

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАУЧНЫЙ ЦЕНТР НЕВРОЛОГИИ»**

*На правах рукописи*

**ГРОЗОВА ДАРЬЯ АНДРЕЕВНА**

**КОНСЕРВАТИВНАЯ ТЕРАПИЯ ИДИОПАТИЧЕСКОГО КАРПАЛЬНОГО  
ТУННЕЛЬНОГО СИНДРОМА СРЕДНЕЙ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ:  
КЛИНИКО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**

3.1.24. Неврология

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук

Гнедовская Е.В.

Москва – 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	12
1.1 Диагностика карпального туннельного синдрома.....	12
1.2 Определение степени тяжести карпального туннельного синдрома.....	15
1.3 Оценка количества двигательных единиц при карпальном туннельном синдроме.....	20
1.4 Количественное сенсорное тестирование при карпальном туннельном синдроме.....	22
1.5 Лечение карпального туннельного синдрома.....	24
1.6 Предикторы эффективности консервативных методов лечения карпального туннельного синдрома.....	29
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	32
2.1 Характеристика обследованных пациентов, дизайн исследования.....	32
2.2 Клиническое исследование.....	35
2.3 Нейрофизиологическое исследование.....	36
2.4 Ультразвуковое исследование.....	38
2.5 Количественное сенсорное тестирование.....	38
2.6 Статистическая обработка результатов.....	41
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ.....	43
3.1 Клиническая оценка чувствительных и двигательных нарушений до начала лечения.....	43
3.2 Результаты лечения, продолжительность клинического эффекта локальной инъекции кортикостероидов и ортезирования в период наблюдения до 6 месяцев.....	44
3.3 Клинико-инструментальная оценка эффективности локальной инъекции кортикостероидов и ортезирования через 1 месяц при идиопатическом карпальном туннельном синдроме средней степени тяжести.....	46
3.3.1 Оценка клинических симптомов через 1 месяц после лечения.....	46

3.3.2 Нейрофизиологическая оценка функции срединного нерва в динамике через 1 месяц после лечения.....	50
3.3.3 Оценка ультразвуковых параметров срединного нерва в динамике через 1 месяц после лечения.....	52
3.4 Оценка нейрофизиологических и ультразвуковых параметров срединного нерва в динамике через 3 месяца после локальной инъекции кортикостероидов.....	53
3.5 Нейрофизиологическая оценка количества двигательных единиц в динамике на фоне лечения при идиопатическом карпальном туннельном синдроме средней степени тяжести.....	54
3.6 Мульти模альная инструментальная оценка чувствительности в динамике на фоне лечения при идиопатическом карпальном туннельном синдроме средней степени тяжести.....	58
3.7 Предикторы эффективности двух методов консервативной терапии (локальной инъекции кортикостероидов и ортезирования) при идиопатическом карпальном туннельном синдроме средней степени тяжести.....	61
3.8. Клинический случай.....	63
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	78
ВЫВОДЫ.....	80
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	82
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	83
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	85
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	102

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность и степень разработанности темы исследования**

Карпальный туннельный синдром (КТС) является наиболее частой мононевропатией верхней конечности, ведущей к ограничению трудоспособности и существенно снижающей качество жизни пациентов [10]. Распространенность КТС составляет 36,08 на 10 000 населения, при этом ежегодная заболеваемость среди мужчин и женщин на 10 000 населения – 19,12 и 35,95 соответственно [23]. Симптомы КТС представлены парестезиями, онемением и болью в области иннервации срединного нерва. Обострение симптоматики в ночное время приводит к значимому нарушению сна. Более чем у 50% пациентов симптомы КТС наблюдаются с обеих сторон [16].

