных с оперативным лечением</li> <li>• При возможности быстрое возвращение к работе и повседневной деятельности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Иммобилизация до 6 недель</li> <li>• Ограничения в выполнении некоторых повседневных задач</li> <li>• Высокий риск вторичного смещения костных отломков</li> </ul>
Внутренняя фиксация	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Увеличение стабильности</li> <li>• Точное расположение фиксатора</li> <li>• Отсутствие внешних устройств</li> <li>• Отсутствие гипсовой иммобилизации</li> <li>• Возможно более быстрое время заживления</li> <li>• Ранняя реабилитация</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Риск инфицирования</li> <li>• Риск повреждения нерва</li> <li>• Возможность несращения</li> <li>• Возможно воспаление сухожилий</li> <li>• Риск развития туннельного синдрома запястья</li> </ul>
Внешняя фиксация	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Минимальное повреждение мягких тканей</li> <li>• Временная установка</li> <li>• Небольшие рубцы после разреза</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Риск инфицирования</li> <li>• Замедленная консолидация</li> </ul>
Чрескожная фиксация	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стабильность закрытой репозиции</li> <li>• Не требуется постоянного устройство</li> <li>• Минимальные осложнения со стороны мягких тканей</li> <li>• Меньшие боли после вмешательства</li> <li>• Отсутствие разрезов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Риск инфицирования</li> <li>• Риск миграция спиц</li> <li>• Возможность вторичного смещения</li> </ul>

К наиболее частым осложнениям при применении ладонной пластины с угловой стабильностью относят поверхностное или полнослойное повреждение сухожилий сгибателей пальцев, длинного сгибателя первого пальца, лучевого сгибателя запястья из-за трения о край пластины и выступающие головки винтов при установке пластины дистальнее «линии водораздела» (watershade line). Также воз-

можно развитие комплексного регионарного болевого синдрома, туннельного синдрома запястья и других нарушений чувствительности, гнойно-инфекционных осложнений в области операции. При применении ладонной пластины с угловой стабильностью возможно повреждение сухожилий разгибателей (лучевого разгибателя запястья, разгибателей пальцев, длинного и короткого разгибателей первого пальца, собственного разгибателя второго пальца) винтами, пенетрирующими тыльную поверхность лучевой кости [79,80].

Несмотря на возросшую популярность накостного остеосинтеза, не утратили своей роли в лечении переломов ДМЭЛК и аппараты внешней фиксации (АВФ) [1, 6, 7, 15, 164]. К преимуществам такой фиксации относят относительную простоту применения, универсальность в использовании, а также отсутствие повреждения околоуставных мягких тканей [54].

Существуют различные АВФ: одни стабилизируют отломки путем растяжения КС (мостовидные АВФ, при этом дистальные спицы или винты проводят в пястные кости), другие позволяют сохранить движения в КС за счет проведения спиц и/или винтов в дистальные отломки лучевой кости (немостовидные АВФ) [4, 81]. Немостовидные АВФ применяют при внесуставных и простых внутрисуставных переломах.

Всего насчитывается более 300 известных или защищенных авторскими свидетельствами устройств и аппаратов. Практическое значение имеет разделение АВФ на два основных типа: спицевые и стержневые. В нашей стране наибольшее распространение получили спицевые аппараты конструкции Г.А. Илизарова [8, 9], О.Ш. Гудушаури, Д.И. Черкес-Заде [24], В. К. Калнберза [12], К.М. Сиваша, Н.Д. Флоренского, С.С. Ткаченко, В.Ф. Коршунова [18], А.А. Лазарева и др. [1, 10, 11, 14, 20, 24, 169]. За рубежом чаще всего используются стержневые АВФ.

Все виды мостовидных АВФ растягивают КС, обеспечивая репозицию отломков за счет лигаментотаксиса, в основе которого лежит натяжение луче-ладьевидно-головчатой и длинной луче-полулунной связок [136]. Однако за счет регресса натяжения снижается сила тракции [82, 83] и возникает риск неполноценной

репозиции [39]. Под регрессом натяжения понимают процесс постепенного снижения напряжения высокоэластических материалов (связок) при постоянной величине внешней нагрузки, который затрудняет нормализацию таких рентгенологических показателей, как высота шиловидного отростка лучевой кости и наклон суставной поверхности лучевой кости в ладонную сторону [141]. Также последнему способствуют некоторые анатомические особенности: ладонные лучезапястные связки короче и толще тыльных, потому они по разному реагируют на distraction [39].

К наиболее часто встречающимся осложнениям при использовании мостовидных АВФ (в том числе аппаратов Илизарова) относят воспаление мягких тканей вокруг спиц или стержней (по разным литературным данным частота его составляет от 3,7% до 17%) [9, 13, 18, 20, 22, 26, 40]. Также к осложнениям относят формирование тугоподвижности КС [77] вследствие перерастяжения КС и развитие туннельного синдрома запястья (растяжение КС сужает карпальный канал, что способствует увеличению в нем давления) [75, 89]. Отмечаются единичные случаи перелома спицы или стержня, повреждение анатомических элементов (сосуды, нервы, сухожилия и мышцы) при проведении фиксатора, ятрогенные переломы кости фиксаторами (преимущественно стержнями) [13]. Х-образное введение спиц через пястные кости и кости предплечья обуславливает развитие контрактур пальцев и кисти, что вызвано блокировкой мышц предплечья и коротких мышц кисти, а проведение спиц через отломки очень часто невозможно из-за маленького размера отломков [17]. Тем не менее при строгом соблюдении основных правил проведения чрескостного остеосинтеза по мнению большинства авторов число осложнений можно значительно снизить вне зависимости от вида применяемого аппарата внешней фиксации.

#### **1.4.2. Сравнение методик хирургического лечения переломов ДМЭЛК**

Опубликовано большое количество исследований, в том числе рандомизированных, сравнивающих результаты лечения переломов ДМЭЛК путем внутренней

или внешней фиксации, однако единое мнение о безусловном преимуществе определенного способа лечения не было достигнуто.

При анализе функциональных результатов лечения используют специально разработанные шкалы. К наиболее распространенным относят опросник DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand), который оценивает нарушения функции верхних конечностей, шкалу Mayo (Mayo Wrist Score), которая определяет амплитуду движений в КС и силу захвата пальцев кисти. Опросник DASH, заполняемый самим пациентом, субъективно оценивает функцию верхней конечности по шкале от 0 (отсутствие нарушений) до 100 баллов (максимальное нарушение функции) [71]. По шкале Mayo функция КС оценивается врачом как «отличная», «хорошая», «удовлетворительная» или «плохая» в зависимости от набранного количества баллов, которые рассчитывают при анализе трудового анамнеза (возврат к труду), величине болевого синдрома, амплитуды движений (в % от здоровой конечности) и силе кистевого хвата. На каждый из параметров приходится 25 баллов, максимально возможная сумма составляет 100 баллов. «Отличный» результат оценивается в 90–100 баллов, «неудовлетворительный» менее 65 баллов.

В 2016 г. Q.Zhang и соавторы [164] провели систематический обзор опубликованных мета-анализов, сравнивающих внешнюю и внутреннюю фиксацию в лечении переломов ДМЭЛК. Авторы оценивали методологию мета-анализов и качество восстановления функции КС для определения предпочтительной стратегии лечения переломов ДМЭЛК. Из 8 изученных исследований только 2 [97, 98] удовлетворяли всем критериям и обладали наиболее высоким методологическим качеством [164]. Помимо 2 включенных мета-анализов [97, 98] еще 5 других мета-анализов [69, 99–102] отметили более низкие показатели по шкале DASH при накостной фиксации пластиной, что может быть связано со стабильной фиксацией КС, а также ранним началом движений в суставе КС. Однако эти различия были значимыми лишь через 3 и 6 месяцев после операции, по прошествии 12 месяцев разница практически нивелировалась. Таким образом, проведенные мета-анализы не показали статистически достоверных различий силы захвата после внутренней или внешней фиксации [164].

Еще одним важным показателем функции КС являются сгибание, разгибание, пронация, супинация, лучевое и локтевое отклонение кисти. Мета-анализ, проведенный J.Wang и соавторами [153], показал бóльшую амплитуду разгибания и сгибания в группе внутренней фиксации. X.Xie и соавторы [159] оценили 8 рандомизированных клинических исследований (РКИ) и не нашли существенных преимуществ того или иного метода по амплитуде разгибания или сгибания, также не было обнаружено никаких различий между внутренней и внешней фиксацией и по показателям другим движений в КС.

Анализ рентгенологических результатов в рассмотренных мета-анализах показал лучшее восстановление волярного угла в группе внутренней фиксации через год после операции. D.Weі и соавторы [155] отметили хорошие результаты восстановления инклинации лучевой кости у пациентов после внутренней фиксации на основе анализа подгрупп 7 РКИ, статистически значимых различий по соотношению длин лучевой и локтевой костей обнаружено не было. Кроме того, J.Wang и соавторы [153] отметили более низкую долю неправильно сросшихся переломов в группе внутренней фиксации, тем не менее, это различие не было достоверным. Также в описанных исследованиях не были рассмотрены сопутствующие мягкотканые повреждения кистевого сустава.

Большое значение имеет частота осложнений. В 2 из 8 изученных мета-анализов [97, 100] частота инфекционных осложнений была выше после наружной фиксации по сравнению с внутренней, однако значимых различий по частоте других осложнений обнаружено не было. Большинство случаев инфекционных осложнений в группе наружной фиксации может быть объяснено недостаточным или неправильным уходом за областью проведения спиц или винтов фиксатора [164].

На основании более низких показателей опросника DASH, лучшего восстановления угла наклона суставной поверхности лучевой кости и инклинации лучевой кости, а также более низкого количества инфекционных осложнений на протяжении 1 года послеоперационного наблюдения Q.Zhang и соавторы пришли к выводу, что внутренняя фиксация превосходит внешнюю в лечении переломов ДМЭЛК

[164]. Важно отметить, что в рассмотренном систематическом обзоре [164] включенные мета-анализы объединяли результаты различных методик внутренней фиксации, в то время как в большинстве РКИ в качестве сравнения использовали стандартный (мостовидный) АВФ с дополнительной фиксацией спицами Киршнера. Полученные различия хоть и значимы статистически, но не имеют выраженного клинического преимущества внутренней фиксации над внешней, поэтому не могут в полной мере определять тактику ведения пациентов с переломами ДМЭЛК.

Таким образом, выбор тактики лечения каждого отдельного пациента должен осуществляться индивидуально в зависимости от возраста, характера перелома, доминирующей руки, рода деятельности, приверженности лечению и функциональные потребности пациента [122].

### **1.4.3. Особенности лечения внутрисуставных переломов ДМЭЛК**

Внутрисуставные переломы ДМЭЛК имеют худший прогноз лечения и восстановления, чем внесуставные, поскольку при них чаще развивается посттравматический артроз КС. Широко признанное (цитирование более чем в 330 статьях) [51, 60, 67, 69, 73, 103, 118, 132, 148, 165] показание к хирургической фиксации перелома при внутрисуставном смещении отломков более 2 мм основано на оригинальной статье J.Knirk и J.Jupiter [85]. Авторы отметили, что наличие суставной инконгруэнтности («ступеньки») в 2 мм и более после срастания перелома приводит к рентгенологически подтвержденному артрозу КС у 91% пациентов уже через 1 год после операции. Однако проведенный в 2009 г. анализ этой статьи [69] выявил несколько методологических недостатков: отсутствие межнаблюдательного соглашения (все параметры измерял и интерпретировал один автор), дефекты рентгенологической интерпретации смещения суставных отломков и артроза. Также были исключены дополнительные рентгенологические характеристики перелома, во внимание не принималась степень выраженности нестабильности КС. В исследовании не представлена оценка функциональных результатов, таким образом, большому сомнению подвергается наиболее важный результат исследования, а именно

- двухмиллиметровое смещение внутрисуставных отломков. Тем не менее основная идея статьи о связи нарушения анатомии суставной поверхности лучевой кости и артроза нашла подтверждение в последующих работах [23, 74, 108, 109].

L.W.Catalano и соавторы [45] изучили связь точного восстановления анатомии КС и функционального результата. В исследование был включен 21 пациент моложе 45 лет со смещением суставной поверхности лучевой кости  $\geq 1$  мм, оценив признаки артроза, объем движений в КС, силу кистевого хвата в среднем через 7,1 лет после травмы. В результате исследования была получена выраженная прямая корреляция остаточного смещения суставной поверхности и развития артроза. Несмотря на то, что артроз был обнаружен в 76% наблюдений по результатам простых рентгеновских и КТ-грамм, этот факт не повлиял на функциональный результат лечения. Стоит отметить, что у всех пациентов наблюдались «хорошие» или «отличные» функциональные результаты по DASH вне зависимости от рентгенологических признаков развития артроза в лучезапястном и дистальном лучелоктевом суставе или признаков несращения шиловидного отростка локтевой кости с головкой локтевой кости.

Позднее, по прошествии 15 лет после операции, те же пациенты были повторно обследованы С.А.Goldfarb и соавторами [62]; выводы исследования остались прежними – на КТ рентгенологические признаки артроза КС после внутрисуставных переломов ДМЭЛК прогрессировали с течением времени, однако, несмотря на сужение суставной щели, у пациентов не изменился объем движений и сила захвата, сохранялся высокий уровень функции КС.

J-S.Souer и коллеги [140] в своем исследовании не обнаружили связь между рентгенологическими признаками артроза и объективными или субъективными результатами лечения через 22 месяца после операции.

Таким образом, артроз КС является неизбежным следствием даже незначительного нарушения конгруэнтности суставных поверхностей, однако наличие рентгенологических признаков артроза не всегда коррелирует с нарушением функции КС и удовлетворенностью пациента конечным результатом. Несмотря на по-

лученные результаты, С.А.Goldfarb и соавторы [62] подчеркивают важность точного анатомического восстановления суставной поверхности лучевой кости после внутрисуставных переломов ДМЭЛК. Следует отметить, что артроз лучезапястного сустава прогрессирует с течением времени при не устранённых или недостаточно устраненных смещениях внутрисуставных фрагментов, что неизменно приведет к ухудшению функции КС.

Для внутрисуставных переломов возможно применение тех же самых хирургических методов, что и для внесуставных. Однако поскольку внутрисуставные переломы обладают тенденцией к потере первичной репозиции [85], наиболее главный фактор, необходимый для выбора того или иного метода лечения - это стабильность фиксации [119].

### **1.5. Артроскопия кистевого сустава**

Первое описание артроскопии КС было опубликовано в 1979 г.; с того времени методика претерпела значительные изменения как со стороны технического оснащения, так и усовершенствовавшихся навыков хирургов [156]. Постепенно артроскопия КС из преимущественно диагностической манипуляции стала ценным вспомогательным инструментом лечения переломов ДМЭЛК [126].

Артроскопию КС выполняют в условиях вытяжения: тракция обеспечивает достаточный обзор сустава и создает оптимальный объем рабочего пространства [122]. В настоящее время существуют различные виды тракционных устройств; например, так называемая, «тракционная опора» позволяет менять силу вытяжения и дает полный доступ к запястью, специальные фиксаторы подвешивают кисть и предплечье за пальцы, распределяя нагрузку на большую поверхность (Рисунок. 5) [126].

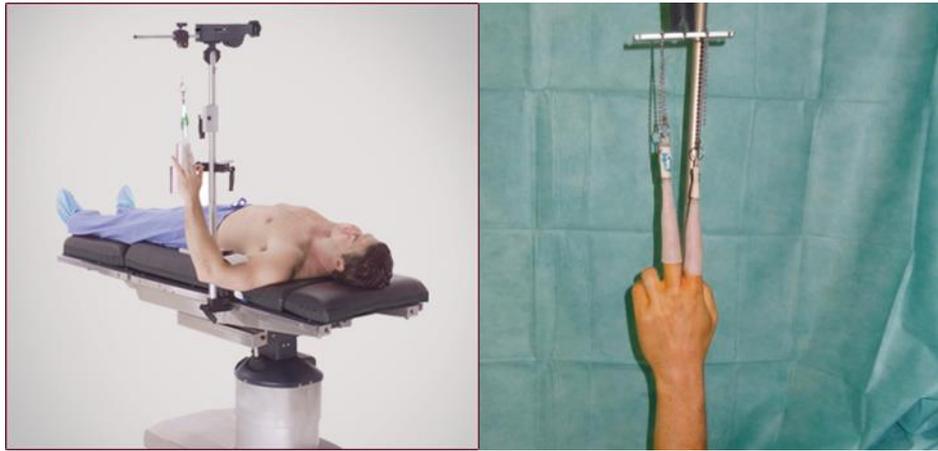


Рисунок 5 - Фиксация кисти к тракционному устройству [168]

Особое внимание должно быть уделено среде артроскопии. В отличие от других суставов, где поступление жидкости в сустав является необходимым условием проведения процедуры, для КС наличие жидкости, как нагнетаемой, так и поступающей за счет силы тяжести, не всегда обязательно. В связи с этим существуют два подхода к артроскопии КС: так называемая «сухая артроскопия», которая не требует постоянного тока жидкости через сустав и для которой достаточно лишь периодического поступления жидкости для осуществления санации [120], и стандартная артроскопия, предполагающая постоянное наличие ирригационной жидкости с самого начала операции [75]. Каждый из этих подходов имеет свои преимущества и недостатки: как правило, для диагностических манипуляций и относительно коротких вмешательств предпочтительнее «сухая» методика, в то время как стандартная артроскопия применяется для более сложных и длительных процедур [113, 114].

В ходе артроскопии используют артроскопы диаметром 2,7 мм, 2,4 мм и 1,9 мм. Меньший диаметр позволяет опытному хирургу наименее травматично осмотреть труднодоступные участки сустава, однако подобная атравматичность достигается путем ухудшения качества изображения [23, 113, 116].

### 1.5.1. Артроскопическое сопровождение фиксации переломов ДМЭЛК

Накопление опыта артроскопии КС позволило хирургам усовершенствовать методику фиксации внутрисуставных переломов ДМЭЛК. Клинический результат лечения этих переломов в основном зависит от степени укорочения лучевой кости, остаточной внесуставной деформации, конгруэнтности суставных поверхностей лучезапястного и локтезапястного суставов [117, 118].

Полноценное представление о состоянии суставной поверхности лучевой кости имеет важное значение для полноценной фиксации перелома ДМЭЛК. Так, например, С.Edwards и соавторы [53] показали, что по данным артроскопии 33% пациентов имели суставную «ступеньку» >1 мм, в то время как на рентгенограммах смещения фрагментов суставной поверхности обнаружено не было. По данным Y.Abe и соавторов [30], 35,2% (n=38 из 108) пациентов с полным по данным рентгенографии сопоставлением отломков в действительности имели смещение суставной поверхности >2 мм. Повторный анализ, проведенный коллективом авторов в 2014г., продемонстрировал, что этот показатель составил 22,7% (n=35 из 154). W.Augé и P.Velázquez [34] сообщили, что после артроскопической визуализации дополнительная коррекция репозиции потребовалась в 14,3% случаев при переломах типа I, 37,5% – типа II, 33,3% – типа III и 71,4% – типа IV по классификации Melone. Оно и соавторы [114] у 7 пациентов из 24 (29,2%) с переломами типа B и C артроскопически обнаружили смещение отломков >2 мм, а также показали, что репозиция под рентген-контролем уступает артроскопическому сопровождению. K.Lutsky и соавторы [98] отметили, что у 6 пациентов из 16 (38%) после открытой репозиции и внутренней фиксации максимальная величина зазора была 2 мм, но в 2 случаях из 16 (12,5%) наблюдалась суставная «ступенька» в 2 мм. По данным S.Levy [94], у 9 пациентов из 35 (25,7%) смещение отломков было >1 мм, а у 2 (5,7%) пациентов - более 2 мм.

Другим преимуществом артроскопии является возможность обнаружения неправильного расположения винтов, несмотря на редкость встречаемости (частота 0,8%) [30].

Повреждения межкостных связок и ТФСС могут быть не замечены на обычных рентгенограммах, в то время как артроскопия во время фиксации перелома позволяет обнаружить такие мягкотканые повреждения. По данным F. del Piñal и соавторов многие частичные разрывы ладьевидно-полулунной связки могут трансформироваться в полный разрыв при раннем начале движений в суставе в послеоперационном периоде [120]; артроскопия же позволяет выявить это повреждение и дает возможность хирургу восстановить его еще в остром периоде [138].

Для осуществления артроскопии КС выполняют небольшие (5–7 мм) разрезы для формирования портов, в отличие от разрезов мягких тканей, необходимых для артротомии. За счет небольших разрезов и использования специальных высокотехнологических инструментов малого размера эта малоинвазивная методика способствует меньшему повреждению тканей (кожи, сухожилий, суставной капсулы) [122].

### **1.5.2. Показания и противопоказания к артроскопии КС при переломах ДМЭЛК**

Обобщая мнения травматологов-ортопедов, [122] можно определить перечень показаний и противопоказаний к использованию артроскопии КС при переломах ДМЭЛК.

Среди них можно выделить показания:

1. Возраст старше 16 лет без признаков метаболических заболеваний костей.
2. Перелом ДМЭЛК, состоящий из 2, 3 или 4 отломков, со смещением суставной поверхности  $\geq 1$  мм, подтвержденный рентгенологически, которое не удаётся устранить полноценными попытками закрытой репозиции.
3. Дополнительные параметры перелома, включая вдавленный (импрессионный) перелом полулунной фасетки.
4. Рентгенологические признаки сопутствующего повреждения, в том числе выраженный (более 5 мм) диастаз между костями запястья, подвывих в дистальном лучелоктевом суставе [122].

Оптимальными сроками вмешательства были определены первые 3-7 дней после травмы; в более ранние сроки артроскопия затруднена ввиду гемартроза, в то время как в более поздние манипуляция бесполезна ввиду начавшейся костной консолидации [124, 125]. Использование «сухой» артроскопии не требует выжидательной тактики [122].

Противопоказания к артроскопии КС при переломах ДМЭЛК:

1. Инфицирование перелома.
2. Открытые переломы типа II-III по Gustilo-Anderson [66].
3. Обширные повреждения мягких тканей.
4. Повреждение срединного нерва. Не является противопоказанием при использовании «сухой» артроскопии.
5. Компаратмент-синдром предплечья или кисти.
6. Множественные травмы верхней конечности, при которых невозможно растянуть запястье или придать руке необходимое для артроскопии положение.

### **1.5.3. Существующие методики фиксации переломов ДМЭЛК под контролем артроскопии**

Артроскопическое сопровождение, как правило, используют в дополнение к чрескожной фиксации перелома спицами или аппаратам внешней фиксации. Одновременное проведение артроскопии и использование VLP становится крайне затруднительным из-за необходимости ослабления тракции в процессе остеосинтеза [30]. Предложенные методики фиксации внутрисуставных переломов ДМЭЛК ладонной пластиной с угловой стабильностью под контролем артроскопии демонстрируют хорошие результаты восстановления суставной поверхности. Так, Y.Abe и соавторы [30] описали методику предварительной имплантации пластины и репозиции под контролем артроскопии – т.н. PART (Plate presetting and Arthroscopic Reduction Technique – PART), решающей проблему смещения отломков во время ослабления тракции. Альтернативным решением может быть использование спе-

циальных тракционных систем для операционного стола, обеспечивающих горизонтальное положение верхней конечности, однако при таком положении одновременный доступ к ладонной и дорсальной поверхностям предплечья и кисти затруднителен. Сложности при репозиции внутрисуставного перелома ДМЭЛК под контролем артроскопии с последующей фиксацией перелома «ладонной» пластиной с угловой стабильностью не нашли своего окончательного разрешения до настоящего времени [138]. Также широкое применение артроскопии ограничивает её относительная техническая сложность, зависимость метода от наличия специального оборудования и необходимость обучения методике хирурга и другого медицинского персонала.

#### **1.5.4. Осложнения артроскопии КС при фиксации переломов ДМЭЛК**

Стандартные осложнения артроскопии КС применимы и к методикам остеосинтеза с артроскопическим сопровождением. При формировании артроскопических портов возможно повреждение сухожилий разгибателей или сгибателей пальцев и запястья или поверхностного чувствительного нерва [137]. Также вследствие экстравазации жидкости могут возникнуть острый туннельный синдром запястья и/или компартмент-синдром предплечья (синдром межфасциального пространства или сдавления предплечья) [32], а введение артроскопических инструментов может привести к повреждению суставного хряща (остеохондральным повреждениям) [126]. Комплексный регионарный болевой синдром может возникнуть вторично, вследствие перерастягивания запястья во время артроскопии [113, 116, 128, 129] и/или сдавления мягких тканей гипсовой повязкой.

#### **1.5.5. Результаты фиксации переломов ДМЭЛК под контролем артроскопии**

Систематический обзор, проведенный F.Smeraglia и соавторами [138], включил в себя три проспективных [15, 130, 131] и одно ретроспективное РКИ [130], посвященных фиксации переломов ДМЭЛК под артроскопическим контролем. Во всех этих исследованиях (за исключением одного [160]) были использованы аппараты внешней фиксации в качестве окончательного фиксатора перелома.

В. Doi и соавторы [52] отметили лучшие результаты по шкалам Gartland и Weryleу и Green и O'Brien, амплитуде движений и силе захвата в группе остеосинтеза с артроскопическим контролем, однако в исследовании оценка результатов лечения произведена при разных методиках фиксации отломков.