Диагноз КТС устанавливается на основании клинической картины, а также результатов дополнительных методов исследований, таких как электронейромиография (ЭНМГ) и ультразвуковое исследование (УЗИ) срединного нерва. Удобным клиническим инструментом для оценки выраженности симптомов пациентов, а также их мониторингования на фоне проводимого лечения является использование Бостонского опросника по оценке карпального туннельного синдрома (*англ.* Boston Carpal Tunnel Questionnaire, BCTQ) и Лидской шкалы оценки нейропатической боли (*англ.* Leeds Assessment of Neuropathic Symptoms and Signs Pain Scale, LANSS). Важно, что данные опросники переведены на русский язык и прошли лингвистическую валидацию [151,152].

Следует отметить, что ЭНМГ не оценивает функцию тонких нервных волокон, которые представлены слабо миелинизированными А- $\delta$ - и немиелинизированными С-волоконками, а ведь именно их повреждение является одной из причин нарушения температурной и болевой чувствительности у пациентов с КТС [11,125]. Для объективизации их поражения разработан метод количественного сенсорного тестирования (*англ.* Quantitative Sensory Testing, QST). Это психофизиологическое исследование, определяющее пороги

температурной, болевой, а также вибрационной чувствительности [53], однако его роль в изучении патогенеза симптомов КТС в настоящий момент четко не определена [17,48,68].

Известно, что заболевания, сопровождающиеся поражением мотонейронов или их аксонов, приводят к снижению количества функционирующих двигательных единиц (ДЕ). Для их подсчета существует несколько электрофизиологических методов, объединенных под общим названием MUNE (*англ.* Motor Unit Number Estimation) [148], среди них наиболее удобным для выполнения представляется метод MUNIX (*англ.* Motor Unit Number Estimation Index – индекс оценки количества двигательных единиц) [83,84]. В ряде работ показано снижение количества ДЕ при КТС, в том числе у пациентов без слабости или похудания мышц тенара [13,21,66,115]. Также представляет интерес изучение роли метода MUNIX в прогнозировании ответа на терапию при КТС.

Несмотря на высокую распространенность КТС, вопросы выбора метода лечения остаются дискуссионными. Особенно остро это касается пациентов со средней степенью тяжести КТС, когда имеются жалобы на значимое онемение и болевой синдром, но еще нет явного двигательного дефицита и атрофии мышц тенара. Наиболее часто для лечения данной категории пациентов используется локальная инъекция кортикостероидов (ЛИК) и ортезирование лучезапястного сустава. Несмотря на большое количество исследований и обзоров, которые доказали эффективность данных методов при КТС [2,4,5,6,25,62,76,100], в настоящий момент опубликовано всего несколько работ, посвященных непосредственному сравнению эффективности ортезирования и ЛИК, с противоречивыми результатами [24,30,112,114].

Таким образом, для КТС средней степени тяжести консенсус о выборе оптимального метода консервативного лечения пока не достигнут. Изучение предикторов эффективности ЛИК и ортезирования, в качестве которых могут выступать анамнестические, клинические и инструментальные параметры, необходимо для повышения качества помощи, оказываемой данной категории пациентов.

### **Цель исследования**

Провести комплексное клиническое и инструментальное сравнительное исследование эффективности локальных инъекций кортикостероидов и ортезирования лучезапястного сустава и оптимизировать консервативную тактику лечения при идиопатическом карпальном туннельном синдроме средней степени тяжести.

### **Задачи исследования**

1. Оценить продолжительность и сравнить клиническую эффективность ЛИК и ортезирования лучезапястного сустава при идиопатическом КТС средней степени тяжести в периоде наблюдения до 6 месяцев.
2. Сравнить влияние ЛИК и ортезирования лучезапястного сустава на динамику нейрофизиологических параметров при идиопатическом КТС средней степени тяжести.
3. Сравнить влияние ЛИК и ортезирования лучезапястного сустава на динамику ультразвуковых параметров при идиопатическом КТС средней степени тяжести.
4. Выполнить оценку количества двигательных единиц методом MUNIX с короткой мышцы, отводящей большой палец кисти (m. APB) у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести в динамике на фоне лечения.
5. Выполнить мультимодальную инструментальную оценку чувствительности методом количественного сенсорного тестирования у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести в динамике на фоне лечения.
6. Выявить предикторы клинической эффективности ЛИК и ортезирования лучезапястного сустава при идиопатическом КТС средней степени тяжести.

### **Научная новизна**

Впервые в мире проведена комплексная сравнительная оценка клинической эффективности, влияния на нейрофизиологические и ультразвуковые характеристики срединного нерва двух методов консервативного лечения (ЛИК и

ортезирования лучезапястного сустава) прицельно при идиопатическом КТС средней степени тяжести.

Впервые у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести выполнена оценка количества двигательных единиц с m. APB в динамике на фоне лечения, проанализирован потенциал метода MUNIX в прогнозировании ответа на консервативную терапию.

Впервые у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести проанализированы параметры количественного сенсорного тестирования в динамике на фоне лечения.

### **Теоретическая и практическая значимость**

**Теоретическая значимость работы.** Продемонстрирована вариабельность выраженности субъективных клинических симптомов у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести, верифицированной на основании электродиагностических критериев.

Проведено сравнительное описание динамики клинических, нейрофизиологических и ультразвуковых параметров при идиопатическом КТС средней степени тяжести на фоне ЛИК и ортезирования лучезапястного сустава. Обнаружены электрофизиологические и ультразвуковые корреляты клинической эффективности ЛИК, тем самым найдено объяснение более выраженной и продолжительной клинической эффективности ЛИК по сравнению с ортезированием.

**Практическая значимость работы.** Продемонстрирована важность использования ЭНМГ для определения степени тяжести КТС ввиду наличия клинико-нейрофизиологической диссоциации.

Доказана большая эффективность ЛИК при идиопатическом КТС средней степени тяжести через 1 месяц после лечения, по сравнению с ортезированием лучезапястного сустава. Продолжительность клинического эффекта ЛИК

составляет в среднем около 4 месяцев, что в 4 раза дольше, чем при ортезировании лучезапястного сустава.

Показано, что метод MUNIX с m.APB может применяться у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести для оценки количества функционирующих двигательных единиц, но не для прогнозирования ответа на ЛИК и ортезирование лучезапястного сустава.

Показано, что количественное сенсорное тестирование может применяться у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести в исследовательских целях для объективизации чувствительных нарушений.

### **Методология и методы исследования**

Объектом исследования были пациенты с диагнозом идиопатического КТС средней степени тяжести, верифицированной на основании электродиагностических критериев ААЕМ, 1997 [118]. Всего включено 105 случаев. Пациенты были рандомизированы методом конвертов на две группы в зависимости от проводимого лечения: 1-й группе (n=54) была проведена ЛИК под УЗ-контролем в запястный канал; при неполном регрессе симптомов выполняли вторую (последнюю) инъекцию через 2 недели. Пациентам 2-й группы (n=51) было назначено ортезирование лучезапястного сустава в ночные часы в течение 1 месяца. Обследование пациентов проводилось до начала лечения, через 1 и 3 месяца после лечения. Далее осуществлялось наблюдение за клиническим состоянием пациентов на протяжении до 6 месяцев (опрос по телефону). При отсутствии улучшения или ухудшении симптомов пациент исключался из исследования на любом этапе.

Критерием эффективности лечения, с учетом данных литературы, было выбрано снижение балла по шкале тяжести симптомов (*англ.* Symptom Severity Scale, SSS) Бостонского опросника по оценке КТС на 30% и более [110].

Дополнительно была набрана группа из 15 здоровых добровольцев (итого 30 кистей), которым выполняли методику MUNIX с m. APB, а также количественное сенсорное тестирование.



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

1. Выраженность субъективных симптомов при идиопатическом КТС средней степени тяжести, верифицированной на основании электродиагностических критериев, значительно варьирует.

2. При идиопатическом КТС средней степени тяжести оба метода консервативной терапии (ЛИК и ортезирование лучезапястного сустава) приводят к клиническому улучшению через 1 месяц после лечения, однако улучшение на фоне ЛИК значимо выше. Продолжительность клинического эффекта ЛИК в 4 раза больше, чем ортезирования лучезапястного сустава.