D.S. Ruch и соавторы [130] показали увеличение амплитуды движений (супинация, сгибание и разгибание) в КС в группе с остеосинтеза с артроскопическим контролем, в то же время отсутствовали различия по DASH, силе сжатия и рентгенологическим показателям.

S.E. Varitimidis и соавторы [150] обнаружили лучшие показатели по модифицированной шкале Mayo, объему движений (супинация, разгибание и сгибание) в группе остеосинтеза с артроскопическим контролем через 24 месяца после операции. При этом по опроснику DASH различий не выявлено.

H. Yamazaki и коллеги [160] использовали «ладонные» блокируемые пластины при лечении пожилых пациентов. Через 48 недель не было обнаружено значимой разницы между контрольной группой и группой с артроскопическим сопровождением. Частота возникновения дегенеративных изменений не оценивалась. Важно отметить, что в данном исследовании средний возраст пациентов составил 64 года (т.е. возраст, при котором результаты лечения не зависят от конгруэнтности сустава) [46]

По мнению К. Koval артроскопическое сопровождение является лишь вспомогательным инструментом при лечении переломов ДМЭЛК [87]. Противоречивые результаты (одни в пользу применения артроскопии КС при переломах ДМЭЛК, другие – в пользу отсутствия различий) могут объясняться использованием различных методик фиксации, разнородностью групп исследуемых пациентов (у молодых пациентов точное восстановление топографо-анатомических соотношений КС намного важнее), а также отсутствием данных длительного послеоперационного наблюдения [138].

Проведенные ретроспективные исследования показали удовлетворительные результаты фиксации внутрисуставных переломов ДМЭЛК «ладонной» пластиной с угловой стабильностью под контролем артроскопии [23, 116, 133]. Выполнение

артроскопии КС, требующей постоянного вытяжения, при фиксации перелома ладонной пластиной с угловой стабильностью представляет определенные сложности за счет того, что в стандартных дистракционных устройствах рука располагается вертикально [23, 108].

Таким образом, проблема остеосинтеза при оскольчатом переломе дистального метаэпифиза с артроскопическим сопровождением остается актуальной и в настоящее время. И несмотря на то, что за последнее десятилетие возросло количество научных статей, отмечающих перспективность внедрения артроскопического контроля [23, 110, 117, 125, 136–138], разрешение остающихся на настоящий момент технических сложностей применения метода (таких как выполнение накостного остеосинтеза при дистракции КС с помощью специальных статичных приспособлений) лежат в сфере усовершенствования хирургической техники, разработки новых инструментов, имплантатов, новых конструкций для дистракции КС, в том числе, дистракционных аппаратов внешней фиксации.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В процессе исследования была использована методология системного анализа результатов клинического осмотра, инструментальной диагностики (рентгенографии, компьютерной томографии, статистической обработки данных. Само диссертационное исследование было построено на изучении и обобщении современных данных мировой литературы по лечению пациентов с переломами дистального метаэпифиза лучевой кости, оценке степени изученности и актуальности темы. Согласно поставленной цели и задачам, был разработан план диссертационной работы, определен объект исследования и подобран комплекс необходимых современных методов исследования.

Настоящее исследование состоит из двух частей – экспериментальной и клинической. Проведение исследования одобрено независимым локальным этическим комитетом ГБУЗ «Московский клинический научно-практический центр имени А.С. Логинова» ДЗМ (протокол №2/2013 от 01.02.2013). Набор пациентов осуществляли в период с февраля 2013 по март 2020 гг.

### 2.1. Материалы и методы экспериментального исследования

Цель экспериментальной части исследования – изучить изменение топографо-анатомических соотношений элементов КС и эргономику артроскопии в условиях distraction в АВФ. Исследование проводили на телах умерших на базе патолого-анатомического отделения ГБУЗ «Городская клиническая больница №29 им. Н.Э. Баумана» ДЗМ. Критерием включения было наступление биологической смерти за 2–3 суток (максимальный срок) до проведения исследования. Критерием невключения было наличие предшествовавшего исследованию перелома ДМЭЛК. В исследование включено 16 трупных верхних конечностей (6 мужчин, 2 женщины). Средний возраст умерших составил 65,4 (стандартное отклонение  $\pm 4,5$  года), все исследованные тела были нормостенического телосложения. Все топографо-анатомические и эргономические измерения производили билатерально, на обеих конечностях, с последующим расчетом средних значений.

### 2.1.1. Артроскопические порты (доступы)

Наиболее часто артроскопию КС производят в положении пациента лежа на спине с отведением плеча до 90°, локоть согнут под прямым углом, запястье в нейтральном положении. После фиксации кисти к тракционной установке на коже маркером помечали топографо-анатомические ориентиры сухожилий разгибателей, бугорка Листера и других костных образований [126].

Стандартные порты расположены преимущественно на тыльной поверхности КС в связи с отсутствием там значимых нейрососудистых структур, а также большей толщиной ладонных связок по сравнению с дорсальными [122]. Дорсальные порты обычно обозначают в зависимости от «компарментов» (топографо-анатомический термин, введенный F.Netter и соавторами [147], не имеющий аналога в русском языке) сухожилий разгибателей, между которыми они располагаются [126].

К стандартным портам относят 1–2, 3–4, 5–6 и 6R. Первый порт, 1–2, расположен между сухожилиями длинной мышцы, отводящей большой палец кисти (*abductor pollicis longus*, АВРЛ) и коротким разгибателем большого пальца кисти (*extensor pollicis brevis*, ЕРВ) с радиальной стороны и сухожилиями лучевых разгибателей запястья с другой стороны (Рисунки 6 и 7). Этот порт дает достаточный обзор дорсальной поверхности капсулы и локтевой части сустава.

Порт 3–4 один из наиболее удобных и часто используемых портов. Он расположен между сухожилием длинного разгибателя большого пальца кисти (*extensor pollicis longus*, ЕРЛ), на 1 см дистальнее бугорка Листера, и сухожилиями общего разгибателя пальцев (*extensor digitorum communis*, ЕДС) (Рисунок 7). Этот порт позволяет осмотреть весь сустав и крайне полезен при диагностических манипуляциях.

Порт 6R расположен между сухожилиями локтевого разгибателя запястья (*extensor carpi ulnaris*, ЕСУ) и разгибателя мизинца (*extensor digiti minimi*, ЕДМ) (Рисунок 8), совместно с портом 3–4 он позволяет хирургу получить полный обзор

КС. Чередование оптики и инструментов в этих двух портах позволяет выполнить подавляющее большинство манипуляций.

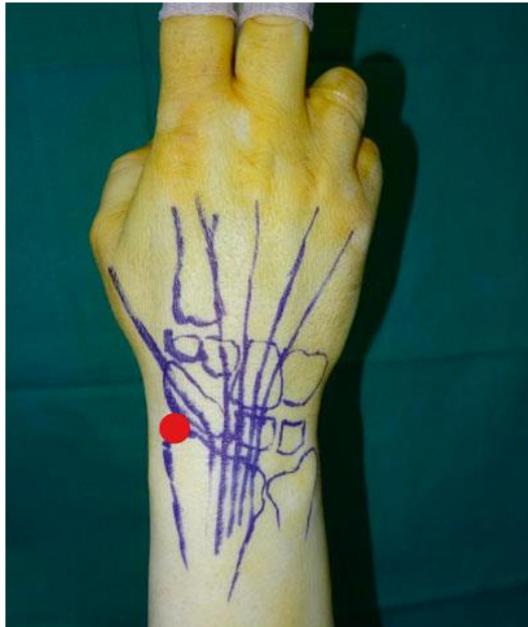


Рисунок 6 - Красной точкой на фотографии обозначен порт 1-2, расположенный между первым компартментом и лучевыми разгибателями запястья [126]

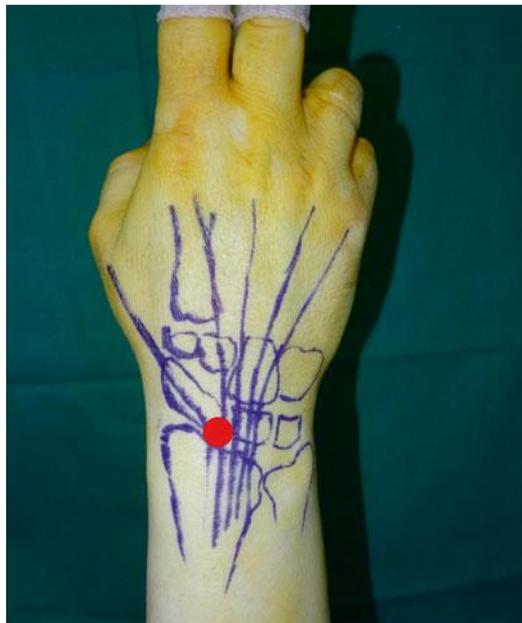


Рисунок 7 - Красной точкой на фотографии обозначен порт 3-4, расположенный между сухожилиями EPL и EDC, на 1 см дистальнее бугорка Листера [126]

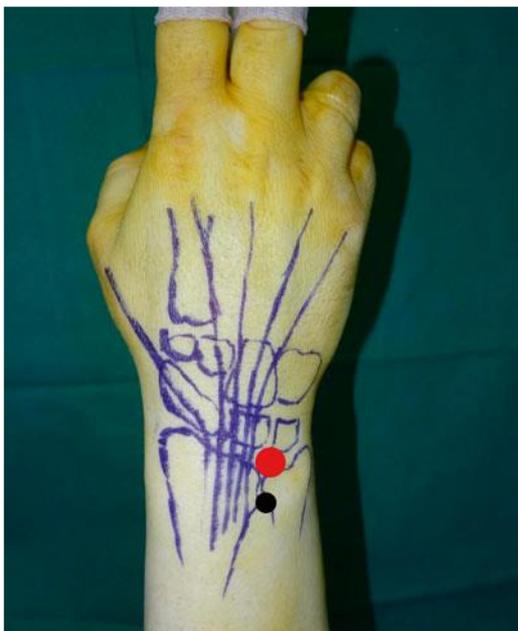


Рисунок 8 - Красной точкой на фотографии обозначен порт 6R, расположенный между сухожилиями EDM и ECU. Черной точкой проксимальнее обозначен порт дистального лучелоктевого сустава [126]

Последним стандартным портом является 6U, который расположен с локтевой стороны сухожилия локтевого разгибателя запястья (*extensor carpi ulnaris*, ECU). Через этот порт достигается достаточный обзор тыльной поверхности капсулы и лучевого отдела сустава, 6U также позволяет обработать артрорезектором разрывы треугольного фиброхрящевого комплекса (*triangular fibrocartilage complex*, TFCC). Во время формирования данного порта важно помнить о близком расположении поверхностной ветви локтевого нерва.

К другим дорсальным портам относят порт S-T, расположенный дистальнее порта 1–2, он позволяет осмотреть ладьевидно-трапезиевидный сустав, и порт дистального лучелоктевого сустава (*articulatio radioulnaris distalis*, ARUD) - DRU-порт, расположенный на 1 см проксимальнее порта 6R, непосредственно под TFCC. DRU-порт обеспечивает оптимальный обзор дистального лучелоктевого сустава и проксимальной части TFCC, поэтому полезен в случаях, когда необходима визуализация головки локтевой кости, а также при шве TFCC [156].

Последние два порта, расположенные на тыльной поверхности кисти, – среднезапястные, один расположен с локтевой стороны головки головчатой кости и поэтому называется MCU (*midcarpal ulnaris*), а другой – с лучевой стороны, на 1 см дистальнее порта 3–4 и называется MCR (*midcarpal radialis*) (Рисунок 9). Оба эти порта могут быть использованы для введения как артроскопа, так и хирургических инструментов.

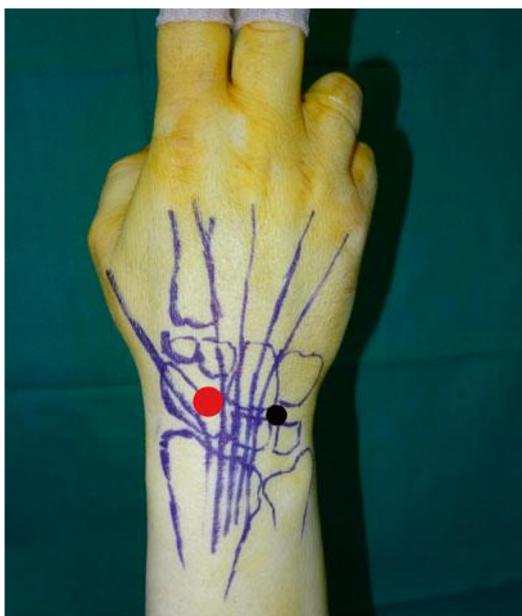


Рисунок 9 - Красной точкой на фотографии обозначен порт MCR, расположенный радиальнее головчатой кости; черной точкой обозначен порт MCU [126]

Также описаны ладонные порты, одним из которых является радиальный ладонный порт (*volar radial portal, VRP*), расположенный непосредственно под синовиальным влагалищем сухожилия лучевого сгибателя запястья (*flexor carpi radialis, FCR*) с радиальной стороны. При использовании этого доступа необходимо помнить о ладонной ветви срединного нерва, лежащей с локтевой стороны сухожилия. Второй ладонный порт – локтевой (*volar ulnar portal, VUP*), расположен проксимальнее шиловидного отростка локтевой кости и медиальнее локтевой артерии и нерва. Он находится с локтевой стороны сухожилия локтевого сгибателя запястья (*flexor carpi ulnaris, FCU*) между ладонными локтевыми связками и местом прикрепления TFCC.

В таблице 3 представлены анатомические образования, доступные в поле зрения основных артроскопических портов при использовании оптики диаметром 2,7 мм при идеальных условиях исследования. Стоит отметить, что синовит, переломы, разрывы связок и узкий КС могут ограничивать эти условия, в таких случаях для адекватной оценки состояния КС необходимо одновременное использование нескольких портов [122].

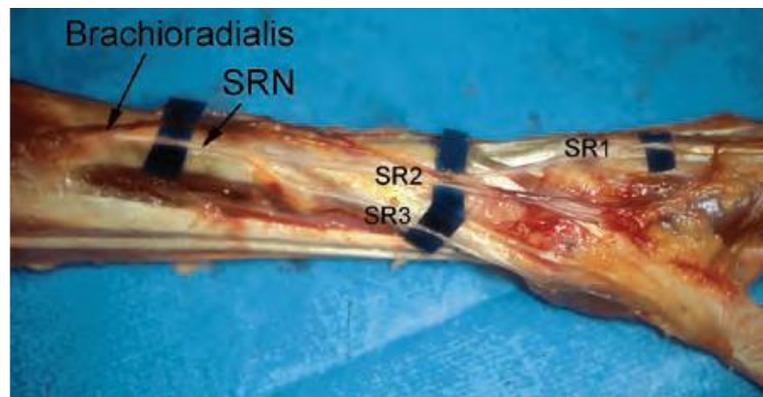
Таблица 3 - Анатомические образования, доступные в поле зрения основных дорсальных портов через артроскоп диаметром 2,7 мм при идеальных условиях исследования [122]

Порталы	Обзор
1–2	<p>Визуализация структур ограничена радиальной стороной запястья</p> <p><b>Лучевая кость:</b> суставная поверхность (ладьевидная и полулунная фасетки), дорсальный край.</p> <p><b>Запястье:</b> ладьевидная кость (проксимальная и лучевая поверхность), полулунная кость (проксимальная поверхность).</p> <p><b>Ладонная часть суставной капсулы:</b> луче-ладьевидно-головчатая (radioscaphocapitatum, RSC) связка, длинная луче-полулунная (radiolunatum, LRL) связка, короткая луче-полулунная (radioscafoideum, LSR) связка.</p> <p><b>Дорсальная часть суставной капсулы:</b> тыльная лучезапястная связка (ligamentum radiocarpalis dorsale, LRCD).</p> <p>Треугольный фиброхрящевой комплекс (TFCC): плохо визуализируется.</p>
3–4	<p>Практически полный панорамный вид на всю ладонную поверхность КС</p> <p><b>Лучевая кость:</b> суставная поверхность (ладьевидная и полулунная фасетки), ладонный край.</p> <p><b>Запястье:</b> проксимальные поверхности ладьевидной и полулунной костей, дорсальная и проксимальная части ладьевидно-полулунной межкостной связки (ligamentum scapholunatum interosseum, LSLI).</p> <p><b>Ладонная часть суставной капсулы:</b> луче-ладьевидно-головчатая (radioscaphocapitatum, RSC) связка, луче-ладьевидно-полулунная (radioscapholunatum, RSL) связка, локте-полулунная (ulnolunatum, LUL) связка.</p> <p><b>Дорсальная часть суставной капсулы:</b> место прикрепления тыльной лучезапястной связки (ligamentum radiocarpeum dorsale, LRCD) к ладьевидно-полулунной межкостной связке (ligamentum scapholunatum interosseum, LSLI).</p>

<i>Продолжение таблицы 3</i>	
Порталы	Обзор
3–4	<b>Треугольный фиброхрящевой комплекс (TFCC):</b> место прикрепления к лучевой и локтевой костям, центральная часть, ладонная и тыльная луче-локтевые связки (palmar and dorsal radioulnar ligaments, PRUL и DRUL), прешиловидный карман [126].
4–5	Обзор локтевой поверхности КС, включая TFCC, он также удобен для введения инструментов совместно с портом 6R. <b>Лучевая кость:</b> полулунная фасетка, ладонный край лучевой кости. <b>Запястье:</b> проксимальная часть полулунной кости, трехгранная кость, тыльная и мембранозная полулунно-трехгранные связки (lunotriquetral ligament, LTIL). Ладонная часть суставной капсулы: LRS, LRL, LUL. Дорсальная часть суставной капсулы: плохо визуализируется. <b>Треугольный фиброхрящевой комплекс (TFCC):</b> место прикрепления к лучевой и локтевой костям, центральная часть, LRUP, прешиловидный карман ± гороховидно-трехгранное отверстие.
6R	Прямой вид на тыльную LTIL и, как правило, используется для введения инструментов или оттока ирригационной жидкости. <b>Лучевая кость:</b> хорошо визуализируется. <b>Запястье:</b> проксимальная часть полулунной кости, трехгранная кость, тыльная и мембранозная LTIL. <b>Ладонная часть суставной капсулы:</b> LUL и локте-трехгранная связка (ulnotriquetral ligament, LUT). Дорсальная часть суставной капсулы: плохо визуализируется. <b>Треугольный фиброхрящевой комплекс (TFCC):</b> место прикрепления к лучевой и локтевой костям, центральная часть, LRUP, прешиловидный карман ± гороховидно-трехгранное отверстие.
6U	Преимущественно используется для оттока ирригационной жидкости, но также удобен для дебридмента разрывов ладонной LTIL совместно с ладонным локтевым порталом (volar ulnar (VU) portal). <b>Лучевая кость:</b> осмотр затруднен, сигмовидная вырезка (вырезка головки локтевой кости). <b>Запястье:</b> проксимальная часть трехгранной кости, мембранозная LTIL. Ладонная часть суставной капсулы: ULL и ULT. Дорсальная часть суставной капсулы: LRCD. <b>Треугольный фиброхрящевой комплекс (TFCC):</b> тыльный край и место прикрепления к лучевой кости.

### 2.1.2. Хирургическая анатомия дорсальных артроскопических портов

Основными анатомическими элементами, которые следует учитывать при формировании артроскопических портов, являются артерии и нервы. Помимо основных крупных нервов (локтевой, срединный) и артерий (лучевая и локтевая) есть чувствительные нервные ветви. Чувствительная кожная ветвь лучевого нерва выходит из-под плечелучевой мышцы (*musculus brachioradialis*) и делится на главную ладонную и главную дорсальную (тыльную) ветви (Рисунок 10). Аналогично чувствительная ветвь – тыльная (дорсальная) кожная ветвь – отходит от локтевого нерва.



*Условные обозначения: SR1 – небольшая дорсальная ветвь; SR2 – главная дорсальная ветвь; SR3 – главная ладонная ветвь; Brachioradialis – плечелучевая мышца.*

Рисунок 10 - Ветви SRN [122]

Большинство исследований не изучали возможные изменения во взаиморасположении анатомических элементов, возникающих при дистракции КС. Нами была поставлена задача изучить на кадаверном материале возможные негативные изменения в топографии сосудисто-нервных и сухожильных элементов КС в условиях его дистракции при помощи спицевого аппарата внешней фиксации, что и составило экспериментальную часть нашего исследования.

Самыми используемыми являются порты, расположенные на тыльной поверхности КС, поэтому после аккуратного отделения кожного лоскута и обнажения области лучезапястного сустава намечали расположение каждого дорсального артроскопического порта.

скопического порта (Рисунки 11–16). Далее измеряли расстояния от каждого тыльного артроскопического порта до наиболее значимых поверхностно расположенных структур (поверхностной ветви лучевого нерва, сухожилий APL, EPB, ECRB и ECRL, дорсальной ветви локтевого нерва), а также длину основания «треугольника», образованного сухожилиями длинного разгибателя большого пальца кисти и общего разгибателя пальцев и дистальным краем лучевой кости (Рисунки 12, 13).