3. Только ЛИК приводит к значимому улучшению функционального состояния срединного нерва и снижению площади его поперечного сечения на уровне гороховидной кости через 1 месяц после лечения при идиопатическом КТС средней степени тяжести. При сохранении клинического эффекта ЛИК 3 месяца и дольше продолжается улучшение параметров проводящей функции срединного нерва, а ультразвуковые показатели остаются стабильными.

4. У пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести выявлено значимое снижение количества и увеличение размера функционирующих двигательных единиц с *m. APB* по сравнению с нормой.

5. У пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести выявлено значимое изменение параметров мультимодального количественного сенсорного тестирования по сравнению с нормой.

6. При идиопатическом КТС средней степени тяжести клиническая эффективность ЛИК и ортезирования лучезапястного сустава не зависит от значения исходных клинических, нейрофизиологических и ультразвуковых параметров.

### **Степень достоверности и апробация результатов исследования**

Степень достоверности результатов определяется достаточным объёмом выборки обследованных пациентов, чёткой постановкой целей и задач,

применением современных клинических и инструментальных методов исследования и адекватной статистической обработкой полученных данных.

Диссертация апробирована и рекомендована к защите на совместном заседании сотрудников 1-го, 2-го, 3-го и 5-го неврологических отделений, консультативно-диагностического отделения и лаборатории клинической нейрофизиологии Института клинической и профилактической неврологии, отдела исследований сознания и памяти, группы неинвазивной нейромодуляции, группы валидации международных шкал и опросников и отделения медицинской нейрореабилитации и физиотерапии Института нейрореабилитации и восстановительных технологий, отдела подготовки кадров высшей квалификации Института медицинского образования и профессионального развития Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научный центр неврологии» (протокол № 9 от 28.09.23).

Материалы диссертации были представлены на научно-образовательном мероприятии «Нейрофорум-2021» (Москва, Россия, 29-30 июня 2021 года), XV Междисциплинарной конференции с международным участием «Вейновские чтения 2022» (Москва, Россия, 10-12 февраля 2022 года), XV Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции «Функциональная диагностика – 2023» (Москва, Россия, 30 мая - 1 июня 2023 года).

### **Внедрение результатов исследования**

Полученные результаты внедрены в ФГБНУ «Научный центр неврологии» в работу консультативно-диагностического отделения, неврологических отделений, учебный процесс подготовки клинических ординаторов, аспирантов и врачей-неврологов, которые обучаются на циклах повышения квалификации.

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 4 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

### **Личный вклад автора**

Автору принадлежит определяющая роль в разработке и выполнении протокола исследования, постановке цели и задач, обосновании выводов и практических рекомендаций, а также анализе основных отечественных и зарубежных источников литературы. Самостоятельно был проведен сбор анамнеза, неврологический осмотр пациентов, оценка по специализированным клиническим шкалам, нейрофизиологическое (стимуляционная ЭНМГ и методика MUNIX) и ультразвуковое исследование срединного нерва, количественное сенсорное тестирование, выполнение ЛИК. Автором проведена обработка и статистический анализ полученных данных, подготовлены статьи с последующей публикацией в научных журналах.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация изложена на 107 страницах машинописного текста, содержит 17 таблиц и иллюстрирована 21 рисунком. Работа состоит из следующих разделов: введение, обзор литературы, описание общей характеристики обследованных лиц и дизайна исследования, методов исследования, результаты исследования, описание клинического случая, обсуждение, заключение, выводы и практические рекомендации, список литературы, приложения. Библиографический указатель содержит 14 отечественных и 138 зарубежных источника литературы, а также 4 собственных публикации автора, подготовленных по теме диссертации.

### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 3.1.24. – Неврология, в области исследований: заболевания периферической нервной системы; нейровизуализационные и инструментальные методы исследования в неврологии; лечение неврологических больных и нейрореабилитация.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Диагностика карпального туннельного синдрома

Карпальный туннельный синдром (КТС) – симптомокомплекс, возникающий в результате компрессии срединного нерва на уровне запястья. Характерными признаками КТС являются боль и парестезии в зоне иннервации срединного нерва. Однако локализация симптомов бывает более обширной, пациенты могут отмечать боль в запястье, ее иррадиацию в предплечье или даже в плечо [130]. Пробуждение пациентов ночью из-за возникновения симптомов и необходимость встряхнуть или растереть кисть, чтобы облегчить состояние, типично для КТС. Чувствительность симптома «встряхивания» при КТС, согласно исследованию W.E. Pryse-Phillips [102], составляет 93%, специфичность – 96%. Провоцирующими факторами для возникновения симптомов КТС являются действия, ассоциированные с длительным сгибанием или разгибанием кисти, а также с возвышенным положением руки (например, вождение автомобиля или продолжительный разговор по телефону). В связи с тем, что сенсорные волокна срединного нерва более чувствительны к компрессии, парестезии и боль превалируют на ранней стадии заболевания. По мере прогрессирования в патологический процесс вовлекаются двигательные волокна, нарушается отведение и противопоставление большого пальца кисти, что приводит к возникновению определенных жалоб – пациенты описывают трудности с удержанием мелких предметов, открыванием банок, застегиванием пуговиц и молний. Исчезновение болевого синдрома обнаруживается на поздней стадии КТС и, как правило, свидетельствует о стойкой потере чувствительности [130].

Рекомендуется проводить полноценный осмотр пациента для исключения других причин имеющихся жалоб [69,154]. Наличие суставных изменений кисти может натолкнуть на мысль о ревматических заболеваниях, которые являются факторами риска для возникновения КТС. Положительные провокационные тесты (Тинеля, Фалена, Дуркана и др.) свидетельствуют в пользу диагноза [139].

Известно, что чувствительность и специфичность каждого из них широко варьирует, но выявление у пациента нескольких положительных провокационных тестов увеличивает вероятность КТС [69].

Объективный сенсорный и моторный дефицит обнаруживается на более поздних стадиях заболевания. Гипестезия, нарушение дискриминационной чувствительности локализуются в зоне иннервации пальцевых ветвей срединного нерва (ладонная поверхность большого пальца кисти, указательный и средний пальцы, а также радиальная поверхность безымянного пальца). Выявление сенсорного дефицита в области тенара нетипично для КТС [64] и требует обязательного исключения поражения срединного нерва на более проксимальном уровне, так как иннервация этой области обеспечивается ладонной кожной ветвью срединного нерва, отходящей от него до входа в запястный канал [130]. Слабость отведения и противопоставления большого пальца кисти и похудание/атрофия мышц тенара свидетельствуют в пользу тяжелой степени нейропатии.

КТС – клинический диагноз, требующий подтверждения с помощью *электронейромиографии (ЭНМГ)* [98]. Она позволяет оценить степень повреждения нерва и, при необходимости, провести дифференциальную диагностику с другими состояниями [142]. Чувствительность нейрофизиологических тестов варьирует от 56% до 85%, специфичность – от 94% до 99% [56]. Если стандартный протокол ЭНМГ [101] не обнаруживает изменений, что встречается среди пациентов с легкими симптомами КТС [131], рекомендуется проводить дополнительные сравнительные тесты [126].

Компрессия срединного нерва приводит к его локальной демиелинизации, что на начальных стадиях заболевания проявляется увеличением дистальной латентности сенсорного потенциала и локальным замедлением скорости проведения (СП) по чувствительным волокнам срединного нерва на уровне запястного канала. Позднее аналогичные изменения начинают регистрироваться при исследовании двигательных волокон срединного нерва. По мере прогрессирования заболевания появляются признаки аксонального повреждения нерва в виде снижения амплитуды сенсорного потенциала и М-волны. При этом

нужно удостовериться, что это снижение истинное и обусловлено именно аксонотмезисом. Для этого рекомендуется исключить возможный блок проведения, возникший по причине локальной демиелинизации, путем проведения стимуляции дистальнее запястного канала [126]. Аномалии иннервации, такие как анастомоз Мартина-Грубера 3 типа и анастомоз Рише-Канью, могут затруднять интерпретацию полученных ЭНМГ-результатов и должны быть исключены при клинико-нейрофизиологической диссоциации [104,117,140,147].