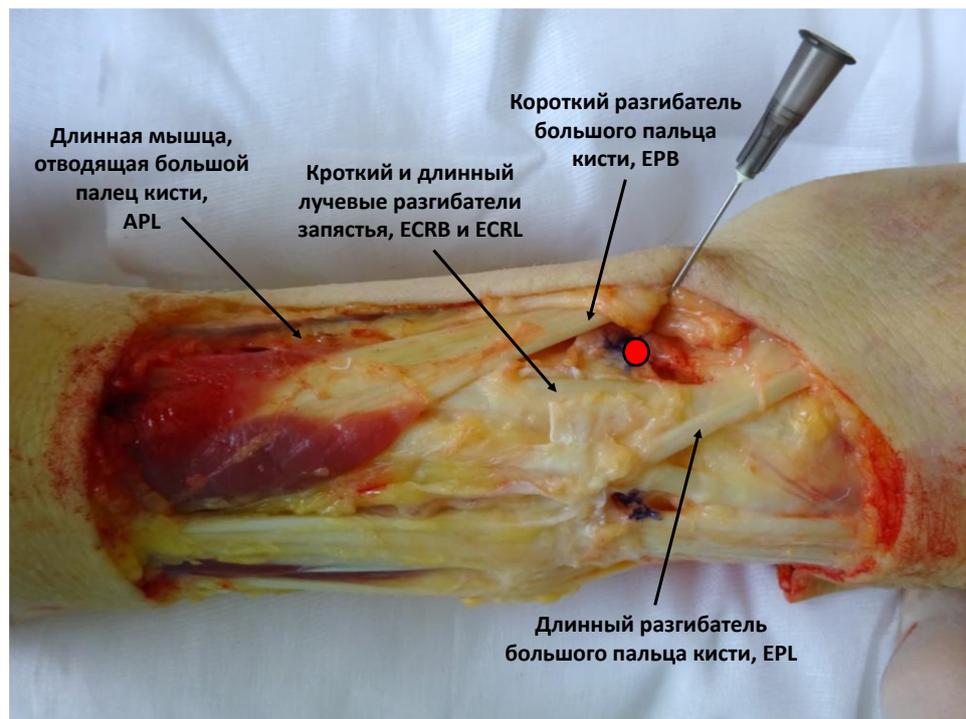


Рисунок 11 - Расположение порта 1–2

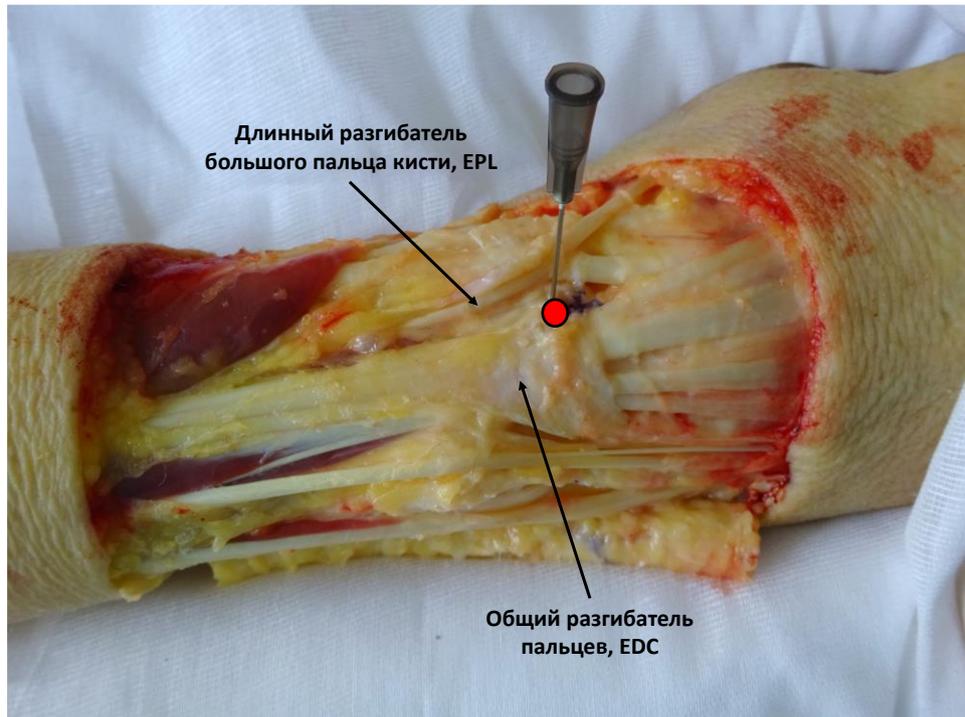


Рисунок 12 - Расположение порта 3–4

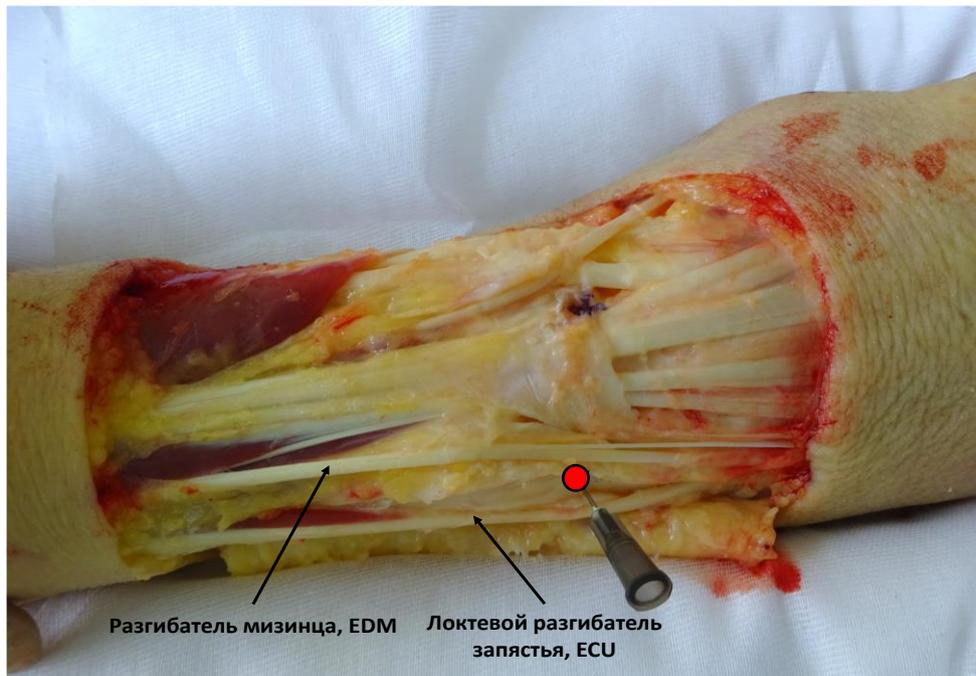


Рисунок 13 - Расположение порта 6R

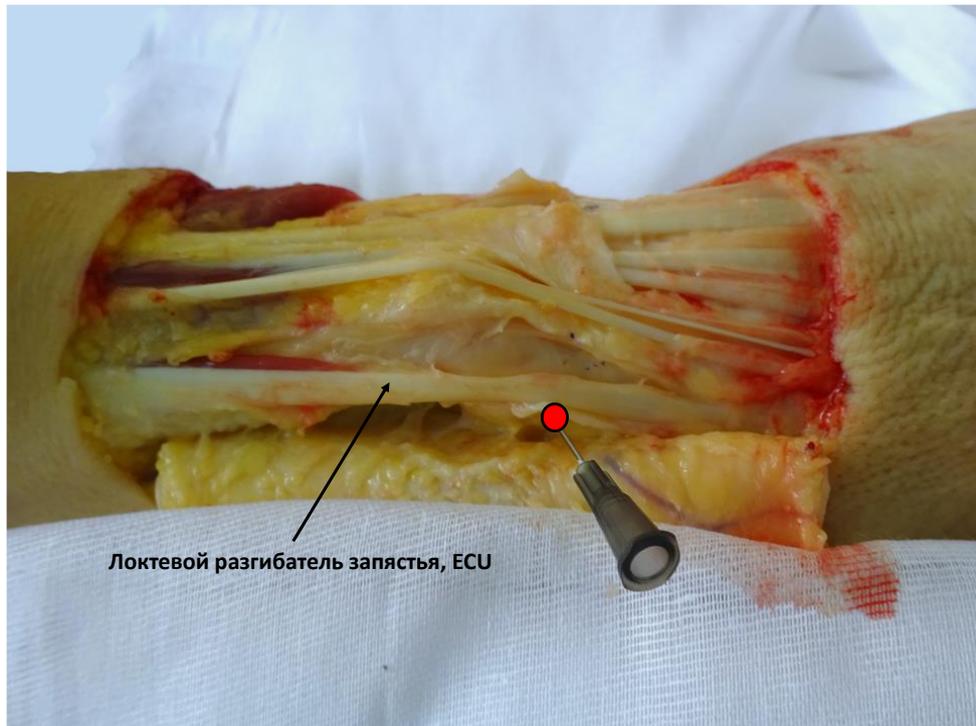


Рисунок 14 - Расположение порта 6U

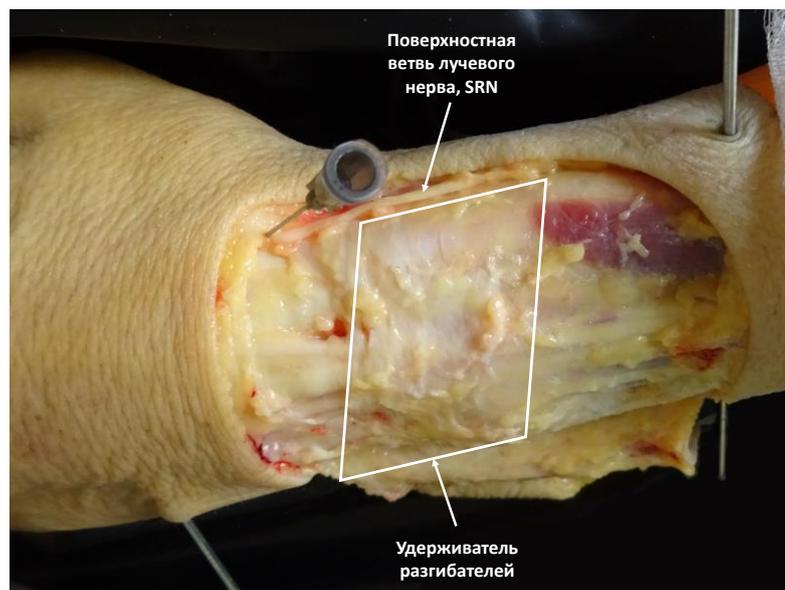


Рисунок 15 - Расположение поверхностной ветви лучевого нерва

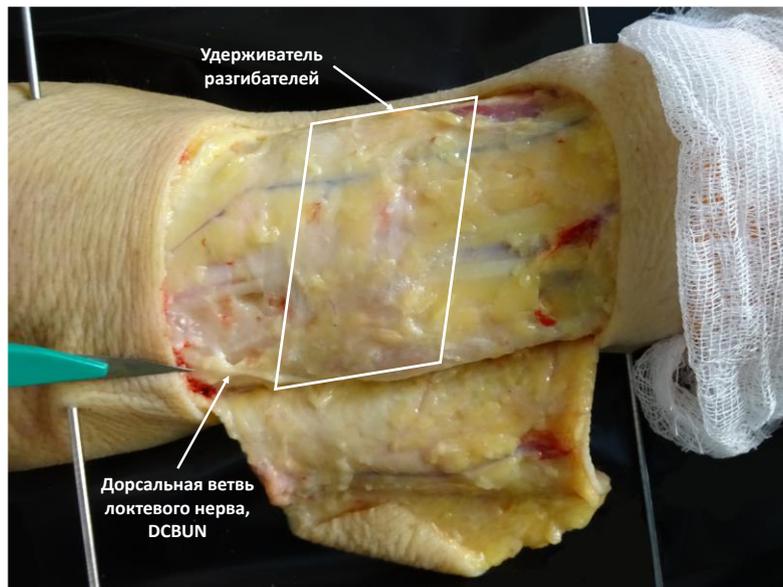


Рисунок 16 - Расположение дорсальной ветви локтевого нерва

Затем КС фиксировали в АВФ, который представлял собой два соединенных резьбовыми стержнями полукольца аппарата Илизарова диаметром до 15 см, смонтированных на двух параллельно расположенных спицах. Дистальную спицу проводили через II и V пястные кости (минуя III и IV пястные кости), проксимальную – через лучевую кость, перпендикулярно к ее оси (Рисунок 17). Поскольку расположение полуколец АВФ возможно как с тыльной, как и с ладонной стороны КС были оценены возможности и удобство выполнения артроскопии КС при этих вариантах установки аппарата.



Рисунок 17 - Смонтированный АВФ

По этой причине следующим этапом осуществляли артроскопию КМ с использованием всех дорсальных портов. Для оценки удобства проведения манипуляции в условиях наложенного АВФ производили клинико-экспериментальную стереометрическую оценку эргономики дорсальных эндодоступов с определением угла наклона артроскопа (УНА) относительно перпендикуляра к поверхности кисти в точке каждого порта, а также возможности осмотра всех элементов КС (Рисунок 18).

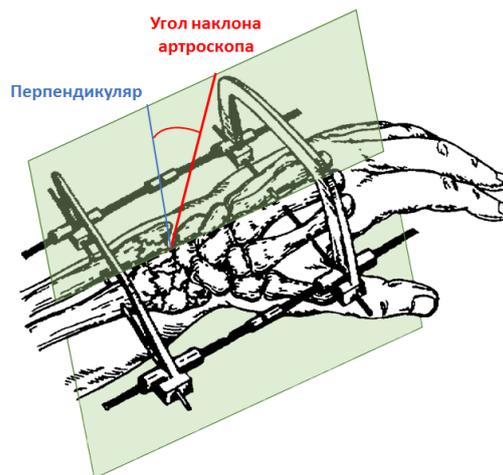


Рисунок 18 - Угол наклона артроскопа (схема)

## 2.2. Материалы и методы клинического исследования

Клиническая часть выполнена как нерандомизированное проспективное исследование и построена на анализе результатов лечения 98 пациентов с внутрисуставными переломами дистального метаэпифиза лучевой кости, прошедших лечение в период с 2012 по 2020 гг. на клинических базах факультета фундаментальной медицины МГУ имени М.В. Ломоносова.

Критерии включения в исследование:

- возраст  $\geq 18$  лет
- изолированный перелом
- поступление пациента не позднее 7 суток с момента травмы
- оскольчатый внутрисуставной характер перелома ДМЭЛК со смещением суставной поверхности лучевой кости  $\geq 2$ мм

Критерии невключения в исследование:

- открытые переломы типа II-III по Gustilo-Anderson [66]
- патологические переломы ДМЭЛК (связанные с множественными системными переломами)
- повторные переломы
- наличие тяжелых сопутствующих заболеваний (сахарный диабет, нейро-сосудистые нарушения, выраженный атеросклероз сосудов верхних конечностей).

В результате отбора в исследование были включены 98 пациентов с внутрисуставными переломами ДМЭЛК. Протокол обследования включал осмотр пациента, сбор анамнеза травмы, рентгенографию КС в двух стандартных проекциях (прямой и боковой). Также выполняли рентгенограммы в косых проекциях: снимок запястья в косой тыльной (ульнарной) проекции, когда исследуемая конечность прилежит к кассете ульнарным краем, при этом тыльная поверхность кисти образует с плоскостью кассеты угол в  $45^\circ$ . Пучок рентгеновского излучения направляют на локтевое возвышение запястья (Рисунок 19). На рентгенограмме наиболее четко выявляются

гороховидная, трехгранная кость и крючок крючковатой кости, а также шиловидный отросток лучевой кости, основание и тело I пястной кости.



Рисунок 19 - Положение запястья для выполнения рентгенографии в тыльной (ульнарной) проекции

Снимок кистевого сустава в косой ладонной (ульнарной) проекции. Кисть прилежит к кассете ульнарным краем, отклонена кпереди; ладонная ее поверхность образует с поверхностью кассеты угол в  $45^\circ$  (Рисунок 20). Пучок рентгеновского излучения направлен на проекцию межзапястного сустава.



Рисунок 20 - Положение запястья для выполнения рентгенографии в косой ладонной (ульнарной) проекции

При грубых смещениях использовали т. н. «суставные» проекции, при которых предплечье приподнято под углом  $30^\circ$  к горизонтальной плоскости (Рисунки 21, 22). Эти проекции позволяют оценить суставные поверхности лучевой кости. Специфическое положение запястья обусловлено анатомическими особенностями суставной поверхности (наклон суставной фasetки лучевой кости, радиоульнарный и волярный углы).

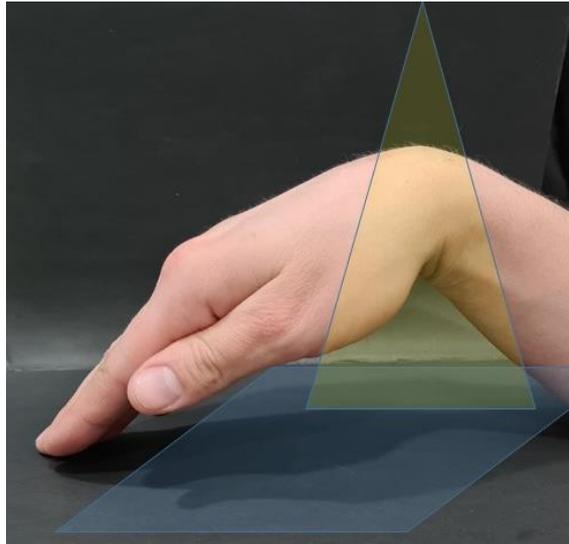


Рисунок 21 - Положение запястья для выполнения рентгенографии в прямой «суставной» проекции

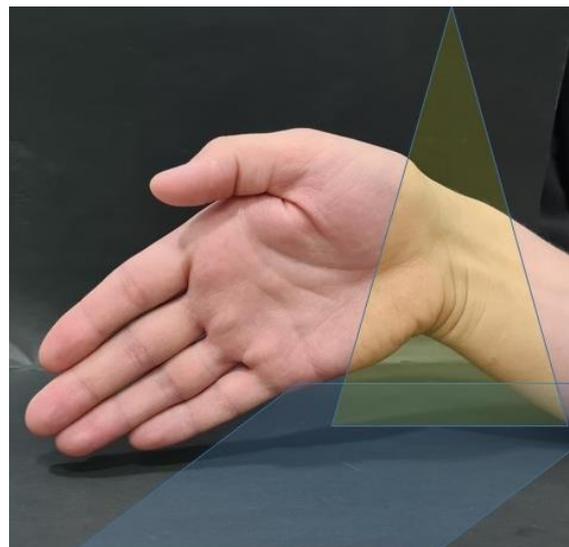


Рисунок 22 - Положение запястья для выполнения рентгенографии в боковой «суставной» проекции

Для оценки смещения тыльных отломков применяется так называемая «тангенциальная» проекция на которой хорошо видны смещения отломков, затрагивающих Листеровский бугорок [115]. Также эта проекция исключительно важна, чтобы оценить выстояние дистальных концов винтов (Рисунок 23).

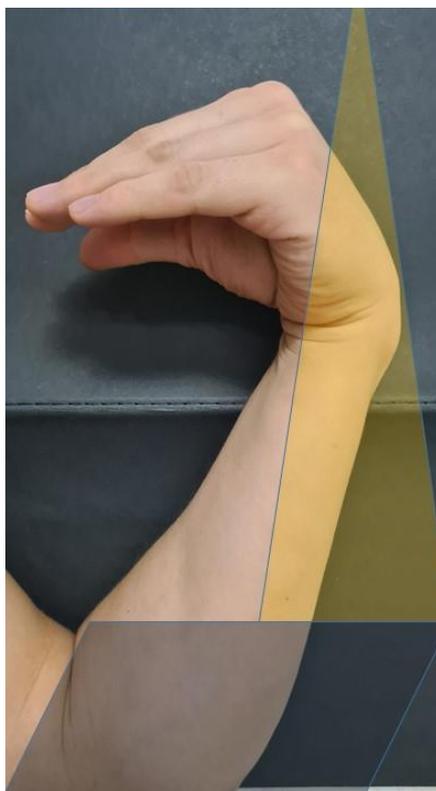


Рисунок 23 - Положение запястья для выполнения рентгенографии в «тангенциальной» проекции [115]

Если у пациента перелом носил многооскольчатый характер, выполняли КТ кистевого сустава ( $n=35$ , 35,7%).

Средний возраст пациентов составил  $50,28 \pm 17,48$  лет, наиболее молодому пациенту было 18 лет, наиболее пожилому – 80 лет. 51 пациент (52%) был мужского пола, 47 (48%) – пациентов женского пола. 32 пациента были старше 60 лет (32,7%), из них 17 были женского пола (53,2%). Распределение включенных пациентов по возрасту во всем исследовании и в группах представлено на рисунках 24–25.

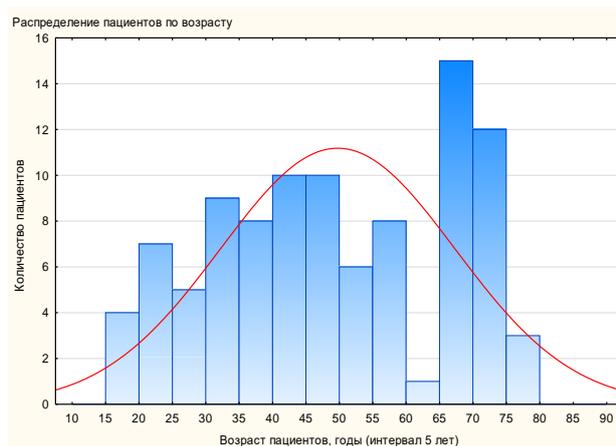


Рисунок 24 - Распределение исследуемых пациентов по возрасту

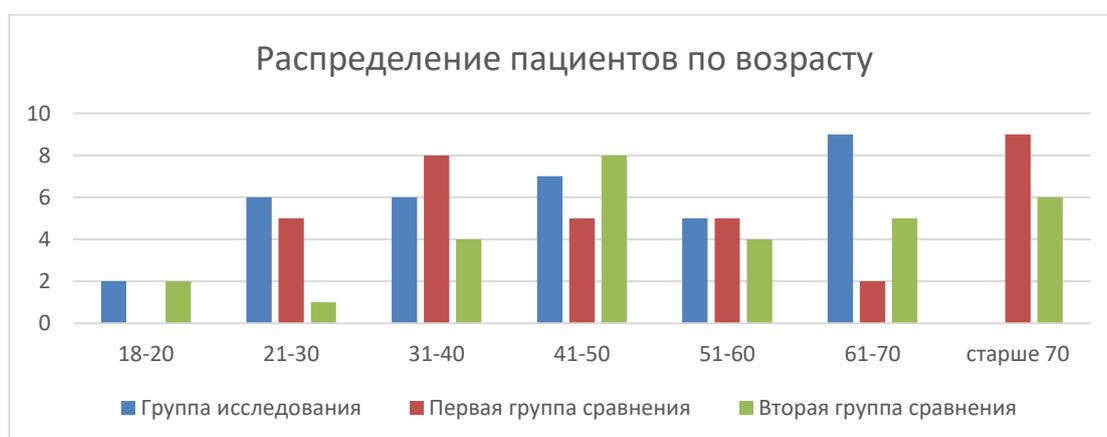


Рисунок 25 - Распределение пациентов по возрасту в исследуемых группах

У всех включенных в исследование пациентов была травмирована доминантная конечность. У 41 (41,8%) пациента был перелом типа С, согласно классификации АО-ОТА [105], остальные имели перелом типа В.

### 2.2.1. Распределение пациентов на исследуемые группы.

Все исследуемые пациенты были распределены на три группы.

Пациентам первой группы (группа исследования, n=34), при поступлении в стационар под проводниковой анестезией (межлестничная блокада 20-30 мл 1% раствора лидокаина) КС фиксировали в АВФ, описанном ранее, без попыток закрытой ручной репозиции. Под контролем ЭОП выполняли distraction КС до 3-5 миллиметрового расширения суставной щели. Через, в среднем, 3,3 суток (размах

от 1 до 6 суток) выполняли оперативное вмешательство, на начальном этапе которого производили доступ вдоль сухожилия лучевого сгибателя запястья (Flexor Carpi Radialis - FCR) к лучевой кости, репозицию крупных отломков с их фиксацией спицами под визуальным и рентгенологическим (ЭОП) контролем, после чего выполняли артроскопию для оценки репозиции и наличия мягкотканых повреждений кистевого сустава. При необходимости проводили дебридмент, при выраженных повреждениях треугольного фиброзно-хрящевого комплекса выполняли его шов методикой inside-out. Завершали оперативное лечение выполнением остеосинтеза лучевой кости ладонной пластиной с угловой стабильностью винтов. Распределение пациентов группы исследования по типу перелома по классификации АО/ASIF представлено на рисунке 26.



Рисунок 26 - Распределение пациентов группы исследования типу перелома по классификации АО/ASIF [105]

Для оценки эффективности предложенной методики лечения были сформированы две группы сравнения, по 34 и 30 пациентов, соответственно. При поступлении в стационар пациентам этих двух групп под местной анестезией 10–15 мл 1% раствора лидокаина выполняли закрытую ручную репозицию отломков, после которой накладывали тыльную гипсовую лонгету от верхней трети предплечья до пястно-фаланговых суставов. Через несколько суток (в среднем 3,7 суток, размах от 1 до 7 суток) выполняли оперативное вмешательство, но его характер в группах отличался.

Пациентам второй группы (первая группа сравнения, n=34) на первом этапе вмешательства КС фиксировали в АВФ, по описанной ранее методике, после чего производили доступ FCR к лучевой кости, репозицию крупных отломков с их фиксацией спицами под визуальным и ЭОП контролем, после чего выполняли артроскопию (аналогично группе исследования). Завершали оперативное лечение выполнением остеосинтеза лучевой кости ладонной пластиной с угловой стабильностью винтов. Распределение пациентов первой группы сравнения по типу перелома по классификации АО/ASIF представлено на рисунке 27.



Рисунок 27 - Распределение пациентов первой группы сравнения по типу перелома по классификации АО/ASIF [105]

Пациентам третьей группы (вторая группа сравнения, n=30) сразу выполняли доступ FCR к лучевой кости, открытую репозицию и остеосинтез лучевой кости волярной пластиной с угловой стабильностью винтов. Артроскопическое сопровождение не проводили. Распределение пациентов второй группы сравнения по типу перелома по классификации АО/ASIF представлено на рисунке 28.



Рисунок 28 - Распределение пациентов второй группы сравнения по типу перелома по классификации АО/ASIF [105]

У 41 (41,8%) пациента был перелом типа С, согласно классификации АО-ОТА [104], остальные имели перелом типа В. Распределение всех включенных в исследование пациентов по типу перелома по классификации АО/ASIF представлено в таблице 4.

Таблица 4 - Распределение пациентов по типу перелома по классификации АО/ASIF [105]

	Группа исследования			Первая группа сравнения			Вторая группа сравнения			Всего
Перелом тип В	20			19			18			
В1-В2-В3	2	6	12	1	8	10	2	6	10	
Перелом тип С	14			15			12			41
С1-С2-С3	3	6	5	5	6	4	3	5	4	

Пластина с угловой стабильностью винтов была представлена в двух вариантах: с предустановленными углами (67,3%, 66 наблюдений) и с возможностью полиаксиального введения винтов (32,7%, 32 наблюдения). Контроль репозиции при помощи ЭОП осуществляли, используя стандартные рентгенографические укладки (Рисунки 19 и 21). Для контроля положения винтов (исключения пенетрации внутрь сустава) и репозиции внутрисуставных отломков использовали т. н. «суставные» проекции. Всем пациентам во время операции использовали пневматический турникет, наложенный на среднюю треть плеча с давлением не более 250 мм рт. ст.

Дизайн исследования представлен схематично на рисунке 29.

	Группа 1 (группа исследования - 34 пациента)	Группа 2 (первая группа сравнения – 34 пациента)	Группа 3 (вторая группа сравнения - 30 пациентов)
при поступлении в стационар	<ul style="list-style-type: none"> <li>• межлестничная блокада</li> <li>• фиксация КС в АВФ с дистракцией до 3-5 мм расширения суставной щели ЛЗС</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• закрытая ручная репозиция под местной анестезией</li> <li>• иммобилизация при помощи тыльной гипсовой лонгеты от верхней трети предплечья до пястно-фаланговых суставов</li> </ul>	
Предоперационный период (1-5 суток)			
оперативное лечение	<ul style="list-style-type: none"> <li>• репозиция отломков</li> <li>• фиксация отломков спицами</li> <li>• артроскопия ЛЗС</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• фиксация КС в АВФ с дистракцией до 3-5 мм расширения суставной щели ЛЗС</li> </ul>
доступ к лучевой кости по Непгу, остеосинтез лучевой кости волярной пластиной с угловой стабильностью винтов			

Рисунок 29 - Схема дизайна клинического исследования

### 2.2.2. Оценка проведенного лечения.

Эффективность методики оценивали по восстановлению рентгеноанатомических ориентиров лучевой кости, объективным и субъективным характеристикам функции КС, по частоте ранних и отдаленных осложнений. Функциональный результат оценивали через 3, 6 и 12 месяцев после оперативного лечения. Объективными показателями функции КС считали диапазон движений в КС (амплитуда движений), оцененный при помощи гониометра (Рисунок 30), и индекс силы кистевого хвата, измеренный при помощи пружинного динамометра (Рисунок 31). Поскольку эти показатели уникальны для каждого человека, послеоперационное значение выражали в процентном отношении от показателя на здоровой руке.