Проведение игольчатой электромиографии (иЭМГ) не требуется у каждого пациента с КТС, но она может оказаться полезной для исключения других заболеваний (например, поражения срединного нерва на более проксимальном уровне, радикуло-, плексо- или полинейропатии). Использование иЭМГ будет также оправдано для подтверждения аксонотмезиса, например, при грубой атрофии мышц возвышения тенара и отсутствии дМ-волны. При этом выявление денервационной активности и нейрогенная перестройка потенциалов двигательных единиц (ПДЕ) будет говорить об аксональном поражении срединного нерва [126].

*Ультразвуковое исследование (УЗИ) срединного нерва* получило широкое применение в клинической практике. Оно позволяет доступно и неинвазивно получать информацию об анатомии расположения и морфологических изменениях нерва, помогает в проведении дифференциального диагноза, в том числе с ортопедической патологией (щелкающий палец, синдром Де Кервена, тендиниты, теносиновиты, артриты и др.) [46,149,153]. Возможность применения УЗИ в режиме реального времени используется при инъекционной терапии и хирургическом лечении КТС [22,135].

В экспертном консенсусе 2022 г. [98] выделено несколько ситуаций, когда рекомендовано проведение УЗИ в дополнении к ЭНМГ: 1) изменения на ЭНМГ, которые не позволяют определить уровень поражения; 2) клиническая картина КТС с нормальной ЭНМГ; 3) клиническая картина КТС с атипичными изменениями на ЭНМГ; 4) подозрение на вторичный КТС и структурные

изменения в области запястья; 5) неэффективное оперативное лечение КТС; 6) подозрение на КТС у пациента с полинейропатией.

Сканирование срединного нерва должно быть выполнено с уровня середины предплечья до запястья. Оценка площади поперечного сечения (ППС) рекомендуется во всех случаях КТС, при этом измерение данного параметра проводится в точке его максимального увеличения на протяжении всего запястного канала [98]. У пациентов старше 70 лет с клинической картиной КТС значение ППС срединного нерва может быть нормальным ( $<10 \text{ мм}^2$ ), и диагноз базируется прежде всего на основании результатов ЭНМГ. В настоящее время не достигнут консенсус о необходимости рутинной оценки таких УЗ-характеристик, как коэффициент уплощения срединного нерва, его эхогенность, васкуляризация и подвижность, в связи с чем требуется дальнейшее их изучение [98].

Появляется большой интерес к изучению периферических нервов, в том числе срединного, с помощью *магнитно-резонансной томографии (МРТ)* [91,108]. Она позволяет визуализировать изменения срединного нерва, сухожилий сгибателей, поперечной связки запястья, исключить объемное образование в области запястного канала. Однако необходимость использования сверхвысокопольного МРТ (3 Тесла и выше) и специальных магнитных катушек, высокая стоимость исследования, квалифицированные знания радиологов в области периферической нервной системы – все это существенно ограничивает применение магнитно-резонансной нейрографии в рутинной клинической практике при туннельных нейропатиях.

## **1.2. Определение степени тяжести карпального туннельного синдрома**

Определение степени тяжести КТС является неотъемлемым этапом диагностического процесса и лежит в основе выбора последующей лечебной тактики. Для этого используются клинические и инструментальные методы.