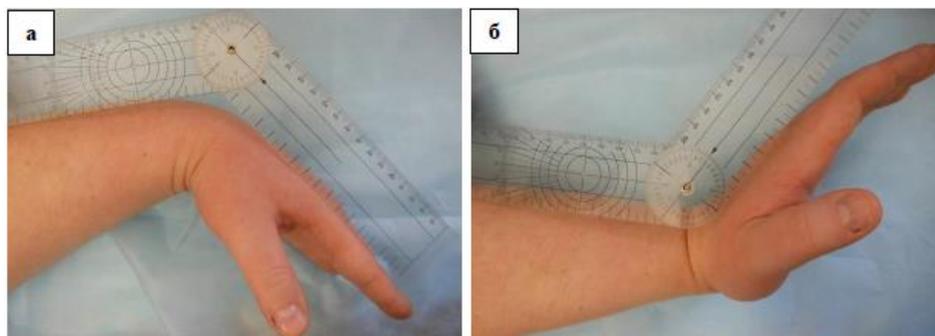


Рисунок 30 - Измерение амплитуды активных движений в кистевом суставе:  
*а)* амплитуда сгибания; *б)* амплитуда разгибания



Рисунок 31 - Методика динамометрии измерения силы кистевого хвата

Для субъективной оценки функции верхней конечности использовали опросник DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand). Заполняя анкету DASH, пациент отвечал на 30 вопросов, описывающих ежедневную бытовую активность, и ранжируя ее от 1 до 5 баллов, где под «1» подразумевается отсутствие каких-либо затруднений при выполнении задачи, а под «5» - невозможность выполнения поставленной задачи ввиду как ограничения движения в суставах верхней конечности, так и наличия болевого синдрома. Согласно последним рекомендациям The Institute for Work & Health (IWH - разработчика DASH), итоговое значение от 0 до 29 баллов следует рассматривать как реконвалесценцию. В последнюю могут включаться как «отличные» (0 до 15 баллов), так и «хорошие» результаты (от 16 до 29 баллов), что допускает сохранение слабого болевого синдрома, который, тем не менее, не мешает пациенту вернуться к прежнему уровню физической активности [71]. «Удовлетворительный» результат от 30 до 39 означает возможность выполнения простейших манипуляций травмированной конечностью. Результат от 40 и выше расценивается как «неудовлетворительный» и соответствует недееспособной конечности.

Все результаты, полученные в ходе исследования, были занесены в базу данных Microsoft Excel. Математическую обработку всех полученных данных проводили с использованием параметрических методов. Стандартную статистическую обработку осуществляли при помощи программ Statistica ver.12.5 и Jamovi ver.2.2.2, при этом в качестве основных показателей для сравнительного анализа применяли среднее значение ( $M$ ) и стандартное отклонение ( $\sigma$ ). Анализ повторных измерений внутри каждой группы проводили непараметрическим аналогом дисперсионного анализа с повторными измерениями с апостериорным тестом (критерием Фридмана + post-hoc анализ Тьюки). Для сравнения двух групп по количественным признакам использовали  $U$ -критерий Манна – Уитни. За пограничный уровень значимости приняли  $p < 0,05$ .

Сравнения производили между группами попарно: сравнивали группу исследования поочередно с двумя группами сравнения и группы сравнения между собой.

Таким образом, были изучены объективные критерии сравнения:

1. индекс силы кистевого хвата;
2. сгибание кисти в кистевом суставе;
3. разгибание кисти в кистевом суставе;
4. пронация и супинация предплечья.

Все вышеперечисленные показатели были оценены в % от показателя на здоровой конечности здоровой конечности.

В качестве субъективного критерия сравнения был использован показатель DASH.

### **2.2.3. Метод хирургического лечения больных с оскольчатый внутрисуставным переломом ДМЭЛК с артроскопическим сопровождением в условиях дистракции в АВФ**

Оперативное лечение проводили при положении больного лежа на спине, травмированную конечность укладывали на рентгенопрозрачную подставку. Верхнюю конечность отводили под углом в  $90^\circ$ . В качестве анестезии во всех случаях использовали проводниковую межлестничную блокаду плечевого сплетения.

### 2.2.3.1 Техника оперативного вмешательства при переломах типа В

При переломах типа В (в исследовании представлены пациенты только с типом перелома В3) при наличии крупных фрагментов оперативное вмешательство начинали с проведения артроскопии КС в условиях внешней фиксации через стандартные порты. Поскольку предплечье жестко не фиксировали, то артроскопия кистевого сустава была возможна как в вертикальном, так и в горизонтальном положении предплечья. Для первичного осмотра кистевого сустава использовали порт 3–4. Для проведения дебридмента при помощи артроскопического резектора использовали порты 6R и 4-5, после чего оценивали состояние суставных поверхностей. Дебридмент проводили исключительно в водной среде; во время репозиции внутрисуставных отломков наличие водной среды не считали необходимым.

Суставная поверхность на шиловидном отростке лучевой кости служила ориентиром для выравнивания смежных фрагментов, прежде всего, для фрагментов полулунной ямки. Минимальные смещения устраняли при помощи *joy-stick maneuver*. Крупные фрагменты суставной поверхности фиксировали спицами, считая репозицию удовлетворительной при наличии «ступеньки» и/или расхождения отломков, не превышающих 0,5 мм.

Следующим этапом оперативного вмешательства выполняли фиксацию перелома ладонной пластиной с угловой стабильностью винтов. Для доступа к зоне перелома использовали модифицированный оперативный доступ FCR (между сухожилием лучевого сгибателя запястья и лучевой артерией) с волнообразным расширением в области лучезапястного сустава (Рисунок 32).

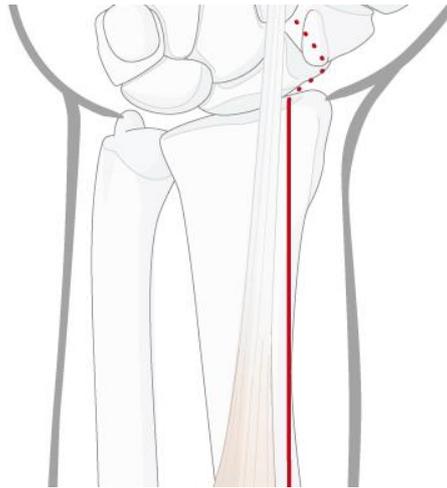


Рисунок 32 - FCR доступ [48]

После кожного разреза сухожилие лучевого сгибателя отводили в локтевую сторону, вскрывали глубокую фасцию, сухожилия сгибателей отводили в лучевую сторону. Квадратный пронатор вскрывали Г-образным разрезом по лучевому краю, обнажая волярную поверхность лучевой кости. Крупные фрагменты суставной поверхности фиксировали спицами под контролем ЭОП. Остеосинтез начинали с фиксации пластины винтом в овальном отверстии к диафизу лучевой кости. После закрепления пластины на диафизе фиксировали дистальные отломки винтами.

Контроль пенетрации суставной поверхности субхондрально расположенными винтами также осуществлялся при помощи ЭОП и артроскопически.

### **2.2.3.2. Техника оперативного вмешательства при переломах типа С**

Поскольку многочисленные разрушения суставной поверхности способствуют проникновению жидкости в мягкие ткани, жидкостную артроскопию проводили под давлением не более 100 мм водного столба и, в основном, для дебридмента; непосредственно репозицию суставных отломков производили в «сухой» среде.

Первым этапом осуществляли артроскопию КС, которую начинали с формирования порта 3–4. При оскольчатом переломе ДМЭЛК часто нарушаются анатомические взаимоотношения, поэтому при формировании последующих портов разрез мягких тканей предваряли введением инъекционной иглы с визуализацией ее

артроскопом. Затем формировали порт 6R, поскольку он оказался одним из самых удобных для осмотра при внутрисуставной репозиции отломков. При опоре на головку локтевой кости (при ее целостности) в этом положении можно исключить нарушение репозиции отломков, осуществляемой, преимущественно, через порт 3–4, давлением или движением тубуса артроскопа. Поскольку предплечье жестко не фиксировано, то оперируемую конечность располагали так, как удобно хирургу.

Из-за анатомического строения связочного аппарата КС наибольшее смещение при дистракции наблюдали у дорсальных отломков суставной поверхности лучевой колонны (за счет более мощных и малорастяжимых волярных связок КС). Этот эффект наблюдали в 52,9% (18 наблюдений) у пациентов группы исследования и у 29,4% (10 наблюдений) пациентов первой группы сравнения.

Крупные фрагменты фиксировали спицами, для дальнейшей репозиции было необходимо провизорно установить волярную пластину. При массивных разрушениях пластину фиксировали к диафизу лучевой кости на 2 винтах, чтобы не допустить подвижности пластины перед следующим хирургическим этапом.

Ориентиром для восстановления суставной поверхности лучевой кости считали ее волярный фрагмент, к которому непосредственно прилежит пластина. Это связано с тем, что после установки металлофиксатора, фрагмент становится менее подвижным и подверженным вторичному смещению. Далее через дистальные отверстия пластины проводили спицы Киршнера для провизорной фиксации центрального фрагмента и тыльного края. Действия по репозиции и фиксации отломков проводили в следующем порядке: проведение через технологические отверстия пластины спиц Киршнера с провизорной фиксацией волярного края (при этом спица не выходит за пределы волярного отломка), затем при помощи артроскопического щупа устраняли смещение тыльного фрагмента с окончательной фиксацией этой же спицей, проведенной «глубже».

Устранение депрессии фрагментов тоже осуществляли при помощи артроскопического щупа. Последовательность действий при устранении депрессии волярного и тыльного отломка не отличалась от аналогичной при элевации фрагментов. Депрессия центрального суставного отломка была выявлена в 9 наблюдениях при

переломах типа С3: в 5 (14,7%) наблюдениях в группе исследования и в 4 (11,8%) наблюдениях в первой группе сравнения. Ей уделяли особое внимание, так как этот отломок не фиксирован связками к элементам кистевого сустава и его смещение неустранимо при дистракции, также он нестабилен и может сместиться в зону дистального метаэпифиза, откуда артроскопически извлечь его невозможно. Отломок приподнимали щупом из центральной зоны, для предупреждения его проваливания в зону метаэпифиза устанавливали несколько субхондральных винтов через пластину (в 8 случаях (88,9%) достаточно было 2 винтов, в 1 случае – использовали 3 винта). После блокирования винтов в пластине центральный отломок укладывали на свое место с опорой на эти винты. Во всех случаях сохранялось незначительное (около 1 мм) дистальное смещение суставного отломка. Смещение устраняли, форсировано прижав отломок импактором после установки субхондральных винтов. Фиксацию крупных фрагментов осуществляли и вне пластины также при помощи тонких спиц (4 (11,6%) наблюдения в группе исследования, 3 (8,8%) наблюдения в первой группе сравнения, 5 (19,7%) наблюдений во второй группе сравнения) и винтов диаметром 2 мм (по 1 наблюдению в группе исследования и во второй группе сравнения, 2,9% и 3,3%). Завершали остеосинтез установкой остальных дистальных винтов диаметром 2 мм с блокированием их в пластине и окончательной фиксацией ее к диафизу.

Для контроля положения и длины винтов и предупреждения повреждения сухожилий разгибателей пальцев и кисти (при избыточной длине винтов) после завершения остеосинтеза выполняли рентгенографию при помощи ЭОП в «суставных» проекциях (Рисунки 21–23).

### **2.2.3.3. Хирургические манипуляции при мягкотканых повреждениях**

После окончательной фиксации отломков лучевой кости для панорамного осмотра, а также для исключения пенетрации дистальных винтов в полость сустава КС артроскоп устанавливали в порт 3–4. В настоящем исследовании оценивали повреждение TFCC, ладьевидно-полулунной и полулунно-трехгранной связки. При наличии повреждений выполняли их дебридмент, при выраженном повреждении

ладьевидно-полулунной связки осуществляли диафиксацию ладьевидной и полулунной костей спицами Киршнера. Свидетельством необходимости проведения данной фиксации считали рентгенографический признак Shenton [128] - нарушение непрерывности дуги проксимальных костей запястья, возникающее при тракции за пальцы на дистракционной башне (Рисунок 33) (аналогично этот признак наблюдали при дистракции КС в АВФ). Признак Shenton был выявлен в 24 наблюдениях: в группе исследования - 12 больных (35,3%) и в первой группе сравнения - 12 пациентов (35,3%).

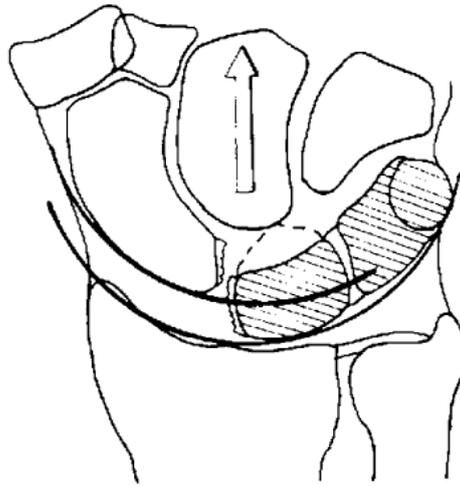


Рисунок 33 - Признак полного разрыва ладьевидно-полулунной связки по Shenton [128]

После окончательной артроскопической и рентгеноскопической оценки репозиции АВФ демонтировали. Послеоперационную рану чаще ушивали послойно наглухо без оставления послеоперационного дренажа (76 пациентов, 77,6%), в остальных случаях (22 пациента, 22,4%) - послеоперационная рана была дренирована по Редону в течение первых 24 часов.

## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### 3.1. Результаты и обсуждение экспериментальной части исследования

Результатами настоящего исследования установлено, что тыльная поверхность КС имеет значительные преимущества над ладонной при формировании артроскопических доступов. Прежде всего это связано с различной плотностью расположения анатомических элементов - сухожилий, сосудов и нервов. Собственная фасция задней поверхности области запястья утолщается и образует удерживатель разгибателей, дистальный край которого соответствует положению суставной щели КС. Удерживатель разгибателей посредством «перегородок» срастается с тыльной поверхностью локтевой и лучевой костей, в результате чего образуется 6 костно-фиброзных каналов – компартментов.

Относительную безопасность всех портов оценивали с учетом того, что в процессе прижизненного исследования наличие отека мягких тканей и дислокация костных отломков за счет перелома затрудняют выявление мягкотканых анатомических ориентиров, что и обуславливает стандартизованный подход в формировании портов.

Наибольшего внимания требовал порт 1–2, так как при его использовании возникает риск повреждения чувствительной ветви лучевого нерва ввиду ее анатомического расположения. Чувствительная ветвь лучевого нерва выходит из-под плечелучевой мышцы приблизительно на 50 мм проксимальнее шиловидного отростка лучевой кости и распадается на 2 главные ветки - дорсальную (тыльную) и волярную, на расстоянии в среднем  $46 \pm 14$  мм от него. Среднее расстояние от места формирования порта до этих двух ветвей составило:  $3 \pm 1,4$  мм (размах 1–6 мм) до волярной ветви и  $4 \pm 2,3$  мм (размах 2–9 мм) до дорсальной ветви. Лучевая артерия располагалась в среднем в  $3,4 \pm 1,7$  мм от места формирования порта (размах 1–6 мм).

Ветки SRN, прилежащие с лучевой стороны к порту 3–4, расположены достаточно далеко от него для обеспечения безопасного доступа: среднее расстояние составило  $14 \pm 4,5$  мм (размах 6–20 мм). При этом среднее расстояние до лучевой ар-

терии от порта 3–4 достигает  $25 \text{ мм} \pm 3,7 \text{ мм}$  (размах 12–31 мм). Таким образом, показанные результаты позволяют считать порт 3–4 одним из самых «безопасных» при проведении артроскопии.

Порт 4-5 достаточно «безопасен» - риск травмирования чувствительных ветвей RNS невелик. Тыльная кожная ветвь локтевого нерва (RDNU) отходит от локтевого нерва на расстоянии около  $58 \pm 14 \text{ мм}$  (размах 32-65 мм) проксимальнее головки локтевой кости и становится подкожной на расстоянии в среднем  $50 \pm 12 \text{ мм}$  (размах 38-71 мм) от гороховидной кости, затем косо проходит над головкой локтевой кости и делится на 2-4 ветви (в среднем на 2,5 ветви), которые обеспечивают кожную чувствительность локтевой части кистевого сустава, а также четвертого и пятого пальцев.

Среднее расстояние от порта 6R до веточек RDNU составило в нашем исследовании около  $2 \pm 1,6 \text{ мм}$  (размах 1-7 мм), в связи с чем мы считаем высоковероятным повреждение кожных веточек локтевого нерва при формировании этого порта.

В нашем исследовании среднее расстояние от порта 6U до проходящих рядом чувствительных веточек локтевого нерва составило  $4 \pm 1,9 \text{ мм}$  (размах 2-7 мм) с лучевой стороны и  $3 \pm 1,8 \text{ мм}$  (размах 2-9 мм) - с локтевой.

Установлено, что порт 3-4 является наиболее «безопасными» (в 100% наблюдений расстояния от артроскопического порта до сухожилий или нейрососудистых структур превышали установленное пороговое значение в 1 см), поэтому в итоговую таблицу расстояния от этого порта не выносились (Таблица 5).

Расстояния от портов 1-2 и 6R до прилежащих нервов и сухожилий в 100% наблюдений были меньше 1 см (Таблица 5). Самым «опасным» был признан порт 1-2 – среднее расстояние до поверхностной ветви лучевого нерва составило всего  $3 \pm 1,4 \text{ мм}$  (размах 1-6 мм).

Каких-либо значимых изменений топографо-анатомических соотношений элементов КС в условиях его дистракции при помощи АВФ до 3-5 миллиметрового расширения суставной щели (среднее значение - 4 мм) в процессе эксперимента получено не было (Таблица 5). Установлено, что удерживатель разгибателей

прочно фиксирует сухожилия, препятствуя их смещению при внешнем воздействии. Подкожные поверхностная ветвь лучевого нерва и дорсальная ветвь локтевого нерва, растягиваясь, не меняли своего расположения и риск их повреждения не возрастал.

Таблица 5 - Расстояния от портов 1-2 и 6R до прилежащих нервов и сухожилий (красным выделены наиболее близкие («опасные») к анатомическим элементам порты)

Среднее значение расстояния	До монтажа АВФ (мм)	Минимальное и максимальное значение (мм)	После монтажа АВФ (мм)	Минимальное и максимальное значение (мм)	p
от порта 1-2 до ближайшей поверхностной ветви лучевого нерва	3	1-6	3	1-6	0,98
от порта 1-2 до сухожилий APL и EPB	4,5	2-7	4	2-6	0,68
от порта 1-2 до сухожилий ECRB и ECRL	4	3-8	4	3-8	0,95
от 3 до 4 компартмента	8	6-9	6	4-8	0,25
от 6R до ближайшей дорсальной ветви локтевого нерва	2	1-9	2	1-9	0,93
Условные обозначения: АВФ – аппарат внешней фиксации; APL (Abductor Pollicis Longus) – длинная мышца, отводящая большой палец кисти; ECRB (Extensor Carpi Radialis Brevis) - короткий лучевой разгибатель запястья; ECRL (Extensor Carpi Radialis Longus) - длинный лучевой разгибатель запястья; EPB (Extensor Pollicis Brevis) - короткий разгибатель большого пальца кисти.					

Всего было выполнено 16 экспериментальных операций. При выполнении артроскопии использовались дорсальные порты и оптика переднебокового видения 30°. В этих условиях УНА в пределах 45° во всех наблюдениях позволил осмотреть все необходимые внутрисуставные элементы. Также установлено, что УНА в пределах 30° в 100% наблюдений позволяет выполнить любые диагностические манипуляции на поврежденном КС. В процессе исследования определено, что при УНА более 30° суставной хрящ повреждается жестким артроскопическим тубусом-шах-

той в 56,2% наблюдений (9 наблюдений из 16, 95% ДИ 33,2-76,9%), а при УНА более 60° травмирование внутрисуставных элементов происходит в 100% наблюдений. Повреждение возникает вследствие небольших размеров суставной щели КС.

Также были оценены тыльное и ладонное расположение полуколец АВФ. Тыльное расположение использовали в 10 (62,5%) наблюдениях. При этом положении полуколец разрез удобно осуществлять по волярной поверхности КС. Однако поскольку большинство артроскопических портов расположены дорсально, подобное расположение ограничивает манипуляции артроскопом. Во всех наблюдениях УНА не мог быть более 45°, что, однако, не мешало осмотру элементов кистевого сустава. Сравнительный анализ тыльного и ладонного расположения полуколец АВФ (тыльное расположение использовали в 10 (62,5%) наблюдениях) показал, что при тыльном положении полуколец удобнее осуществлять разрез мягких тканей по волярной поверхности КС.

Сопоставление между собой полученных экспериментальных данных показало, что использование АВФ в режиме distraction позволяет добиться нужного расширения суставной щели для проведения артроскопических манипуляций без применения какого-либо дополнительного оборудования и не ограничивает их лечебно-диагностические возможности. АВФ обеспечивает полноценную постоянную и/или управляемую тракцию; более того, уже на этом этапе устраняются наиболее грубые смещения костных отломков, что способствует их более полноценной репозиции на этапе погружного остеосинтеза.

Таким образом, экспериментальная модель исследования показала возможность и удобство выполнения полноценной артроскопии КС в условиях внешней фиксации. Предложенная модель внешней фиксации не влияла на топографо-анатомическое соотношение элементов КС и позволяла наклонить артроскоп на 45°, что значительно больше оптимального УНА ( $\leq 30^\circ$ ), позволяющего выполнить любые манипуляции на КС без повреждения суставного хряща.

Результаты работы свидетельствуют о том, что степень изменения топографо-анатомических взаимоотношений мягкотканых элементов лучезапястного сустава при использовании аппарата внешней фиксации лучезапястного сустава в режиме

дистракции не приводит к увеличению опасности повреждения этих элементов в ходе артроскопии. В условиях экспериментального вмешательства тыльное положение полуколец аппарата Илизарова не ограничивает возможности манипуляций и репозицию под артроскопическим контролем; в свою очередь, расположение полуколец на ладонной поверхности предплечья отрицательно влияет на эргономику проведения остеосинтеза лучевой кости.

## **3.2. Результаты и обсуждение клинической части исследования**

### **3.2.1. Данные оперативного лечения исследованных пациентов**

Время экспозиции турникета во время оперативного лечения составило не более 90 минут, среднее время составило  $43,5 \pm 10,3$  минуты. При наложении АВФ турникет не использовали. Длина кожного разреза варьировала от 6 до 12 см в зависимости от типа перелома, средняя длина составила  $8,8 \pm 2,2$  см.

#### **3.2.1.1. Результаты оперативного лечения в группе исследования**

Период нахождения в стационаре пациента до оперативного лечения составил  $4,6 \pm 2,3$  суток. Пациентам осуществляли артроскопию КС при помощи артроскопа диаметром 2,7 мм с углом зрения  $30^\circ$ . Для визуализации суставной поверхности лучевой кости в основном использовали порты 3-4 и 6R (у всех пациентов) и VR ( $n=11$ , 32,4%), для манипуляций – порты 4-5 ( $n=15$ , 44,1%), 6R и 3-4 (у всех пациентов). В 85,3% наблюдений ( $n=29$ ) артроскопию производили в жидкостной среде (использовали ток ирригационной жидкости с давлением не выше 100 мм водного столба).

Средняя длительность оперативного лечения составила  $79,2 \pm 10,8$  минут. При проникновении в полость КС осмотр был затруднен у 32 пациентов (94,1%) группы исследования из-за наличия гемартроза и разрушенных элементов (части связочного аппарата, мелкие костные фрагменты) кистевого сустава. Всем этим пациентам после удаления гемартроза потребовалось проведение дебридмента при по-

мощи артросектора, также оценивали состояние ладьевидно-полулунной, полулунно-треугольной связок, треугольного фиброзно-хрящевого комплекса. Наличие гемартроза затрудняло осмотр и увеличивало длительность оперативного вмешательства в среднем на  $16,5 \pm 7,3$  минуты.

При первичной провизорной фиксации отломков при пересечении линии перелома мы не проводили спицы Киршнера глубже 8-10 мм, что позволило устранить незначительные смещения, плохо видимые на ЭОП (Рисунок 34), используя артроскопический joy-stick maneuver. При более глубоком проведении спицы мы наблюдали потерю достигнутой репозиции после ее удаления в 6 наблюдениях (17,6%).

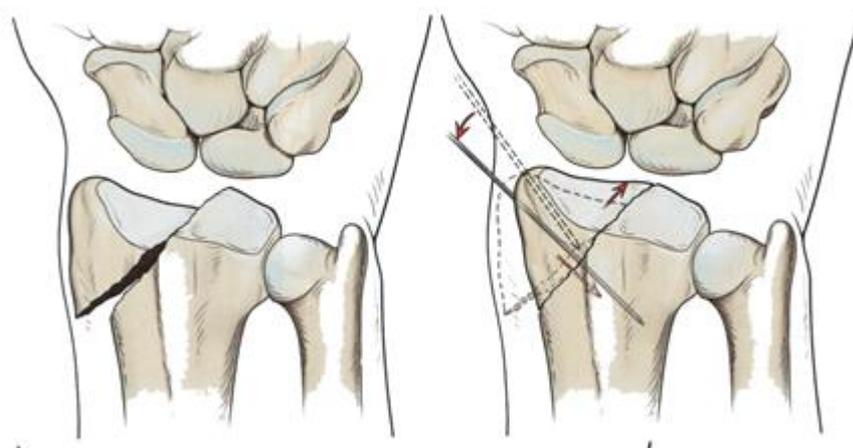


Рисунок 34 - Устранение грубых смещений при помощи joy-stick maneuver [122]

Если фрагментов, которые составляют полулунную фасетку, больше двух, то сначала фиксировали волярные фрагменты. Для фиксации отломков используются, как правило, 3-4 спицы Киршнера. Если избыточная тракция в АВФ препятствует репозиции, можно интраоперационно снизить дистракцию; аналогично можно добиться нужной лучевой или локтевой девиации кисти.