В настоящее время широко применяется Бостонский опросник по оценке КТС (*англ.* Boston Carpal Tunnel Questionnaire, BCTQ), разработанный D. Levine и коллегами в 1993 г. для стандартизации оценки результатов различных методов лечения КТС [72]. Опросник состоит из двух шкал: шкалы тяжести симптомов (*англ.* Symptom Severity Scale, SSS) и шкалы функциональных нарушений (*англ.* Function Status Scale, FSS). SSS включает в себя 11 вопросов, FSS – 8 вопросов. Баллы за ответы варьируют от 1 до 5 в зависимости от выраженности симптома. Итоговый балл по каждой шкале подсчитывается путем вычисления среднего значения, на основании которого делается вывод о степени выраженности симптомов КТС. Во избежание влияния исследователя на результаты тестирования, BCTQ должен заполняться пациентом самостоятельно, перед визитом к врачу и проведением ЭНМГ. Русскоязычная версия BCTQ была разработана и рекомендована к использованию в России в 2018 г. [151, приложение 1].

Первая клиническая шкала «Hi-Ob» (*historical-objective*) для градации тяжести КТС была опубликована F. Giannini и коллегами в 2002 г. [47]. Она включает следующие стадии: 1) стадия 0 (негативная): отсутствие симптомов, характерных для КТС; 2) стадия 1 (минимальная): только ночные парестезии; 3) стадия 2 (легкая): наличие парестезий в дневные часы; 4) стадия 3 (умеренная): выявление сенсорного дефицита при объективном осмотре; 5) стадия 4 (тяжелая): гипотрофия и/или моторный дефицит мышц тенара; 6) стадия 5 (экстремальная): атрофия или плегия мышц тенара. Отдельным пунктом оценивалось наличие у пациента болевого синдрома («да» или «нет»). Данная шкала продемонстрировала хорошие корреляции с BCTQ и нейрофизиологическими признаками поражения срединного нерва [47,81,129].

Далее шкала «Hi-Ob» была модифицирована в связи с появлением данных об особенностях распределения чувствительных нарушений в клинической картине КТС. В ряде исследований было показано, что парестезии в зоне иннервации срединного нерва чаще встречаются при более тяжелой клинической и нейрофизиологической картине, нежели чем при их более диффузном



распределении [27,128,137]. Клиническая шкала «Hi-Ob-Db» (historical-objective-distribution) была представлена в 2010 г. [26]. Согласно ей, выделяют 5 стадий КТС: 1) минимальная: только ночные парестезии (независимо от локализации) в отсутствии дефицита короткой мышцы, отводящей большой палец кисти (m.APB); 2) легкая: парестезии ночью и днем (независимо от локализации) в отсутствии дефицита m.APB; 3) умеренная: парестезии по всей кисти (по типу «перчатки») и дефицит m.APB (но не плегия); 4) тяжелая: парестезии в зоне иннервации срединного нерва и дефицит m.APB (но не плегия); 5) экстремальная: плегия m.APB.

После определения стадии заболевания по шкале «Hi-Ob-Db» дополнительно оценивается наличие болевого синдрома («да» или «нет»). Данная шкала продемонстрировала более выраженные корреляции с нейрофизиологическими параметрами, чем шкала «Hi-Ob» [26]. Другим важным отличием является то, что при использовании шкалы «Hi-Ob-Db» не учитывается такой параметр, как сенсорный дефицит, так как объективная его оценка при клиническом осмотре бывает затруднительна.

Система UpToDate предлагает использовать следующие градации тяжести симптомов КТС [67]: 1) легкие – парестезии или дискомфорт в зоне иннервации срединного нерва, которые не влияют на ночной сон, моторику кисти и повседневную деятельность + отсутствие сенсорного и моторного дефицита; 2) умеренные – сенсорный дефицит в зоне иннервации срединного нерва или периодическое нарушение ночного сна; симптомы (онемение, боль) могут слегка влиять на моторику кисти, но пациент способен выполнять все виды повседневной деятельности; 3) тяжелые – моторный дефицит в зоне иннервации срединного нерва или регулярное нарушение ночного сна, или значимое нарушение моторики кисти, приводящее к неспособности пациента выполнять один вид и более повседневной деятельности.