После подтверждения качества репозиции рентгенологически артроскопически было выявлено смещение отломков более, чем на 1 мм в 61,8% (95%ДИ 45-76,1%) наблюдений (n=21), что потребовало проведения дополнительной репози-

ции. Это свидетельствует о том, что почти в 2/3 наблюдений результаты рентгенографии были ложноположительные. Кроме того, в 14,7% (95%ДИ 9,4-33,7%) наблюдений (n=5) была обнаружена депрессия центрального фрагмента суставной поверхности лучевой кости. Несмотря на полноценную визуализацию, у 2 пациентов (5,9% (95%ДИ 0,65-20%)) не удалось осуществить артроскопическую элевацию центрального фрагмента в связи со значительными техническими трудностями, поэтому была выполнена артротомия с открытой репозицией отломков. При наличии депрессии центральных фрагментов попытки артроскопической репозиции значительно удлиняют и усложняют процедуру. Так средняя длительность операции у пациентов группы исследования при переломах типа С (n=14, 41,18%) составила  $75,2 \pm 12,1$  минуты, из них при наличии центральных фрагментов –  $86,0 \pm 10,0$  минут. Лечение пациента, у которого для репозиции отломка шиловидного отростка и центрального дефекта суставной поверхности лучевой кости был использован артроскопически контролируемый joy-stick maneuver, демонстрирует клиническое наблюдение №1.

При артроскопии повреждение TFCC было выявлено в 25,8% (95%ДИ 56,4-64,8%) наблюдений (n=20), при его разрывах выполняли либо дебридмент (n=7), либо шов TFCC (n=11) по методике inside-out. При разрыве ладьевидно-полулунной связки (n=12, 35,3% (95%ДИ 21,4-52,2%)) и полулунно-трехгранной (n=4, 11,8% (95%ДИ 4-27,2%)) осуществляли диафиксацию ладьевидной и полулунной костей спицами Киршнера в течение 6 недель. Полученная частота соответствует данным других исследователей [113, 143].

#### **3.2.1.1.1. Клиническое наблюдение №1**

Пациент Я. 1985 г.р., (история болезни №1754/2018) поступил через 3 часа после травмы с диагнозом «Закрытый внутрисуставной перелом дистального метаэпифиза правой лучевой кости с вывихом кисти, перелом шиловидного отростка лучевой кости справа (тип 21B1 по АО/ASIF)» (Рисунок 35).

При поступлении был выполнен монтаж АВФ на правое предплечье-кисть, (группа исследования), использовали тыльное положение полуколец. Монтаж

АВФ составил 18 минут. Под контролем ЭОП дана дистракция, удалось достигнуть устранения вывиха, грубого смещения отломков и допустимого расширения суставной щели КС (Рисунок 36).

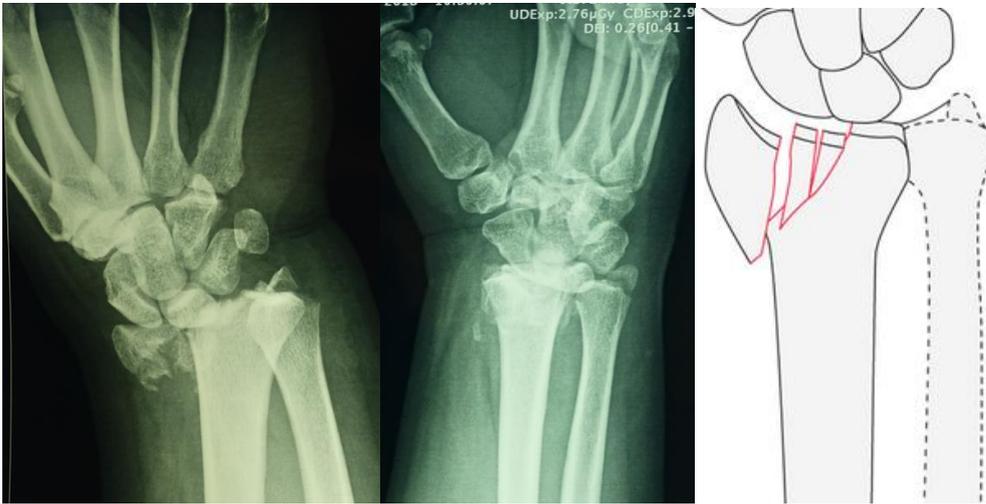


Рисунок 35 - Рентгенограммы кистевого сустава пациента Я. при поступлении



Рисунок 36 - Рентгенограмма КС пациента Я. в прямой проекции после монтажа АВФ

Через 3 суток выполнено оперативное лечение, начавшееся, согласно протоколу, с артроскопического этапа. Этот этап составил 27 минут. При артроскопии выявлен выраженный гемартроз, повреждение (но не разрыв) ладьевидно-полулунной связки, разволокнение TFCC. Выполнен дебридмент (Рисунок 37).

Отломок лучевой кости фиксирован провизорной спицей Киршнера, после чего начат следующий хирургический этап – остеосинтез пластиной с угловой стабильностью винтов (Рисунок 38).



Рисунок 37 - Артроскопическая картина при дебридменте. Видна разволокненная часть TFCC и перелом лучевой кости



Рисунок 38 - Интраоперационная рентгенограмма КС пациента Я. в прямой проекции (отломок шиловидного отростка лучевой кости фиксирован спицей)

Контрольная артроскопия выявила наличие дефекта в центральной области полулунной ямки. Была предпринята попытка заполнить образовавшийся дефект, однако, свободный фрагмент суставной поверхности найден не был. Был выполнен дебридмент, после которого было отмечено, что положение установленных винтов правильное, не выступающее в полость сустава (Рисунки 39, 40).



Рисунок 39 - Артроскопическая картина дефекта центрального фрагмента в суставной поверхности (веден установленный дистально винт)

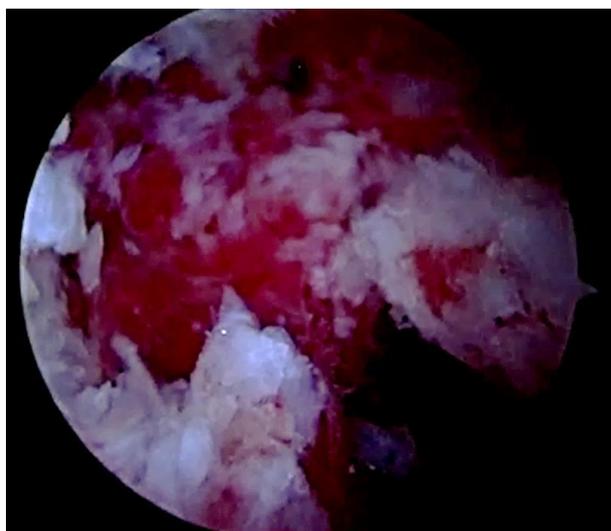


Рисунок 40 - Артроскопическая картина дефекта центрального фрагмента в суставной поверхности

Общее время оперативного вмешательства составило 92 минуты.

Восстановление функции оценивали через 3 месяца. Сила кистевого хвата составила 74% от неповрежденной стороны. В раннем послеоперационном периоде отмечено наилучшее восстановление функции сгибания в КС: уже через 3 месяца этот показатель составил 75,8%. Разгибательная функция восстанавливалась медленнее: через 3 месяца было достигнуто сгибание около 65% по сравнению с неповрежденной стороной. Показатель DASH составил 19,6 баллов.

Через 6 и 12 месяцев сохранялась тенденция лучшего восстановления функции сгибания, чем разгибания. Через год после оперативного вмешательства разгибание восстановилось до 92,5%, сгибание - до 94,2%, индекс силы кистевого хвата составила 90,2%, показатель DASH 7,6 баллов. Пациент–военнослужащий смог приступить к полноценным тренировкам и был допущен к сдаче нормативов по физической подготовке (Рисунки 41, 42).



Рисунок 41 - Разгибание в кистевом суставе через 12 месяцев после операции у пациента Я.



Рисунок 42 - Сгибание в кистевом суставе через 12 месяцев после операции у пациента Я.

### **3.2.1.2. Результаты оперативного лечения в первой группе сравнения**

Период нахождения в стационаре пациентов до оперативного лечения составил в среднем  $2,4 \pm 1,6$  суток. Для визуализации суставной поверхности лучевой кости использовали порты 3-4 и 6R (у всех пациентов) и VR ( $n=7$ , 20,6%), для манипуляций – порты 4-5 ( $n=12$ , 35,3%), 6R и 3-4 (у всех пациентов). В 73,5% наблюдений ( $n=25$ ) артроскопию производили в жидкостной среде (использовали ток ирригационной жидкости с давлением не выше 100 мм водного столба).

При проникновении в полость КС осмотр был затруднен у 28 пациентов (82,4%) первой группы сравнения. Всем пациентам после удаления гемартроза потребовалось проведение дебридмента при помощи артрорезектора.

После подтверждения качества репозиции рентгенографически, при артроскопии было выявлено смещение внутрисуставных отломков более чем на 1 мм в 70,6% (95%ДИ 43-71,1%) наблюдений ( $n=24$ ). Депрессия центрального фрагмента суставной поверхности лучевой кости была выявлена у 4 пациентов (11,8% (95%ДИ 6,6-21,6%)).

Время оперативного вмешательства возросло до среднего показателя в  $93,5 \pm 10,2$  минут. Тип перелома также влиял на срок проведения оперативного вмешательства: при переломах типа В ( $n=19, 55,9\%$ ) среднее время оперативного вмешательства составило  $90,0 \pm 12,9$  минут, при переломах типа С ( $n=15, 44,1\%$ ) -  $100,3 \pm 18,7$  минут.

При оценке травматических повреждений мягкотканых структур КС наиболее часто встречается разрыв TFCC, который был выявлен в  $64,7\%$  (95%ДИ 58,3-73,2%) наблюдений ( $n=22$ ). Тактика его лечения не отличалась от аналогичной в группе исследования: дебридмент выполнили у 13 пациентов, шов – у 8 пациентов. Одному пациенту проведена реинсерция TFCC в связи с полным отрывом.

Повреждения ладьевидно-полулунной связки отмечены у 11 пациентов –  $32,3\%$  (95%ДИ 20,1-52,7%) наблюдений. Повреждения полулунно-трехгранной связки выявлены у 3 пациентов –  $8,8\%$  (95%ДИ 5,1-23,9%) наблюдений. Хирургическое лечение пациента, у которого артроскопически было выявлено повреждение ладьевидно-полулунной связки продемонстрировано на примере Клинического наблюдения №2.

#### **3.2.1.2.1. Клиническое наблюдение №2**

Пациент К. 1978 г.р. (история болезни № 348/2017) поступил по направлению из травмпункта через 1 сутки после получения травмы с диагнозом «Закрытый оскольчатый внутрисуставной перелом дистального метаэпифиза лучевой кости левого предплечья перелом тип R21C1 по АО/ASIF». В травмпункте выполнена закрытая ручная репозиция, иммобилизация тыльной гипсовой лонгетой (Рисунки 43, 44).

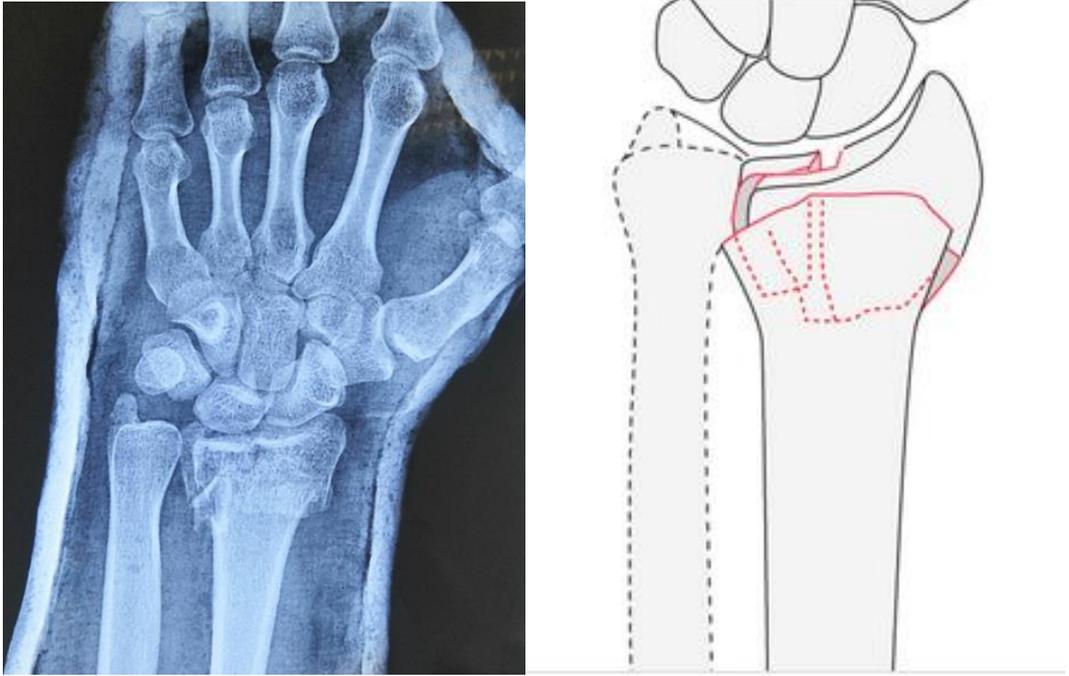


Рисунок 43 - Рентгенограмма в прямой (фронтальной) проекции кистевого сустава пациента К. при поступлении



Рисунок 44 - Рентгенограмма в боковой проекции кистевого сустава пациента К. при поступлении

Пациенту была выполнена операция на 4 сутки после поступления. АВФ был смонтирован в начале оперативного лечения (первая группа сравнения), использовали тыльное положение полуколец. Монтаж АВФ занял 12 минут. Под контролем ЭОП дана дистракция, удалось достичь устранения грубого смещения отломков и допустимого расширения суставной щели КС. При этом устранения смещения волярного клиновидного фрагмента не отмечено. Следующий этап, артроскопический, составил 27 минут. При артроскопии выявлен гемартроз, повреждение ладьевидно-полулунной связки, повреждение TFCC по типу 1А по Palmer, выполнен дебридмент. Крупные отломки фиксированы 3 провизорными спицами Киршнера, после чего начат следующий хирургический этап – остеосинтез пластиной с угловой стабильностью винтов. Контрольная артроскопия выявила сохраняющиеся смещение в области полулунной ямки более 1 мм, что было устранено импактором. Поскольку при артроскопии было выявлено повреждение ладьевидно-полулунной связки, была выполнена фиксация ладьевидно-полулунного сочленения спицей (Рисунки 45, 46). Общее время оперативного вмешательства составило 87 минут.

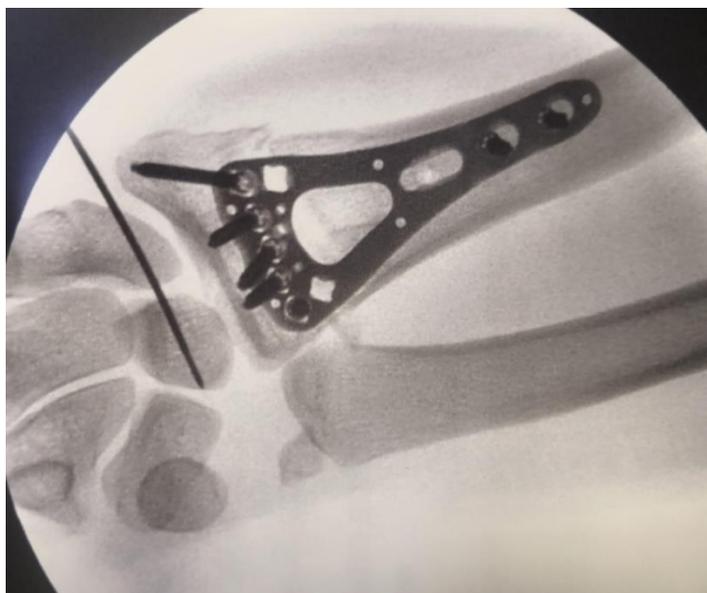


Рисунок 45 - Рентгенограмма в прямой проекции кистевого сустава пациента К. в конце операции

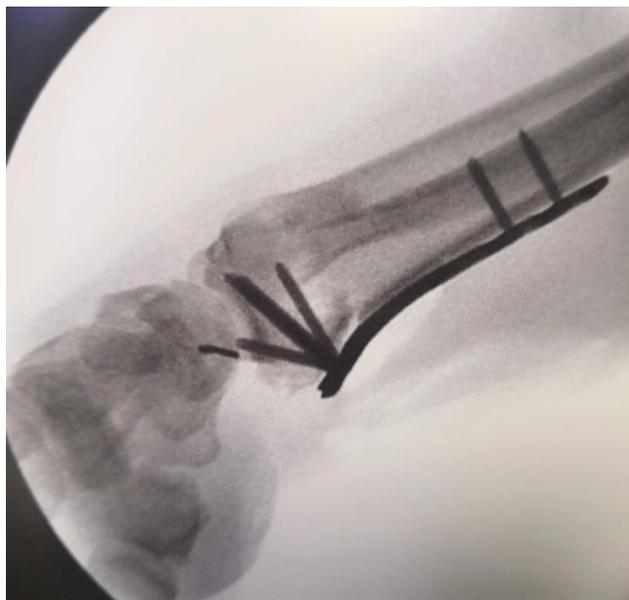


Рисунок 46 - Рентгенограмма в боковой проекции кистевого сустава пациента К. в конце операции

Спица была удалена через 5 недель. Восстановление функции оценивали через 3 месяца. Сила кистевого хвата составила 55% от здоровой конечности. В раннем послеоперационном периоде отмечено наилучшее восстановление функции сгибания в КС: уже через 3 месяца этот показатель составил 64,2%. Разгибательная функция восстанавливалась медленнее, через 3 месяца было достигнуто сгибание около 55,5% по сравнению с неповрежденной стороной. Показатель DASH, несмотря на ограничение сгибания, составил 21,4.

Через 6 и 12 месяцев сохранялась тенденция лучшего восстановления функции разгибания, чем сгибания. Через год после оперативного разгибание восстановилось до 93,5%, сгибание - до 96,0%, сила кистевого хвата составила 90,2%, показатель DASH 9,8. Несмотря на сохраняющееся незначительное ограничение сгибания в кистевом суставе, пациент остался удовлетворен результатом и не испытывал ограничений в своей повседневной активности (Рисунки 47, 48).



Рисунок 47 - Разгибание в кистевом суставе через 12 месяцев после операции



Рисунок 48 - Сгибание в кистевом суставе через 12 месяцев после операции

### **3.2.1.3. Результаты оперативного лечения во второй группе сравнения**

Период нахождения в стационаре пациента до оперативного лечения составил  $6,5 \pm 2,5$  суток. Средняя длительность оперативного вмешательства составила

64,3±15,9 минут: при переломах типа В (n=12, 40,0%) – 60,2±9,0 минуты, при переломах типа С (n=18, 60,0%) - 66,2±18,0 минут.

### 3.2.2. Сравнение результатов лечения между группами

Во всех группах отмечено достоверное постепенное улучшение показателей без драматического роста на каком-либо интервале времени (Рисунки 49-51).

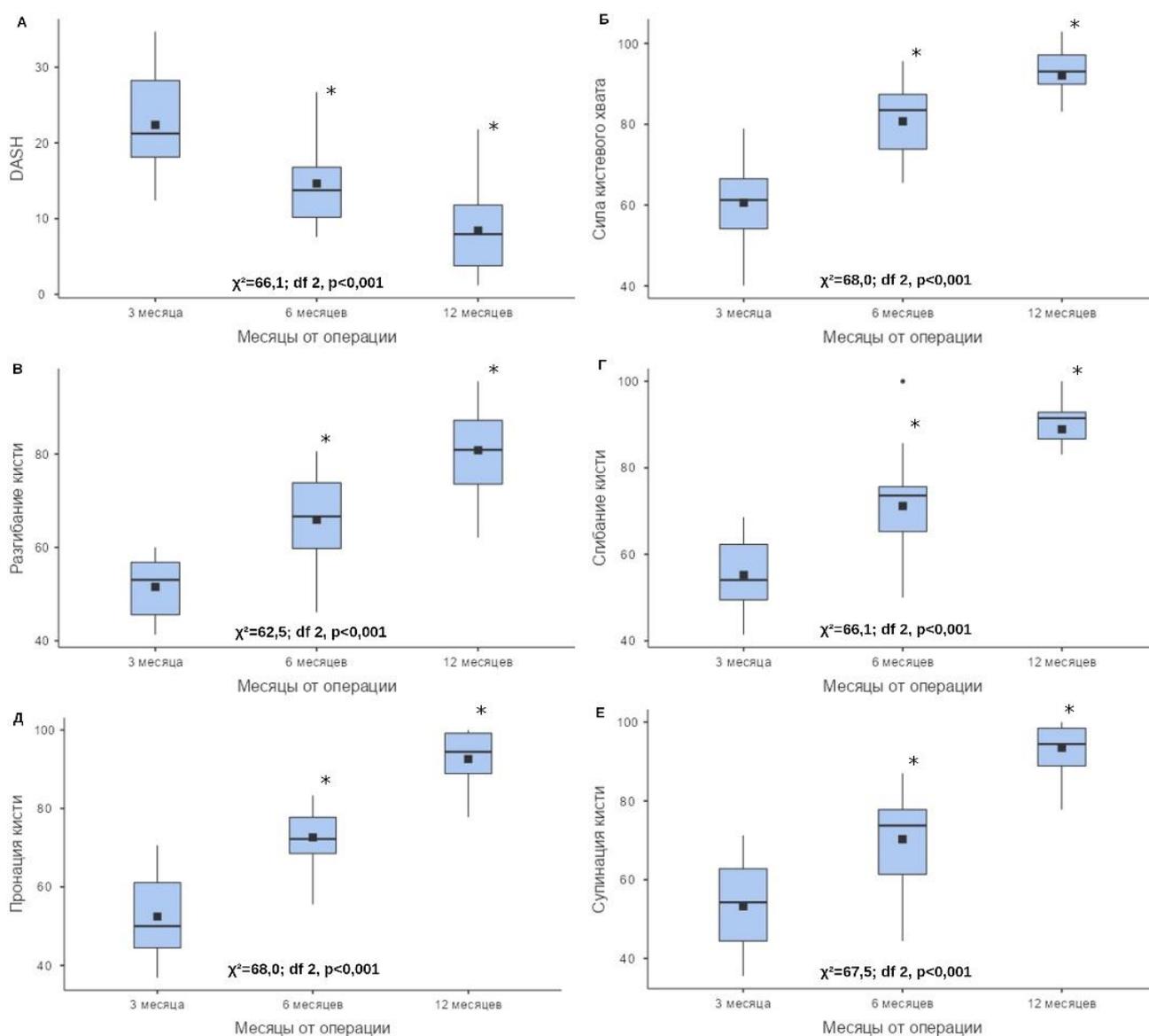


Рисунок 49 - Изменение показателей в группе исследования в период с 3 до 12 месяцев. Статистически значимые различия (от исходного) отмечены \*

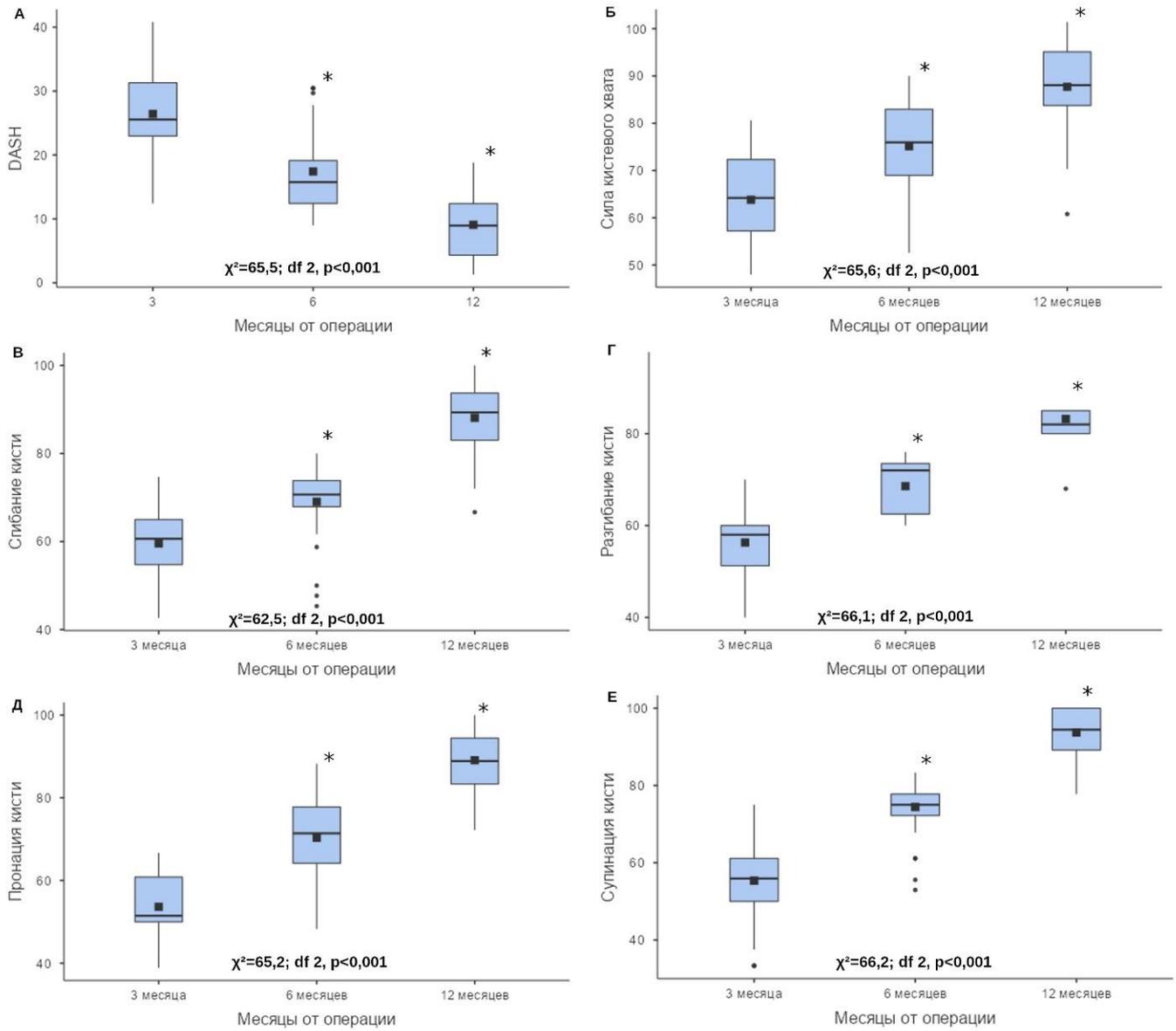


Рисунок 50 – Изменение показателей в первой группе сравнения в период с 3 до 12 месяцев. Статистически значимые различия (от исходного) отмечены \*

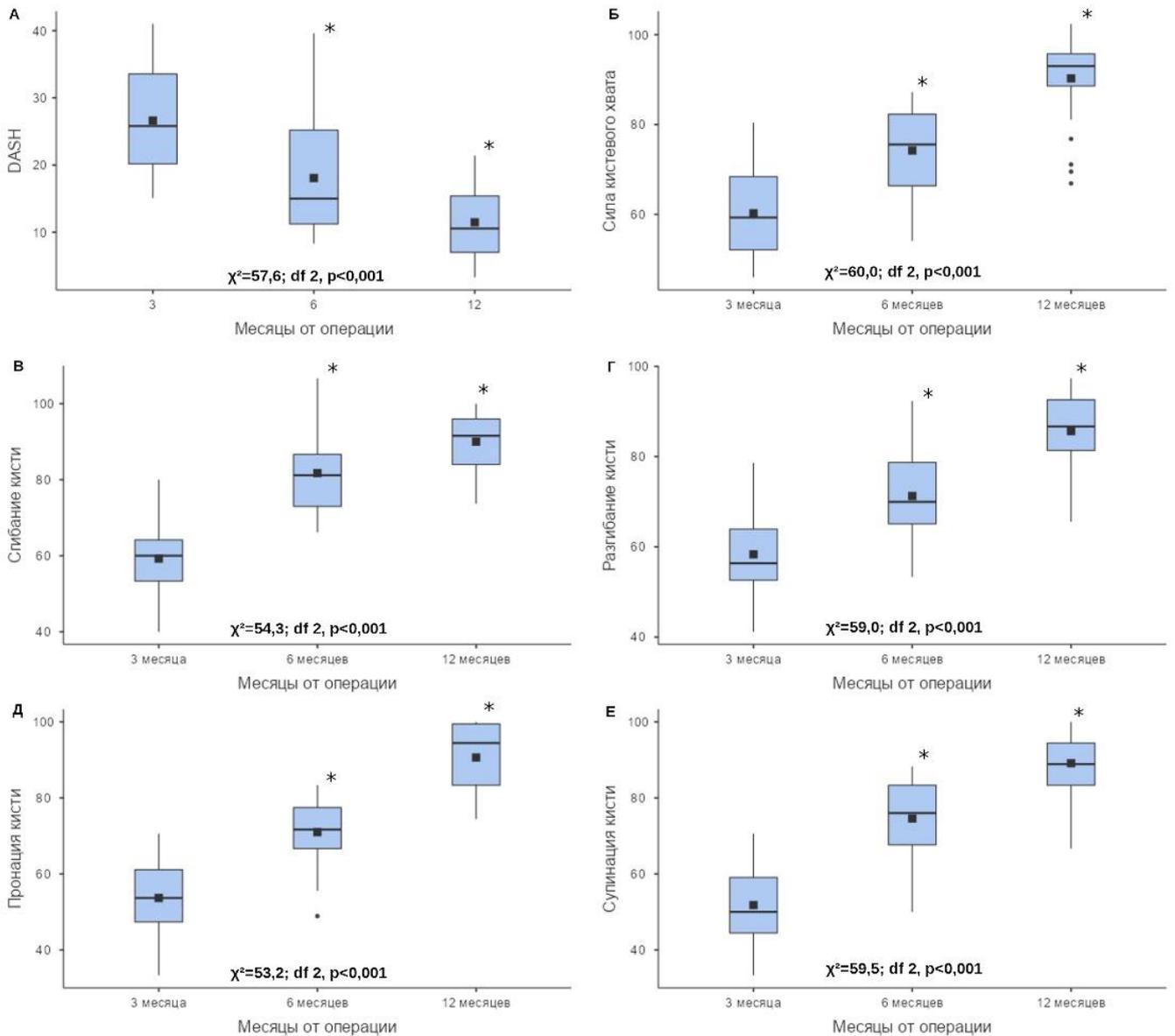


Рисунок 51 – Изменение показателей во второй группе сравнения в период с 3 до 12 месяцев. Статистически значимые различия (от исходного) отмечены \*

При оценке силы кистевого хвата обращает на себя внимание, что наилучший показатель выявлен в группе исследования при оценке через 12 месяцев (Таблица б). Большинство пациентов в каждой из групп не отмечали болевой синдром при сильном сжатии динамометра, больше предъявляя жалобы на «слабость в кисти», однако с течением времени, они отмечали восстановление мышечной силы.

Таблица 6 - Сравнение силы кистевого хвата (% от здоровой конечности) в исследуемых группах (красным выделены максимальные достигнутые значения)

Количество пациентов		Срок после операции	Медиана	Среднее значение со стандартным отклонением
группа исследования	34	3 месяца	61,3	60,59±9,32
		6 месяцев	83,5	80,73±10,63
		12 месяцев	93,1	92,06±8,89
первая группа сравнения	34	3 месяца	64,2	63,81±9,64
		6 месяцев	76,0	75,13±9,29
		12 месяцев	88,0	87,70±9,69
вторая группа сравнения	30	3 месяца	59,3	60,24±10,98
		6 месяцев	75,5	74,22±9,27
		12 месяцев	93,0	90,27±9,18

Наибольшее среднее значение при разгибании и сгибании кисти достигнуто во второй группе сравнения через 12 месяцев после оперативного лечения (Таблицы 7,8). Субъективно пациенты всех групп не отмечали выраженных различий в амплитуде движений у травмированной и здоровой конечности. Максимальное восстановление амплитуды движений отмечено во вторые 6 месяцев после травмы. В этот период пациенты начинают чувствовать уверенность при использовании кисти и восстановление силы кистевого хвата. Также следует отметить, что пациенты более критично относились к восстановлению разгибания кисти.

При оценке ротационных движений предплечья (пронация и супинация) не было отмечено значительного расхождения измеряемых параметров во всех исследуемых группах (Таблицы 9, 10). Через 3 месяца после операции значимое наилучшее восстановление амплитуды пронации и супинации выявлено в группе исследования. Через 6 и 12 месяцев измеренные показатели оставались приблизительно на одном уровне во всех исследуемых группах. Лучший средний результат через год после операции при оценке супинации предплечья был отмечен во второй группе сравнения, при оценке пронации - в первой группе сравнения.

Таблица 7 - Сравнение функции сгибания кисти (% от здоровой конечности) в исследуемых группах (красным выделены максимальные достигнутые значения)

Количество пациентов		Срок после операции	Медиана	Среднее значение со стандартным отклонением
группа исследования	34	3 месяца	54,1	55,22±8,07
		6 месяцев	73,6	71,18±9,74
		12 месяцев	91,5	88,91±7,63
первая группа сравнения	34	3 месяца	60,6	59,58±8,13
		6 месяцев	70,7	69,04±8,26
		12 месяцев	89,3	88,09±7,94
вторая группа сравнения	30	3 месяца	60,0	59,22±11,52
		6 месяцев	81,2	81,74±9,93
		12 месяцев	91,5	90,01±8,04

Таблица 8 - Сравнение функции разгибания кисти (% от здоровой конечности) в исследуемых группах (красным выделены максимальные достигнутые значения)

Количество пациентов		Срок после операции	Медиана	Среднее значение со стандартным отклонением
группа исследования	34	3 месяца	53,0	51,54±5,9
		6 месяцев	66,7	65,93±8,75
		12 месяцев	80,9	80,83±8,45
первая группа сравнения	34	3 месяца	58,0	56,30±8,59
		6 месяцев	72,0	68,61±6,83
		12 месяцев	82,0	83,20±7,87
вторая группа сравнения	30	3 месяца	56,4	58,34±10,86
		6 месяцев	70,0	71,26±8,72
		12 месяцев	86,7	85,63±7,82

Таблица 9 - Сравнение функции пронации предплечья (% от здоровой конечности) в исследуемых группах (красным выделены максимальные достигнутые значения)

Количество пациентов		Срок после операции	Медиана	Среднее значение со стандартным отклонением
группа исследования	34	3 месяца	50,0	52,5±9,26
		6 месяцев	72,2	72,6±7,20
		12 месяцев	94,4	92,6±6,28
первая группа сравнения	34	3 месяца	51,5	53,6±8,42
		6 месяцев	71,4	70,3±10,3
		12 месяцев	88,9	89,1±8,80
вторая группа сравнения	30	3 месяца	53,7	53,7±9,74
		6 месяцев	71,7	71,0±9,60
		12 месяцев	94,4	90,6±8,82

Таблица 10 - Сравнение функции супинации предплечья (% от здоровой конечности) в исследуемых группах (красным выделены максимальные достигнутые значения)

Количество пациентов		Срок после операции	Медиана	Среднее значение со стандартным отклонением
группа исследования	34	3 месяца	54,3	53,3±11,0
		6 месяцев	73,8	70,3±11,0
		12 месяцев	94,4	93,5±5,63
первая группа сравнения	34	3 месяца	55,9	55,4±9,92
		6 месяцев	75,0	74,4±8,22
		12 месяцев	94,4	93,7±6,10
вторая группа сравнения	30	3 месяца	50,0	51,8±10,0
		6 месяцев	76,0	74,6±10,1
		12 месяцев	88,9	89,9±8,42

Через 3 месяца после операции «неудовлетворительные» результаты (DASH больше 29) были у 7 (20,6%) пациентов группы исследования и у 12 в каждой из групп сравнения (35,3% и 40%, соответственно). По истечении года после операции

в исследуемой популяции «неудовлетворительных» результатов выявлено не было: в группе исследования и в первой группе сравнения большинство пациентов (n=30 в каждой из групп, 88,2%) имели «хорошие» и «отличные» результаты (DASH 0-15). В группе сравнения, где артроскопия не применялась, количество «хороших» и «отличных» результатов составило 83,3% (n=25). Сравнения показателей DASH отражены в таблице 11.

Таблица 11 - Сравнения показателей DASH (в баллах) в исследуемых группах (красным выделены наилучшие достигнутые значения)

Количество пациентов		Срок после операции	Медиана	Среднее значение со стандартным отклонением
группа исследования	34	3 месяца	21,3	22,38±6,65
		6 месяцев	13,8	14,64±5,38
		12 месяцев	7,95	8,42±5,41
первая группа сравнения	34	3 месяца	25,5	26,42±6,67
		6 месяцев	15,8	17,42±6,75
		12 месяцев	8,95	9,07±5,11
вторая группа сравнения	30	3 месяца	25,8	26,62±7,87
		6 месяцев	15,0	18,06±8,38
		12 месяцев	10,6	11,47±5,05

Несмотря на то, что максимальных относительных значений сгибания и разгибания в КС удалось достичь во второй группе сравнения, наилучший показатель DASH выявлен в группе исследования. Он оставался таковым на протяжении всего срока изучения. Полученные данные позволяют судить о том, что амплитуда движений в КС не может служить однозначным показателем восстановления функции травмированной верхней конечности.

Поскольку в исследование включены 3 группы, для совместной оценки были сформированы 3 пары: группа исследования и первая группа сравнения, группа исследования и вторая группа сравнения, первая и вторая группы сравнения. Сводные результаты представлены в таблице 12).

Таблица 12 - Статистическая значимость различий (p) исследуемых параметров на основе критерия Манна-Уитни в исследуемых группах. Статистически значимое различие отмечено \* (p <0,05)

Исследуемый параметр	Срок после операции	Сравнение группы исследования и первой группы сравнения	Сравнение группы исследования и второй группы сравнения	Сравнение первой и второй групп сравнения
DASH	3 месяца	0,01*	0,03*	0,94
	6 месяцев	0,06	0,16	0,94
	12 месяцев	0,52	0,02*	0,07
Сила кистевого хвата	3 месяца	0,22	0,65	0,13
	6 месяцев	0,01*	0,006*	0,7
	12 месяцев	0,02*	0,39	0,23
Разгибание кисти	3 месяца	0,02*	0,01*	0,74
	6 месяцев	0,59	0,02*	0,08
	12 месяцев	0,92	0,02*	0,05
Сгибание кисти	3 месяца	0,03*	0,20	0,52
	6 месяцев	0,25	0,00*	0,00*
	12 месяцев	0,76	0,47	0,26
Пронация предплечья	3 месяца	0,53	0,56	0,95
	6 месяцев	0,45	0,39	0,98
	12 месяцев	0,70	0,55	0,37
Супинация предплечья	3 месяца	0,47	0,65	0,10
	6 месяцев	0,22	0,13	0,64
	12 месяцев	0,69	0,07	0,20

При оценке функции (по DASH) верхней конечности через 3 месяца после операции достоверно выявлено улучшение в группе исследования как по сравнению с первой группой сравнения (где была использована артроскопия), так и со второй группой сравнения (p=0,01; p=0,03). Также статистически значимо при субъективной оценке при помощи DASH выявлено улучшение функции верхней конечности через 12 месяцев в группе исследования (p=0,02) по сравнению со второй группой сравнения, где выполняли исключительно открытую репозицию и внутреннюю фиксацию. К концу года статистической разницы по DASH между первой группой сравнения, где применялась артроскопия, и второй группой сравнения выявлено не

было, но критерий достоверности был очень близким к порогу статистически значимого различия ( $p=0,07$ ).

Сила кистевого хвата на ранних этапах лечения, через 3 месяца после вмешательства, восстанавливалась одинаково во всех группах. Однако через 6 месяцев после операции в группе исследования результат был достоверно лучше ( $p=0,01$ ;  $p=0,01$ ) обеих групп сравнения. Эта разница нивелировалась через 12 месяцев, достоверные различия имелись лишь при сравнении с первой группой сравнения ( $p=0,02$ ).

Разгибание кисти лучше восстанавливалось в группе, где артроскопия не использовалась. Через 3 месяца во второй группе сравнения отмечено достоверное улучшение средних показателей разгибания в кистевом суставе по сравнению с группой сравнения ( $p=0,01$ ). Через 6 и 12 месяцев статистически лучшее восстановление также было выявлено во второй группе сравнения ( $p=0,02$  и  $p=0,02$ , соответственно).

Статистический анализ амплитуды ротационных движений предплечья (пронации и супинации) не выявил разницу в показателях. На всех временных промежутках исследования показатели были сходны, что позволяет сделать вывод об отсутствии влияния артроскопии кистевого сустава на амплитуду ротационных движений предплечья в раннем периоде, так и через год после операции.

В раннем послеоперационном периоде у 3 пациентов ( $n=1$ , 2,9% из группы исследования и  $n=2$ , 6,7% из второй группы сравнения) с переломами типа С3 развился комплексный региональный болевой синдром. На фоне консервативного лечения достигнута реконвалесценция. Инфекционных осложнений в послеоперационном периоде не отмечено.

### **3.3. Обсуждение результатов лечения**

В представленном исследовании первичными конечными точками являлись оценка функции сгибания и разгибания в КС, силы кистевого хвата, ротационных движений предплечья. В качестве вторичной конечной точки исследования была выбрана оценка качества жизни, определяемая на основе опросника DASH.

При оценке объективных данных получен противоречивый результат. Так при оценке силы кистевого хвата в раннем послеоперационном периоде (через 3 месяца) различия получены не были. При этом через 6 месяцев у пациентов, которым была выполнена артроскопия, этот параметр восстанавливался достоверно лучше. Оценка через год продемонстрировала отсутствие значимой разницы между группой исследования и группой, где не была использована артроскопия.

Сила кистевого хвата лучше всего восстанавливается при активном вовлечении верхней конечности в повседневную нагрузку. Предположительно, проведенный при артроскопии дебридмент ускоряет восстановление объективных показателей функции кисти именно в раннем периоде восстановления. Достигнутый результат нивелируется через год, так как пациенты всех групп начинают активнее всего использовать травмированную руку именно во вторые 6 месяцев после травмы.

Также выявлено, что функция разгибания достоверно лучше восстанавливалась с течением времени в группе, где не использовали артроскопию. Предположительно, основная причина этого кроется в использовании АВФ, который растягивает КС и ограничивает его движения. В группе исследования distraction КС в АВФ проводили в течение всего предоперационного периода нахождения в стационаре ( $4,6 \pm 2,6$  суток). У пациентов групп сравнения этот период не сопровождался distraction КС.

При статистическом анализе установлено, что через 3 месяца после операции разница в сгибании в КС была статистически значимой между группами. Лучшее восстановление было отмечено в группе, где distraction КС в предоперационном периоде не применяли, но проводили артроскопию (первая группа сравнения, среднее достигнутое значение  $59,58 \pm 8,13\%$ ). Статистически разница была значимой при сравнении с пациентами, которым также осуществляли артроскопию, но АВФ монтировали сразу при поступлении в стационар (группа исследования,  $p=0,03$ ). В то же время, сравнение с пациентами, при лечении которых артроскопию не использовали вообще (вторая группа сравнения), разница была несущественной. Через 6 месяцев лучшее восстановление достоверно было отмечено в группе без применения артроскопии по сравнению с двумя другими группами ( $p<0,05$ ). Через 12

месяцев статистическая разница между всеми исследуемыми группами была не существенной ( $p > 0,05$ ).

Разгибание достоверно также лучше восстанавливалось в группе с классическим алгоритмом лечения перелома ДМЭЛК без использования артроскопии (вторая группа сравнения) на всех исследуемых временных интервалах в послеоперационном периоде ( $p < 0,05$ ).

Артроскопия КС статистически не влияла на амплитуду ротационных движений предплечья на всех исследуемых интервалах времени в послеоперационном периоде. Согласно полученным данным, лучшие показатели пронации и супинации в группах, где была использована артроскопия, были отмечены в ранний период (3 месяца после операции), что может быть обусловлено дебридментом и удалением гематомы и разрушенных тканей из полости сустава. В то же время через 12 месяцев исследуемые показатели были очень близкими во всех группах без статистически значимой разницы между ними.

Однако объективно измеренные параметры не всегда отображают функциональный результат. В нашем исследовании для субъективной оценки использовался опросник DASH. Уже в раннем периоде было отмечено лучшее восстановление функции в группах с использованием артроскопии. Через 6 месяцев достоверной разницы отмечено не было. Однако через год после операции пациенты лучше оценивали функцию верхней конечности в группе, где при поступлении в стационар неотложно накладывали АВФ, а вторым этапом осуществляли остеосинтез ДМЭЛК с артроскопическим сопровождением. Статистической разницы с группой, где АВФ был смонтирован на предплечье-кисть только для осуществления артроскопии, через год после операции не отмечено. Мы предполагаем, что использование АВФ при поступлении в стационар при внутрисуставных переломах ДМЭЛК облегчает последующую репозицию отломков на втором этапе при остеосинтезе за счет устранения грубых смещений и удержания костных отломков от вторичного смещения. Лучшее восстановление суставной поверхности при артроскопии и дебридмент сустава вносят свой вклад в улучшение работы КС. Менее выраженный

болевого синдром влияет на оценку функции верхней конечности, что и было отражено пациентами, отвечавшими на вопросы опросника DASH.

Полученные результаты исследования расходятся с данными аналогичных зарубежных научных работ. Так, Н. Yamazaki с соавторами [160] не выявили статистической разницы в функциональном результате лечения нестабильных внутрисуставных переломов ДМЭЛК при помощи VLP при артроскопическом контроле репозиции отломков через год после оперативного вмешательства. Тем не менее, большинство авторов отмечают важность точного восстановления суставной поверхности при репозиции отломков как основного фактора, влияющего на развитие артроза КС. Этот основополагающий тезис подтвержден многочисленными исследованиями [5, 23, 74, 108, 109].

Таким образом, на основании полученных результатов через год после оперативного лечения, можно сделать заключение, что артроскопическое сопровождение (в условиях АВФ) при остеосинтезе внутрисуставных переломов ДМЭЛК улучшает субъективную оценку восстановления функции верхней конечности, но не влияет на объективные показатели.

В то же время, точное восстановление суставной поверхности, достигнутое при артроскопии, а также диагностика и лечение сопутствующих повреждений мягких тканей КС могут влиять на скорость развития дегенеративно-дистрофических процессов в КС, снижать риски возникновения нестабильности кистевого сустава в последующем, влияя на отдаленные результаты лечения таких пациентов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема лечения переломов ДМЭЛК приобретает все большую актуальность: по данным эпидемиологи число травм дистального отдела предплечья с каждым годом растет. В развитых странах можно говорить о старении населения, в то же время, в целом ряде развивающихся стран население молодеет. Для патологии, которая имеет два возрастных пика, это имеет важный аспект: молодые пациенты чаще всего получают переломы ДМЭЛК при высокоэнергетических травмах, пожилые же пациенты - при низкоэнергетических травмах. Вне зависимости от возраста требования к исходу лечения и качеству жизни год от года только растут.

В настоящий момент большинство авторов сходится во мнении, что у молодых пациентов при внутрисуставном переломе ДМЭЛК предпочтительнее оперативное лечение с применением пластин с угловой стабильностью винтов. При лечении пожилых пациентов тактика лечения не столь однозначна. Несмотря на имеющиеся разногласия, большинство авторов отмечает, что при внутрисуставных переломах ведущий и бесспорный фактор, определяющий прогноз лечения – анатомичное сопоставление внутрисуставных отломков. Чтобы интраоперационно оценить качество репозиции чаще всего применяются электронно-оптические преобразователи. И хотя их разрешающая способность улучшается каждый год с развитием научно-технического прогресса, они не лишены ряда недостатков. Прежде всего, получаемое изображение двухмерное и представляет собой проекцию на плоскости. Мягкие ткани также практически не отображаются на снимке, получаемом ЭОП.

Лучшим способом внутренней визуализации сустава является артроскопия. Этот метод хорошо изучен и отработан, но применение его на мелких суставах, и прежде всего КС, имеет ряд особенностей. Для выполнения артроскопии ЛЗС необходима дистракция, поскольку даже с применением современной миниатюрной оптики ширина суставной щели в нормальных условиях недостаточна для всестороннего осмотра. Для артроскопии ЛЗС используются порты, располагающиеся между компартментами сухожилий-разгибателей, которые и дают названия самим пор-

там-доступам. Для расширения суставной щели используются различные виды distractionных устройств, в том числе и с элементами аппарата Илизарова (при их отсутствии артроскопия становится крайне затрудненной и травматичной), однако все эти устройства как бы вертикально и свободно «подвешивают» конечность [135, 166].

В ходе настоящего исследования для distraction КС было предложено использовать спицевой АВФ без фиксации пальцев и локтевой кости. Несмотря на простоту предложенной идеи, в исследованной научной литературе не были найдены данные об изменении анатомических элементов КС, возникающих при distraction. Также отсутствовали сведения о ее влиянии на безопасность формирования артроскопических портов.

В качестве АВФ был использован простейший спицевой аппарат мостовидного типа, смонтированный на двух полукольцах; спицы проводили через пястные кости и через лучевую и локтевую кость в дистальной трети предплечья. Влияние distraction КС на топографию анатомических образований (сосудов и нервов) было изучено на кадаверном материале. Артроскопию ЛЗС осуществляли через порты-доступы, расположенные с тыльной стороны. Всего исследовано 8 тел (16 верхних конечностей), которым было выполнено формирование основных артроскопических тыльных портов с последующим препарированием тыльной области КС. Следующим этапом был произведен замер расстояний от этих портов до ближайших анатомических образований (сосудисто-нервных пучков). После регистрации полученных данных приступали к distraction в КС и повторно измеряли расстояния до основных анатомических элементов. При экспериментальном исследовании не было получено статистически значимых значений, указывающих на изменение топографии сосудов и нервов при distraction с расширением суставной щели в 3-5 мм, и те порты, которые можно считать условно «опасными» (порты 1-2, 6U) и «безопасными», остаются такими и при distraction в КС.

Для оценки удобства проведения манипуляции в условиях наложенного АВФ был разработан специальный параметр – угол наклона артроскопа (УНА) – угол относительно перпендикуляра к поверхности кисти в точке каждого порта. Этот

параметр позволил описать те степени свободы, которые возможны при перемещении тубуса с оптикой и видеокамерой в процессе артроскопии. При тыльном положении полуколец хирургу удобно осуществлять разрез по волярной поверхности предплечья. Поскольку большинство артроскопических портов расположены дорсально, подобное расположение ограничивает манипуляции артроскопом и артроскопическим инструментарием, однако во всех наблюдениях УНА в безопасном (не повреждающем внутрисуставной хрящ) интервале в  $30^\circ$  позволял осмотреть все элементы сустава.

Также экспериментально доказано, что использование АВФ в режиме distraction позволяет без применения какого-либо дополнительного оборудования добиться расширения суставной щели (до 3-5 мм), достаточного для проведения артроскопии и манипуляций, и не ограничивает их лечебно-диагностические возможности. АВФ обеспечивает полноценную постоянную и/или управляемую тракцию.

Оценка эффективности применения артроскопии кистевого сустава в условиях distraction при помощи аппарата наружной фиксации в процессе лечения внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза лучевой кости была изучена при оперативном лечении 98 пациентов, подразделенных на 3 группы, отличавшихся по характеру проводимого лечения. Поскольку при артроскопии можно оценить суставную поверхность, одним из основных критериев отбора было наличие перелома дистального метаэпифиза лучевой кости (переломы типа В и С по классификации АО/ASIF) [169].

Пациентам первой группы (группа исследования,  $n=34$ ), при поступлении в стационар под проводниковой анестезией (межлестничная блокада 20-30 мл 1% раствора лидокаина) КС фиксировали в АВФ, описанном ранее, без попыток закрытой ручной репозиции. Под контролем ЭОП выполняли distraction КС до 3-5 миллиметрового расширения суставной щели. Через, в среднем, 3,3 суток (от 1 до 6 суток) выполняли оперативное вмешательство, на начальном этапе которого производили доступ вдоль сухожилия лучевого сгибателя запястья (Flexor Carpi

Radialis - FCR) к лучевой кости, репозицию крупных отломков с их фиксацией спицами под визуальным и рентгенологическим (ЭОП) контролем, после чего выполняли артроскопию. Завершали оперативное лечение выполнением остеосинтеза лучевой кости волярной пластиной с угловой стабильностью винтов (т.н. «ладонная» пластина).

Для оценки эффективности предложенной методики лечения были сформированы две группы сравнения, по 34 и 30 пациентов, соответственно. При поступлении в стационар пациентам этих двух групп под местной анестезией 10-15 мл 1% раствора лидокаина выполняли закрытую ручную репозицию отломков, после которой накладывали тыльную гипсовую лонгету от верхней трети предплечья до пястно-фаланговых суставов. Через несколько суток (в среднем 3,7 суток, размах 1-7 суток) выполняли оперативное вмешательство, но его характер в группах отличался.

Пациентам второй группы (первая группа сравнения, n=34) на первом этапе вмешательства КС фиксировали в АВФ, по описанной ранее методике, после чего производили доступ FCR к лучевой кости, репозицию крупных отломков с их фиксацией спицами под визуальным и рентгенологическим (ЭОП) контролем, после чего выполняли артроскопию. Завершали оперативное лечение выполнением остеосинтеза лучевой кости волярной пластиной с угловой стабильностью винтов.

Пациентам третьей группы (вторая группа сравнения, n=30) сразу выполняли доступ FCR к лучевой кости, открытую репозицию и остеосинтез лучевой кости волярной пластиной с угловой стабильностью винтов.

Средний возраст пациентов составил  $50,28 \pm 17,48$  лет, наиболее молодому пациенту было 18 лет, наиболее пожилому – 80 лет. 51 пациент (52%) был мужского пола, 47 (48%) – пациентов женского пола.

Несмотря на то, что аппарат использовали в режиме дистракции и рассматривали как временный (этапный) тип лечения, необходимый для осуществления артроскопии, рентгенографически было выявлено благоприятное влияние дистракции

в кистевом суставе на положение отломков при переломе ДМЭЛК (самопроизвольное, за счет лигаментотаксиса, устранение смещений крупных отломков более 3 мм), которое было отмечено во всех без исключения случаях.

Результаты лечения оценивали по объективным и субъективным характеристикам функции КС. Функциональный результат оценивали через 3, 6 и 12 месяцев после оперативного лечения. Объективными показателями функции КС считали амплитуду движений в КС, оцененную при помощи гониометра, и силу кистевого хвата, измеренную при помощи пружинного динамометра. Послеоперационные показатели выражали в процентном отношении от аналогичного показателя на здоровой руке. Для субъективной оценки функции верхней конечности использовали опросник DASH. Показатели DASH от 0 до 29 баллов рассматривали как реконвалесценцию (включает «удовлетворительные» и «хорошие» результаты). За «отличный» и «хороший» результат принимали показатель DASH от 0 до 15, за «удовлетворительный» - от 16 до 29.

Проведение сравнительной оценки особенностей репозиции и фиксации отломков дистального метаэпифиза лучевой кости под артроскопическим и интраоперационным рентген-контролем составляло одну из целей проделанной работы.

После подтверждения качества репозиции рентгенографически при последующей артроскопии было выявлено смещение отломков более, чем на 1 мм в 61,8% (95%ДИ 45-76,1%) наблюдений группы исследования (n=21), что потребовало проведения дополнительной репозиции. В 14,7% (95%ДИ 9,4-33,7%) наблюдений (n=5) была обнаружена депрессия центрального фрагмента суставной поверхности лучевой кости. Аналогичные показатели в первой группе сравнения (там, где использовалась артроскопия) были во многом идентичны. Смещение внутрисуставных отломков более, чем на 1 мм выявлено в 70,6% (95%ДИ 43-71,1%) наблюдений (n=24). Депрессия центрального фрагмента суставной поверхности лучевой кости была выявлена у 4 пациентов (11,8 % (95%ДИ 6,6-21,6%). Депрессия центрального фрагмента во всех случаях значительно усложняет качество проводимой репозиции, и часто артроскопическим методом устранить ее не удастся.

При оценке повреждений мягкотканых структур ЛЗС, выраженных различий между группой исследования и первой группой сравнения выявлено не было. В группе исследования повреждение TFCC было выявлено в 85,3% (95%ДИ 69,4-94%) наблюдений (n=29). Разрыв ладьевидно-полулунной связки (n=12, 35,3% (95%ДИ 21,4-52,2%)) и полулунно-трехгранной (n=4, 11,8% (95%ДИ 4-27,2%)) также встречались достаточно часто. Разрыв TFCC в первой группе сравнения был выявлен в 76,5% (95%ДИ 68,3-93%) наблюдений (n=26). Повреждения ладьевидно-полулунной связки отмечены у 11 пациентов – 32,3% (95%ДИ 20,1-52,7%) первой группы сравнения и полулунно-трехгранной - у 3 пациентов (8,8% (95%ДИ 5,1-23,9%).

При разрывах TFCC в настоящем исследовании выполняли только дебридмент без наложения швов. При разрывах ладьевидно-полулунной связки и полулунно-трехгранной связок осуществляли диафиксацию ладьевидной и полулунной костей спицами Киршнера в течение 5-6 недель.

Артроскопия в среднем на 14,9 минут увеличивала время оперативного вмешательства, при этом в более, чем 2/3 наблюдений с ее помощью были выявлены остаточные смещения суставной поверхности более 1 мм, не диагностированные при использовании ЭОП. Аналогично, повреждения мягкотканых элементов ЛЗС при переломах ДМЭЛК типа В и С, невидимые при рентгеновских методах исследования, были обнаружены в 76,5% и 85,3% наблюдений в группах с применением артроскопии (т.е. в группах исследования и первой группе сравнения, соответственно), что позволяет сделать об эффективности артроскопии в качестве вспомогательного метода диагностики и лечения при оскольчатом переломе ДМЭЛК. Сравнительный анализ тыльного и ладонного расположения полуколец АВФ показал, что при тыльном положении полуколец осуществлять артроскопию сустава и последующий остеосинтез волярной пластиной быстрее в среднем на 12,6 минут (95%ДИ 5,4-16,2 минуты).

Оценены результаты лечения пациентов через 3, 6 и 12 месяцев после операции. Во всех группах было отмечено постепенное улучшение амплитуды сгибания и разгибания, пронации и супинации предплечья, увеличение силы кистевого хвата

и показателей DASH. Максимальное среднее значение силы кистевого выявлено в группе 1 при оценке через 12 месяцев. Наибольшее среднее значение при разгибании и сгибании кисти было достигнуто в группе 3 через 12 месяцев после оперативного лечения, т.е. в той группе, где АВФ не применялся в качестве этапного лечения.

Пациенты отмечали максимальное восстановление амплитуды движений во вторые 6 месяцев (т.е. через 12 месяцев) после травмы, вне зависимости от группы, в которой они состояли.

Через 12 месяцев после операции в исследуемой популяции неудовлетворительных результатов лечения не было; в группе 1 и группе 2 большинство пациентов (88,2%, n=30 в каждой из групп) имели хорошие и отличные результаты (DASH 0-15). Наилучшие показатели DASH были выявлены в группе 1 на всем протяжении получения данных.

Статистический анализ лечения пациентов в трех группах потребовал сравнения трех возможных пар. При субъективной оценке функции верхней конечности (по DASH) через 3 месяца после операции достоверно выявлено значимое улучшение в группе 1 по сравнению с группой 2 (где была применена артроскопия), так и с группой 3 (где артроскопия не применялась) ( $p=0,01$ ;  $p=0,03$ ). Это особенно важно при лечении спортсменов и военнослужащих, которым максимально раннее восстановление функции верхней конечности после травмы исключительно необходимо. Раннее восстановление позволяет военнослужащему приступить к исполнению обязанностей военной службы в максимально сжатые сроки, что имеет бесспорный экономический эффект.

Также при субъективной оценке при помощи DASH статистически достоверно выявлено улучшение функции верхней конечности через 12 месяцев в группе 1 ( $p=0,02$ ) по сравнению с группой 3, где выполняли исключительно открытую репозицию и внутреннюю фиксацию.

Достоверной разницы показателя DASH между группами, где применяли артроскопический контроль репозиции (группа 1 и группа 2) через 12 месяцев после операции выявлено не было ( $p=0,52$ ).

Через 12 месяцев статистической разницы по DASH между первой группой сравнения, где применялась артроскопия, и второй группой сравнения выявлено не было ( $p=0,07$ ).

Сила кистевого хвата на ранних этапах лечения, через 3 месяца после вмешательства, восстанавливалась одинаково во всех группах (достоверной статистической разницы не отмечено). Через 6 месяцев после операции в группе исследования результат был достоверно лучше ( $p=0,01$ ;  $p=0,01$ ) обеих групп сравнения, однако через 12 месяцев, достоверные различия имелись лишь при сравнении с первой группой сравнения ( $p=0,02$ ).

Оценка амплитуды движений в КС показала, что через год после оперативного лечения нет значимой разницы в показателях сгибания кисти в исследуемых группах. Разгибание кисти через год статистически достоверно лучше всего восстановилось в группе без применения артроскопии и АВФ (группа 3, вторая группа сравнения). Восстановление пронации и супинации предплечья было идентичным во всех исследуемых группах.

На основании полученных объективных данных можно сделать заключение, что артроскопическое сопровождение в условиях АВФ при фиксации внутрисуставных переломов ДМЭЛК достоверно не влияет на результаты лечения пациентов через год после операции.

При субъективной оценке на основе DASH отмечено, что пациенты, которым была проведена артроскопия, достоверно более удовлетворены результатом лечения через год после вмешательства по сравнению с пациентами, при лечении которых не использовалась артроскопия. Этот факт позволяет рекомендовать применение артроскопического сопровождения при остеосинтезе оскольчатых внутрисуставных переломов ДМЭЛК. Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют заключить, что артроскопия кистевого сустава дает возможность интраоперационного лечения мягкотканых повреждений КС и обеспечивает лучший из существующих на данный момент способов оценки качества проведенной репозиции внутрисуставных отломков.

## ВЫВОДЫ

1. В условиях эксперимента доказано, что дистракция кистевого сустава при помощи внешней фиксации не приводит к изменению топографической анатомии запястья, не увеличивает риск травмирования основных сосудисто-нервных пучков, а элементы аппарата внешней фиксации не усложняют формирование артрскопических доступов.

2. Дистракция кистевого сустава при помощи аппарата внешней фиксации облегчает проведение артроскопии и обеспечивает угол наклона артроскопа в пределах  $30^\circ$ , что позволяет осмотреть все элементы сустава. Артроскопия лучезапястного сустава позволила обнаружить не выявленные рентгенологически остаточные смещения суставных отломков более 1 мм у 61,8% пациентов группы с использованием дистракции в АВФ в предоперационном периоде и во время осуществления артроскопии и у 70,6% пациентов группы с использованием дистракции в АВФ непосредственно при осуществлении артроскопии.

3. Артроскопия лучезапястного сустава позволяет обнаружить не выявленные ранее повреждения мягкотканых структур лучезапястного сустава при оскольчатом внутрисуставном переломе дистального метаэпифиза лучевой кости. Повреждения TFCC выявлены в 58,8% наблюдений в группе с использованием дистракции кистевого сустава в АВФ на предоперационном этапе и в 64,7% наблюдений в группе с использованием дистракции в АВФ непосредственно при осуществлении артроскопии. Повреждения полулунно-трехгранной связки выявлены у 8,8% в обеих группах, повреждения ладьевидно-полулунной связки - в 35,3% и 32,3% наблюдений, соответственно.

4. Использование артроскопии кистевого сустава в процессе лечения внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза лучевой кости достоверно улучшает субъективное ощущение восстановления функции верхней конечности через 3 и 12 месяцев после операции на основании опросника DASH, но не влияет на восстановление амплитуды движений в кистевом суставе и силу кистевого хвата через 12 месяцев после операции.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Использование внешней фиксации при помощи аппарата упрощенной конструкции, состоящего из двух полуколец, смонтированных на двух спицах, проведенных через две-три пястные кости дистально, лучевую и локтевую кость проксимально, упрощает артроскопию лучезапястного сустава.

2. Для проведения артроскопии целесообразно использовать положение полуколец по тыльной поверхности конечности. Это облегчает остеосинтез лучевой кости волярной пластиной и не затрудняет проведение артроскопии.

3. При внутрисуставном переломе дистального метаэпифиза лучевой кости использовать аппарат наружной фиксации следует в режиме distraction с расширением суставной щели лучезапястного сустава до 5 мм. Этого достаточно для осуществления артроскопии и осмотра всех элементов кистевого сустава.

4. При сложных, труднорепонируемых оскольчатых внутрисуставных переломах дистального метаэпифиза лучевой кости рационально не превышать длительность оперативного вмешательства 90 минут при осуществлении артроскопии лучезапястного сустава.

**ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

ДМЭЛК – дистальный метаэпифиз лучевой кости

КТ – компьютерная томография

КС – кистевой сустав

КРБС – комплексный региональный болевой синдром

ЛЗС – лучезапястный сустав

МРТ – магнитно-резонансная томография

РКИ – рандомизированное клиническое исследование

АВФ – аппарат внешней фиксации

ЭОП – электронно-оптический преобразователь

AAOS (American Academy of Orthopedic Surgeons) – американская академия ортопедов

ABPL (abductor pollicis longus) – длинная мышца, отводящая большой палец кисти

АО (arbeitsgemeinschaft für osteosynthesefragen) – общество по изучению вопросов остеосинтеза

DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) – шкала нарушения функции верхней конечности

RDNU (ramus dorsalis nervi ulnaris) – тыльная ветвь локтевого нерва

LRCD (ligamentum radiocarpeum dorsale) – тыльная лучезапястная связка

ARUD (articulatio radioulnaris distalis) – дистальный лучелоктевой сустав

LRUD (ligamentum radioulnaris dorsale) – тыльная лучелоктевая связка

ECU (extensor carpi ulnaris) – локтевой разгибатель запястья

EDC (extensor digitorum communis) – общий разгибатель пальцев

EDM (extensor digiti minimi) – разгибатель мизинца

EPB (extensor pollicis brevis) – короткий разгибатель большого пальца кисти

EPL (extensor pollicis longus) – длинный разгибатель большого пальца кисти

FCR (flexor carpi radialis) – лучевой сгибатель запястья

FCU (flexor carpi ulnaris) – локтевой сгибатель запястья

NCAL (nervus cutaneus antebrachii lateralis) – латеральный кожный нерв предплечья

LRL (ligamentum radiolunatum longus) – длинная луче-полулунная связка

LLT (ligamentum lunotriquetrum) – полулунно-трехгранная связка

PART (Plate presetting and Arthroscopic Reduction Technique) – методика предварительной установки пластины и репозиции под контролем артроскопии

LRUP (ligamentum radioulnaris palmare) – ладонная лучелоктевая связка

LRSC (ligamentum radioscap hocapitatum) – луче-ладьевидно-головчатая связка

LRS� (ligamentum radioscap holumatum) – луче-ладьевидно-полулунная связка

LSLI (ligamentum scapholumatum interosseum) – ладьевидно-полулунная межкостная связка

LRLB (ligamentum radiolumatum breve) – короткая луче-полулунная связка

NRS (nervus radialis superficialis) – поверхностная ветвь лучевого нерва

TFCC (triangular fibrocartilage complex) – треугольный фиброзно-хрящевой комплекс

LUL (ligamentum ulnolumatum) – локте-полулунная связка

VLP (volar locking plate) – «ладонная» пластина с угловой стабильностью)

VRP (volar radial portal) – радиальный ладонный порт

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Гилев М. В. Хирургическое лечение внутрисуставных импрессионных переломов дистального отдела лучевой кости // Гений ортопедии. 2018. № 2 (24). С. 134–141.
2. Голубев И. О. Хирургия кисти: карпальная нестабильность // Избранные вопросы пластической хирургии. 2001. № 8 (1). С. 52.
3. Голубев И. О., Саутин М. Е., Балюра Г. Г. Артроскопия в лечении патологии кистевого сустава // Травматология и ортопедия России. 2018. № 1 (24). С. 169–175.
4. Голубев И. О., Шершнева О. Г., Климин Д. Н. Два года после перелома Коллиса (Пристальный взгляд на результаты консервативного лечения) // Вестник травматологии и ортопедии им. НН Приорова. 1999. № 3. С. 26–31.
5. Горелов И. В. Оперативное лечение переломов дистального эпиметафиза лучевой кости у пациентов пожилого и старческого возраста.: Дис. ... канд. мед. наук / И. В. Горелов, Москва:, 2016. 101 с.
6. Егиазарян К. А. [и др.]. Двухэтапное хирургическое лечение нестабильных переломов дистального метаэпифиза лучевой кости Москва:, 2018. С. 42–44.
7. Егиазарян К. А. [и др.]. Среднесрочные результаты двухэтапного хирургического лечения переломов дистального метаэпифиза лучевой кости // Вестник травматологии и ортопедии им НН Приорова (архив до 2020 г.). 2019. № 1. С. 17–26.
8. Илизаров Г. А. Чрескостный компрессионный остеосинтез аппаратом автора: Дис. ... докт. мед. наук / Г. А. Илизаров, Пермь:, 1968. 100 с.
9. Илизаров Г. А., Швед С. И., Кудзаев К. У. Чрескостный остеосинтез по Илизарову при диафизарных переломах костей предплечья: метод. рекомендации / Г. А. Илизаров, С. И. Швед, К. У. Кудзаев, Курган:, 1990. 540 с.
10. Исайкин А. А. Лечение сложных внутрисуставных эпиметафизарных переломов лучевой кости аппаратами Волкова-Оганесяна в условиях поликлиники: Дис. ... канд. мед. наук / А. А. Исайкин, Самара:, 2001. 123 с.
11. Исам А.-А. Хирургическое лечение последствий переломов костей

предплечья методами накостного и чрескостного остеосинтеза: Дис. ... канд. мед. наук / А.-А. Исам, Москва, 2003. 111–112 с.

12. Калнберз В. К. Компрессионно-дистракционные аппараты напряженной и жесткой систем / В. К. Калнберз, Рига: Зинатне, 1981. 68–70 с.

13. Козьмина Т. Е., Знаменская М. Г. Оценка функционального состояния кисти после проведенного лечения методом чрескостного остеосинтеза // Гений ортопедии. 2002. № 3. С. 77–79.

14. Котенко В. В. Консервативное и оперативное лечение переломов костей верхней конечности у больных пожилого и старческого возраста: Дис. ... докт. мед. наук / В. В. Котенко, Новокузнецк, 1987. 85–87 с.

15. Макаревич Е. Р., Мартинович А. В., Довгалевич И. И. Внеочаговый компрессионно-дистракционный остеосинтез / Е. Р. Макаревич, А. В. Мартинович, И. И. Довгалевич, Минск: БГМУ, 2018. 35–42 с.

16. Максимов А. А. Реконструкция мягкотканых дефектов дистальных отделов пальцев кисти Казань: Практика, 2021. С. 100.

17. Мельников В. С. Дис.... канд. мед. наук М Первый московский медицинский университет им. ИМ Сеченова. Лечение неправильно сросшихся переломов дистального эпиметафиза костей предплечья с применением костной аутопластики и метода дистракции. 2011.

18. Мельников В. С., Коршунов В. Ф. Методы оперативного лечения неправильно сросшихся переломов дистального эпиметафиза лучевой кости // Лечебное дело. 2008. (3). С. 78–84.

19. Мензорова Н. В., Золотушкин М. Л., Кузнецова Н. Л. Анализ осложнений переломов костей дистального отдела предплечья // Вестник травматологии и ортопедии им. ВД Чаклина. 2010. № 3 (3). С. 49–54.

20. Миронов С. П. [и др.]. Реакция организма при проведении спиц аппаратов чрескостной фиксации в биологически активных зонах // Вестн. травматологии и ортопедии им. НН Приорова. 2002. № 2. С. 14–18.

21. Науменко Л. Ю., Носивец Д. С. Преимущества одноплоскостного аппарата внешней фиксации с шаровым шарниром в лечении пациентов с полными

внутриставными переломами дистального метаэпифиза плечевой кости // Гений ортопедии. 2009. № 2. С. 99–103.

22. Усольцева Е. В., Машкара К. И. Хирургия заболеваний и повреждений кисти / Е. В. Усольцева, К. И. Машкара, Ленинград: Медицина, 1986. 352 с.

23. Хоминец В. В. [и др.]. Современные тенденции в диагностике и хирургическом лечении переломов дистального метаэпифиза лучевой кости (научный обзор) // Профилактическая и клиническая медицина. 2020. № 75 (2). С. 34–44.

24. Черкес-Заде Д. И., Соколов В. В., Керимов Ф. И. Лечение свежих и застарелых переломов дистального эпиметафиза лучевой кости аппаратом Илизарова в амбулаторных условиях // Ортопед., травматол. 1990. № 4. С. 33.

25. Черныш В. Ю. [и др.]. Способ лечения переломов дистального эпиметафиза лучевой кости методом чрескостного остеосинтеза спице-стержневыми аппаратами // Травма. 2012. № 1 (13). С. 90–93.

26. Хоминец В. В. [и др.]. Сравнительный анализ способов лечения больных с переломами дистального метаэпифиза лучевой кости // Травматология и ортопедия России. 2015. № 2 (76). С. 5–15.

27. Голубев И. О. Хирургия кисти: карпальная нестабильность // Избранные вопросы пластической хирургии. 2001. № 8 (1). С. 52.

28. Abe Y. Plate Presetting and arthroscopic reduction technique (PART) for treatment of distal radius fractures // Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie. 2014. № 5 (46). С. 278–285.

29. Abe Y., Fujii K. Arthroscopic-Assisted Reduction of Intra-articular Distal Radius Fracture // Hand Clinics. 2017. № 4 (33). С. 659–668.

30. Abe Y., Yoshida K., Tominaga Y. Less invasive surgery with wrist arthroscopy for distal radius fracture // Journal of Orthopaedic Science. 2013. № 3 (18). С. 398–404.

31. Academy A., Board O. S., December D. The treatment of distal radius fractures // American academy of orthopaedic surgeons. Clinical practice guidelines. 2009.

32. Adolfsson L., Jörgsholm P. Arthroscopically-assisted reduction of intra-articular fractures of the distal radius // Journal of Hand Surgery: European Volume. 1998. № 3

(23). C. 391–395.

33. Aparicio P., Izquierdo Ó., Castellanos J. Conservative Treatment of Distal Radius Fractures: A Prospective Descriptive Study // *HAND*. 2018. № 4 (13). C. 448–454.

34. Augé W. K., Velázquez P. A. The application of indirect reduction techniques in the distal radius: The role of adjuvant arthroscopy // *Arthroscopy*. 2000. № 8 (16). C. 830–835.

35. Baechler M. F. [и др.]. Carpal canal pressure of the distracted wrist // *Journal of Hand Surgery*. 2004. № 5 (29). C. 858–864.

36. Barbier O., Obert L. Distal radius fracture: The right treatment for each patient // *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research*. 2019. № 3 (105). C. 403–405.

37. Bartl C. [и др.]. The treatment of displaced intraarticular distal radius fractures in elderly patients - A randomized multicenter study (ORCHID) of open reduction and volar locking plate fixation versus closed reduction and cast immobilization // *Deutsches Arzteblatt International*. 2014. № 46 (111). C. 779–787.

38. Barton J. R. Views and treatment of an important injury of the wrist // *Medical Examiner*. 1838. № 1. C. 365–368.

39. Bartosh R. A., Saldana M. J. Intraarticular fractures of the distal radius: A cadaveric study to determine if ligamentotaxis restores radiopalmar tilt // *Journal of Hand Surgery*. 1990. № 1 (15). C. 18–21.

40. Behnke N. M. K. [и др.]. Internal fixation of diaphyseal fractures of the forearm: a retrospective comparison of hybrid fixation versus dual plating // *Journal of orthopaedic trauma*. 2012. № 11 (26). C. 611–616.

41. Berger R. A. The anatomy and basic biomechanics of the wrist joint // *Journal of Hand Therapy*. 1996. № 2 (9). C. 84–93.

42. Brumfield R. H., Champoux J. A. A biomechanical study of normal functional wrist motion. // *Clinical orthopaedics and related research*. 1984. № 187. C. 23–25.

43. Burnier M., Chatelier Riquier M. Le, Herzberg G. Treatment of intra-articular fracture of distal radius fractures with fluoroscopic only or combined with arthroscopic control: A prospective tomodensitometric comparative study of 40 patients //

Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research. 2018. № 1 (104). С. 89–93.

44. Capo J. T. [и др.]. The effect of rotational malalignment on X-rays of the wrist // *Journal of Hand Surgery: European Volume*. 2009. № 2 (34). С. 166–172.

45. Catalano L. W. [и др.]. Displaced intra-articular fractures of the distal aspect of the radius. Long-term results in young adults after open reduction and internal fixation // *J Bone Joint Surg Am*. 1997. № 9 (79). С. 1290–1302.

46. Chen Y. [и др.]. Safety and Efficacy of Operative Versus Nonsurgical Management of Distal Radius Fractures in Elderly Patients: A Systematic Review and Meta-analysis // *Journal of Hand Surgery*. 2016. № 3 (41). С. 404–413.

47. Colles A. On the fracture of the carpal extremity of the radius // *The New England Journal of Medicine, Surgery and Collateral Branches of Science*. 1814. № 4 (3). С. 368–372.

48. Conti Mica M. A., Bindra R., Moran S. L. Anatomic considerations when performing the modified Henry approach for exposure of distal radius fractures // *Journal of Orthopaedics*. 2017. № 1 (14). С. 104–107.

49. Cooney W. P. Fractures of the distal radius. A modern treatment-based classification. // *The Orthopedic Clinics of North America*. 1993. № 2 (24). С. 211–216.

50. Cui Z. [и др.]. Internal versus external fixation for unstable distal radius fractures: an up-to-date meta-analysis // *International Orthopaedics*. 2011. № 9 (35). С. 1333–1341.

51. Diaz-Garcia R. J., Chung K. C. Common Myths and Evidence in the Management of Distal Radius Fractures // *Hand Clinics*. 2012. № 2 (28). С. 127–133.

52. Doi K. [и др.]. Intra-articular fractures of the distal aspect of the radius: Arthroscopically assisted reduction compared with open reduction and internal fixation // *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*. 1999. № 8 (81). С. 1093–1110.

53. Edwards C. C. [и др.]. Intra-articular distal radius fractures: Arthroscopic assessment of radiographically assisted reduction // *Journal of Hand Surgery*. 2001. № 6 (26). С. 1036–1041.

54. Eichenbaum M. D., Shin E. K. Nonbridging External Fixation of Distal Radius Fractures // *Hand Clinics*. 2010. № 3 (26). С. 381–390.

55. Esposito J. [и др.]. External fixation versus open reduction with plate fixation for distal radius fractures: A meta-analysis of randomised controlled trials // *Injury*. 2013. № 4 (44). С. 409–416.
56. Fernandez D. L. Fractures of the distal radius; operative treatment // *Instructional course lectures*. 1993. № 42. С. 73–88.
57. Fernandez D. L., Geissler W. B. Treatment of displaced articular fractures of the radius // *Journal of Hand Surgery*. 1991. № 3 (16). С. 375–384.
58. Fernandez D. L., Jupiter J. B. Fractures of the distal radius: a practical approach to management / D. L. Fernandez, J. B. Jupiter, Springer Science & Business Media, 2002. 357–362 с.
59. Friberg S., Lundstrom B. Radiographic measurements of the radio carpal joint in normal adults // *Acta Radiologica - Series Diagnosis*. 1976. № 2 (17). С. 249–256.
60. Gabl M. [и др.]. Characteristics of secondary arthrofibrosis after intra-articular distal radius fracture // *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2016. № 8 (136). С. 1181–1188.
61. Geissler W. B. Intra-articular distal radius fractures: The role of arthroscopy? // *Hand Clinics*. 2005. № 3 (21). С. 407–416.
62. Goldfarb C. A. [и др.]. Fifteen-year outcome of displaced intra-articular fractures of the distal radius. // *The Journal of hand surgery*. 2006. № 4 (31). С. 633–9.
63. Gondusky J. S. [и др.]. Biomechanical comparison of locking versus nonlocking volar and dorsal T-plates for fixation of dorsally comminuted distal radius fractures // *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2011. № 1 (25). С. 44–50.
64. Graham T. J. Surgical Correction of Malunited Fractures of the Distal Radius // *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 1997. № 5 (5). С. 270–281.
65. Gu W. L. [и др.]. Bridging external fixation versus non-bridging external fixation for unstable distal radius fractures: A systematic review and meta-analysis // *Journal of Orthopaedic Science*. 2016. № 1 (21). С. 24–31.
66. Gustilo R. B., Anderson J. T. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses // *JBJS*. 1976. № 4 (58). С. 453–458.

67. Hardy P. [и др.]. Wrist arthroscopy and intra-articular fractures of the distal radius in young adults. // *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*. 2006. № 11 (14). С. 1225–30.

68. Hattori Y. [и др.]. Arthroscopically assisted reduction with volar plating or external fixation for displaced intra-articular fractures of the distal radius in the elderly patients. // *Hand surgery : an international journal devoted to hand and upper limb surgery and related research : journal of the Asia-Pacific Federation of Societies for Surgery of the Hand*. 2007. № 1 (12). С. 1–12.

69. Haus B. M., Jupiter J. B. Intra-Articular Fractures of the Distal End of the Radius in Young Adults: Reexamined as Evidence-Based and Outcomes Medicine // *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*. 2009. № 12 (91). С. 2984–2991.

70. Howard P. W. [и др.]. External fixation or plaster for severely displaced comminuted Colles' fractures? A prospective study of anatomical and functional results // *Journal of Bone and Joint Surgery - Series B*. 1989. № 1 (71). С. 68–73.

71. Hudak P. L., Amadio P. C., Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: The DASH (disabilities of the arm, shoulder, and hand) // *American Journal of Industrial Medicine*. 1996. № 6 (29). С. 602–608.

72. Hull P. [и др.]. Dorsally displaced fractures of the distal radius - a study of preferred treatment options among UK trauma and orthopaedic surgeons. // *Hand surgery : an international journal devoted to hand and upper limb surgery and related research : journal of the Asia-Pacific Federation of Societies for Surgery of the Hand*. 2010. № 3 (15). С. 185–191.

73. Johnson N. A. [и др.]. Comparison of distal radius fracture intra-articular step reduction with volar locking plates and K wires: a retrospective review of quality and maintenance of fracture reduction // *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2017. № 2 (42). С. 144–150.

74. Johnston H. M. Varying positions of the carpal bones in the different movements at the wrist: part I // *Journal of anatomy and physiology*. 1907. № Pt 2 (41). С. 109.

75. Jones C. M., Grasu B. L., Murphy M. S. Dry wrist arthroscopy // *Journal of Hand Surgery*. 2015. № 2 (40). С. 388–390.

76. Jose A. [и др.]. Unstable distal radius fractures treated by volar locking anatomical plates // *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2017. № 1 (11). С. RC04–RC08.

77. Kaempffe F. A. [и др.]. Severe fractures of the distal radius: Effect of amount and duration of external fixator distraction on outcome // *Journal of Hand Surgery*. 1993. № 1 (18). С. 33–41.

78. Kakar S. Clinical Faceoff: Controversies in the Management of Distal Radius Fractures // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2015. № 10 (473). С. 3098–3104.

79. Kamano M. [и др.]. Palmar plating for AO/ASIF C3.2 fractures of the distal radius with arthroscopically assisted reduction. // *Hand surgery : an international journal devoted to hand and upper limb surgery and related research : journal of the Asia-Pacific Federation of Societies for Surgery of the Hand*. 2005. № 1 (10). С. 71–76.

80. Kandemir U. [и др.]. Does a volar locking plate provide equivalent stability as a dorsal nonlocking plate in a dorsally comminuted distal radius fracture?: A biomechanical study // *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2008. № 9 (22). С. 605–610.

81. Kapandji A. L'Osteosynthese par double embrochage intrafocal. Traitement fonctionnel des fractures non articulaires de l'extremite inferieure du radius. 1976. № 11–12 (30). С. 903–908.

82. Kazuki K., Kusunoki M., Shimazu A. Pressure distribution in the radiocarpal joint measured with a densitometer designed for pressure-sensitive film // *Journal of Hand Surgery*. 1991. № 3 (16). С. 401–408.

83. Khader B. A., Towler M. R. Common treatments and procedures used for fractures of the distal radius and scaphoid: A review // *Materials Science and Engineering C*. 2017. № 74. С. 422–433.

84. Kijima Y., Viegas S. F. Wrist Anatomy and Biomechanics // *Journal of Hand Surgery*. 2009. № 8 (34). С. 1555–1563.

85. Knirk J. L., Jupiter J. B. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. // *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 1986. № 5 (68). С. 647–59.

86. Knox J. [и др.]. Percutaneous Pins Versus Volar Plates for Unstable Distal Radius Fractures: A Biomechanic Study Using a Cadaver Model // *Journal of Hand Surgery*. 2007. № 6 (32). С. 813–817.
87. Koval K. [и др.]. Controversies in the Management of Distal Radius Fractures // *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2014. № 9 (22). С. 566–575.
88. Kristensen S. S., Thomassen E., Christensen F. Ulnar variance in Kienböck's disease // *Journal of Hand Surgery*. 1986. № 2 (11). С. 258–260.
89. Lafontaine M., Hardy D., Delince P. Stability assessment of distal radius fractures // *Injury*. 1989. № 4 (20). С. 208–210.
90. Landgren M. [и др.]. Similar 1-year subjective outcome after a distal radius fracture during the 10-year-period 2003–2012: A longitudinal register-based study involving 3,666 patients // *Acta Orthopaedica*. 2017. № 4 (88). С. 451–456.
91. Landgren M. [и др.]. Fragment-Specific Fixation Versus Volar Locking Plates in Primarily Nonreducible or Secondarily Redispaced Distal Radius Fractures: A Randomized Controlled Study // *The Journal of Hand Surgery*. 2017. № 3 (42). С. 156-165.e1.
92. Landsmeer J. M. Studies in the anatomy of articulation. II. Patterns of movement of bi-muscular, bi-articular systems. // *Acta Morphologica Neerlandico-Scandinavica*. 1961. № 3. С. 304.
93. Lenoble E. [и др.]. Fracture of the distal radius. A prospective comparison between trans-styloid and Kapandji fixations // *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 1995. № 4 (77). С. 562–567.
94. Levy S. [и др.]. Arthroscopic assessment of articular fractures of distal radius osteosyntheses by percutaneous pins // *Chirurgie de la Main*. 2011. № 3 (30). С. 218–223.
95. Lichtman D. M., Wroten E. S. Understanding midcarpal instability // *The Journal of hand surgery*. 2006. № 3 (31). С. 491–498.
96. Liporace F. A. [и др.]. A biomechanical comparison of a dorsal 3.5-mm T-plate and a volar fixed-angle plate in a model of dorsally unstable distal radius fractures //

Journal of Orthopaedic Trauma. 2005. № 3 (19). С. 187–191.

97. Lundy D. W. [и др.]. Tilted lateral radiographs in the evaluation of intra-articular distal radius fractures // Journal of Hand Surgery. 1999. № 2 (24). С. 249–256.

98. Lutsky K. [и др.]. Arthroscopic Assessment of Intra-Articular Distal Radius Fractures After Open Reduction and Internal Fixation From a Volar Approach // Journal of Hand Surgery. 2008. № 4 (33). С. 476–484.

99. Macconail B. Y. M. A. The mechanical anatomy of the carpus and its bearings on some surgical proplems // J Anat. 1941. (75(Pt2)). С. 166–175.

100. MacIntyre N. J., Dewan N. Epidemiology of distal radius fractures and factors predicting risk and prognosis // Journal of Hand Therapy. 2016. № 2 (29). С. 136–145.

101. McCall T. A. [и др.]. Volar Versus Dorsal Fixed-Angle Fixation of Dorsally Unstable Extra-Articular Distal Radius Fractures: A Biomechanic Study // Journal of Hand Surgery. 2007. № 6 (32). С. 806–812.

102. Medoff R. J. Essential Radiographic Evaluation for Distal Radius Fractures // Hand Clinics. 2005. № 3 (21). С. 279–288.

103. Mehta J. A., Bain G. I., Heptinstall R. J. Anatomical reduction of intra-articular fractures of the distal radius. An arthroscopically-assisted approach // Journal of Bone and Joint Surgery - Series B. 2000. № 1 (82). С. 79–86.

104. Mehta J. A., Slavotinek J. P., Krishnan J. Local osteopenia associated with management of intra-articular distal radial fractures by insertion of external fixation pins in the distal fragment: Prospective study // Journal of Orthopaedic Surgery. 2002. № 2 (10). С. 179–184.

105. Meinberg E. [и др.]. Fracture and Dislocation Classification Compendium—2018 // Journal of Orthopaedic Trauma. 2018. № 1 (32). С. S1–S10.

106. Miyake T. [и др.]. Malunited Colles' fracture Analysis of stress distribution // Journal of Hand Surgery. 1994. № 6 (19). С. 737–742.

107. Mulders M. A. M. [и др.]. Non-operative treatment of displaced distal radius fractures leads to acceptable functional outcomes, however at the expense of 40% subsequent surgeries // Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research. 2017. № 6 (103). С. 905–909.

108. Müller M. E. [и др.]. *Humerus* Springer, 1990. С. 54–85.
109. Murray P. M. Current status of wrist arthrodesis and wrist arthroplasty. // *Clinics in plastic surgery*. 1996. № 3 (23). С. 385–394.
110. Navarro A. *Anatomy and physiology of the carpus* / A. Navarro, Unknown, 1935. 166–189 с.
111. Nelson D. L. Functional wrist motion. // *Hand clinics*. 1997. № 1 (13). С. 83–92.
112. Obert L. [и др.]. High-energy injuries of the wrist // *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research*. 2016. № 1 (102). С. S81–S93.
113. Ogawa T. [и др.]. Analysis of soft tissue injuries associated with distal radius fractures // *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2013. № 1 (5). С. 1.
114. Ono H. [и др.]. Distal radius fracture arthroscopic intraarticular displacement measurement after open reduction and internal fixation from a volar approach // *Journal of Orthopaedic Science*. 2010. № 4 (15). С. 502–508.
115. Ozer K., Toker S. Dorsal Tangential View of the Wrist to Detect Screw Penetration to the Dorsal Cortex of the Distal Radius after Volar Fixed-Angle Plating // *HAND*. 2011. № 2 (6). С. 190–193.
116. Palmer A. K. [и др.]. Functional wrist motion: a biomechanical study // *Journal of Hand Surgery*. 1985. № 1 (10). С. 39–46.
117. Palmer A. K. The distal radioulnar joint: Anatomy, biomechanics, and triangular fibrocartilage complex abnormalities // *Hand Clinics*. 1987. № 1 (3). С. 31–40.
118. Park M. J., Yao J. Advances in Hand and Wrist Arthroscopy // *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2014. № 5 (134). С. 758e-765e.
119. Perren S. M., Fernandez Dell'Oca A., Regazzoni P. Evolution of ao fracture treatment part 1: The internal fixator // *Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Cechoslovaca*. 2017. № 6 (84). С. 413–417.
120. Piñal F. del Dry arthroscopy of the wrist: Its role in the management of articular distal radius fractures // *Scandinavian Journal of Surgery*. 2008. № 4 (97). С. 298–304.
121. Piñal F. Del [и др.]. Arthroscopic reduction of comminuted intra-articular distal radius fractures with diaphyseal-metaphyseal comminution // *Journal of Hand Surgery*.

2014. № 5 (39). С. 835–843.

122. Piñal F. del, Mathoulin C., Luchetti R. Arthroscopic Management of Distal Radius Fractures / F. del Piñal, C. Mathoulin, R. Luchetti, под ред. F. Piñal, R. Luchetti, C. Mathoulin, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. 147–152 с.

123. Plant C. E., Parsons N. R., Costa M. L. Do radiological and functional outcomes correlate for fractures of the distal radius? // Bone and Joint Journal. 2017. № 3 (99B). С. 376–382.

124. Pogue D. J. [и др.]. Effects of distal radius fracture malunion on wrist joint mechanics // Journal of Hand Surgery. 1990. № 5 (15). С. 721–727.

125. Porter M., Stockley I. Fractures of the distal radius. Intermediate and end results in relation to radiologic parameters // Clinical Orthopaedics and Related Research. 1987. (220). С. 241–252.

126. Randelli P., Dejour D. Arthroscopy / P. Randelli, D. Dejour, под ред. P. Randelli [и др.], Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2016. 931–934 с.

127. Rayhack J. Symposium on distal radius fractures // Contemp Orthop. 1990. № 21 (21). С. 71–104.

128. Ring D. Intra-articular fractures of the distal radius // Journal of the American Society for Surgery of the Hand. 2002. № 2 (2). С. 60–77.

129. Rozental T. D. [и др.]. Evaluation of the sigmoid notch with computed tomography following intra-articular distal radius fracture // The Journal of Hand Surgery. 2001. № 2 (26). С. 244–251.

130. Ruch D. S. [и др.]. Arthroscopic Reduction Versus Fluoroscopic Reduction in the Management of Intra-articular Distal Radius Fractures // Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery. 2004. № 3 (20). С. 225–230.

131. Salter R. B. The physiologic basis of continuous passive motion for articular cartilage healing and regeneration // Hand Clinics. 1994. № 2 (10). С. 211–219.

132. Seigerman D. [и др.]. Complications in the Management of Distal Radius Fractures: How Do We Avoid them? // Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. 2019. № 2 (12). С. 204–212.

133. Shehovych A. [и др.]. Adult distal radius fractures classification systems:

essential clinical knowledge or abstract memory testing? // *The Annals of The Royal College of Surgeons of England*. 2016. № 8 (98). C. 525–531.

134. Shishkin V., Golubev V. Computer-assisted extra-articular distal radius osteotomies using patient-specific surgical guides // *EPiC Series in Health Sciences*. 2018. (2). C. 187–189.

135. Shyamalan G. [и др.]. Assessment of the structures at risk during wrist arthroscopy: a cadaveric study and systematic review // *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2016. № 8 (41). C. 852–858.

136. Slutsky D. J. External Fixation of Distal Radius Fractures // *Journal of Hand Surgery*. 2007. № 10 (32). C. 1624–1637.

137. Slutsky D. J., Nagle D. J. Wrist arthroscopy: current concepts // *The Journal of hand surgery*. 2008. № 7 (33). C. 1228–1244.

138. Smeraglia F., Buono A. Del, Maffulli N. Wrist arthroscopy in the management of articular distal radius fractures // *British Medical Bulletin*. 2016. № 1 (119). C. 157–165.

139. Smith R. W. A treatise on fractures in the vicinity of joints, and on certain forms of accidental and congenital dislocations / R. W. Smith, Hodges and Smith, 1847. 210 c.

140. Souer J. S., Lozano-Calderon S. A., Ring D. Predictors of Wrist Function and Health Status After Operative Treatment of Fractures of the Distal Radius // *Journal of Hand Surgery*. 2008. № 2 (33). C. 157.e1-157.e8.

141. Sun J. S. [и др.]. Extra-articular deformity in distal radial fractures treated by external fixation // *Canadian Journal of Surgery*. 2001. № 4 (44). C. 289–294.

142. Swart E., Tang P. The Effect of Ligament Injuries on Outcomes of Operatively Treated Distal Radius Fractures. // *American journal of orthopedics (Belle Mead, N.J.)*. 2017. № 1 (46). C. E41–E46.

143. Swart E., Tulipan J., Rosenwasser M. P. How Should the Treatment Costs of Distal Radius Fractures Be Measured? // *American journal of orthopedics (Belle Mead, N.J.)*. 2017. № 1 (46). C. E54–E59.

144. Tadjerbashi K., Rosales R. S., Atroshi I. Intervention randomized controlled trials involving wrist and shoulder arthroscopy: A systematic review // *BMC*

Musculoskeletal Disorders. 2014. № 1 (15). С. 1–10.

145. Taleisnik J. The ligaments of the wrist // *Journal of Hand Surgery*. 1976. № 2 (1). С. 110–118.

146. Tang J. B. General concepts of wrist biomechanics and a view from other species // *Journal of Hand Surgery: European Volume*. 2008. № 4 (33). С. 519–525.

147. Thompson J. C. *Netter's Concise Orthopaedic Anatomy E-Book* / J. C. Thompson, Elsevier Health Sciences, 2015. 458–459 с.

148. Thorninger R. [и др.]. Complications of volar locking plating of distal radius fractures in 576 patients with 3.2 years follow-up // *Injury*. 2017. № 6 (48). С. 1104–1109.

149. Trumble T. E., Schmitt S. R., Vedder N. B. Factors affecting functional outcome of displaced intra-articular distal radius fractures // *Journal of Hand Surgery*. 1994. № 2 (19). С. 325–340.

150. Varitimidis S. E. [и др.]. Treatment of intra-articular fractures of the distal radius: fluoroscopic or arthroscopic reduction? // *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 2008. № 6 (90). С. 778–785.

151. Walenkamp M. M. J. [и др.]. 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. № 2 (8). С. 67–75.

152. Walenkamp M. M. J. [и др.]. Predictors of unstable distal radius fractures: a systematic review and meta-analysis // *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2016. № 5 (41). С. 501–515.

153. Wang J. [и др.]. Open reduction and internal fixation versus external fixation for unstable distal radial fractures: A meta-analysis // *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2013. № 3 (99). С. 321–331.

154. Wang J. [и др.]. Is intramedullary nailing better than the use of volar locking plates for fractures of the distal radius? A meta-analysis of randomized controlled trials // *Journal of Hand Surgery: European Volume*. 2016. № 5 (41). С. 543–552.

155. Wei D. H. [и др.]. External fixation versus internal fixation for unstable distal radius fractures: A systematic review and meta-analysis of comparative clinical trials //

Journal of Orthopaedic Trauma. 2012. № 7 (26). С. 386–394.

156. Whipple T. L., Marotta J. J., Powell J. H. Techniques of wrist arthroscopy // *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. 2010. № 12 (26). С. 1683.

157. Wolf J. M., Dukas A., Pensak M. Advances in wrist arthroscopy // *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2012. № 11 (20). С. 725–734.

158. Woo S. L. Y., Gomez M. A., Akeson W. H. The time and history-dependent viscoelastic properties of the canine medial collateral ligament // *Journal of Biomechanical Engineering*. 1981. № 4 (103). С. 293–298.

159. Xie X. [и др.]. Comparison of internal and external fixation of distal radius fractures: A meta-analysis of randomized controlled trials // *Acta Orthopaedica*. 2013. № 3 (84). С. 286–291.

160. Yamazaki H. [и др.]. Arthroscopic assistance does not improve the functional or radiographic outcome of unstable intra-articular distal radial fractures treated with a volar locking plate: A randomised controlled trial // *Bone and Joint Journal*. 2015. № 7 (97-B). С. 957–962.

161. Yoon A., Grewal R. Management of Distal Radius Fractures from the North American Perspective // *Hand Clinics*. 2012. № 2 (28). С. 135–144.

162. Young B. T., Rayan G. M. Outcome following nonoperative treatment of displaced distal radius fractures in low-demand patients older than 60 years // *Journal of Hand Surgery*. 2000. № 1 (25). С. 19–28.

163. Zhang L. H. [и др.]. Volar locking plate versus external fixation for the treatment of unstable distal radial fractures: A meta-analysis of randomized controlled trials // *Journal of Surgical Research*. 2015. № 1 (193). С. 324–333.

164. Zhang Q. [и др.]. Internal Versus External Fixation for the Treatment of Distal Radial Fractures // *Medicine (United States)*. 2016. № 9 (95). С. e2945.

165. Zhang X. [и др.]. Volar locking plate (VLP) versus non-locking plate (NLP) in the treatment of die-punch fractures of the distal radius, an observational study // *International Journal of Surgery*. 2016. № 34. С. 142–147.

166. Zolotov A. Handmade Traction Wrist Tower // *Journal of Wrist Surgery*. 2018. № 05 (07). С. 441–444.

167. Zong S. Le [и др.]. Meta-analysis for dorsally displaced distal radius fracture fixation: Volar locking plate versus percutaneous Kirschner wires // Journal of Orthopaedic Surgery and Research. 2015. № 1 (10). С. 108.

168. Каталог фирмы-производителя Denyers [Электронный ресурс]. URL: <https://denyers.com.au/products/wrist-arthroscopy-system>.

169. AO / OTA Fracture and Dislocation Classification Compendium 2018.