Основным недостатком использования клинических классификаций является их субъективность. Психологическое состояние пациента (например, наличие депрессии и тенденции к катастрофизации боли), а также опыт врача в оценке

объективных симптомов, несомненно, будет влиять на результаты тестирования. Кроме того, иногда выраженность предъявляемых симптомов не коррелирует с электрофизиологическими данными. Например, при очень выраженном болевом синдроме может обнаружиться лишь незначительное увеличение дистальной латентности сенсорного ответа, в то время как пациент с атрофией мышц тенара иногда вообще не обращает на это внимания [29,118].

В связи с этим крайне важно учитывать данные ЭНМГ при оценке степени тяжести КТС. Первые электрофизиологические классификации были предложены независимо друг от друга в 1997 г. [118,96]. Согласно классификации L. Padua [96] выделяют следующие градации КТС: 1) минимальный – изменения выявляются только в сравнительных тестах; 2) легкий – снижение СП по сенсорным волокнам на запястье при нормальной латентности дМ-волны; 3) умеренный – снижение СП по сенсорным волокнам на запястье + увеличение латентности дМ-волны; 4) тяжелый – отсутствие сенсорного потенциала + увеличение латентности дМ-волны; 5) экстремальный – отсутствие М-волны и сенсорного потенциала.

Также в 1997 г. выходит мини-монография Американской ассоциации электродиагностической медицины (ААЕМ), в которой J. Stevens [118] предлагает следующие варианты КТС: 1) легкий – увеличение (относительное или абсолютное) дистальной латентности сенсорного потенциала ± снижение его амплитуды; 2) умеренный – увеличение (относительное или абсолютное) дистальной латентности сенсорного потенциала и М-волны; 3) тяжелый КТС – увеличение (относительное или абсолютное) дистальной латентности сенсорного потенциала и М-волны + отсутствие сенсорного потенциала или низкая амплитуда / отсутствие дМ-волны. При иЭМГ часто выявляются ПФ, снижение паттерна рекрутирования и нейрогенная перестройка ПДЕ.

Опубликованы и более сложные, многоуровневые классификации, где градация степени тяжести КТС проводится на основании разработанных значений ЭНМГ-параметров [15,54]. Однако сами авторы отмечают, что в редких случаях классификация может не сработать и вызвать неопределенность в оценке тяжести

КТС. Кроме того, для каждой лаборатории требуется корректировка указанных числовых значений, что затрудняет использование данных классификаций.

В 2011 г. Американская ассоциация нервно-мышечной и электродиагностической медицины (AANEM) выпустила монографию, посвященную нейрофизиологической оценке КТС [126]. Градация степени тяжести нейропатии схожа с классификацией J. Stevens [118], однако существенным отличием является то, что снижение амплитуды сенсорного потенциала (а не полное его отсутствие) рассматривается в контексте аксонального поражения и, соответственно, тяжелого КТС. При этом авторы акцентируют внимание на важность аккуратной интерпретации результатов при получении низкоамплитудных ответов, так как они могут быть вызваны наличием блока проведения, а не истинным аксональным повреждением нерва.

Также предпринимаются попытки создания сонографической классификации для определения степени тяжести КТС. Имеется большое количество публикаций, сообщающих о положительной корреляции между стадией КТС и ППС срединного нерва [60,70,103,145]. Метаанализ, опубликованный в 2019 г. [106], показал, что среднее значение ППС срединного нерва при легкой степени тяжести КТС составляет 11,64 мм<sup>2</sup> (95% ДИ: 11,23-12,05 мм<sup>2</sup>; P< 0.001), при умеренной – 13,74 мм<sup>2</sup> (95% ДИ: 12,59-14,89 мм<sup>2</sup>; P< 0.001), при тяжелой – 16,80 мм<sup>2</sup> (95% ДИ: 14,50-19,1 мм<sup>2</sup>; P< 0.001). Однако, согласно результатам исследования L. Martikkala и коллег [77], значение ППС срединного нерва на уровне запястья не должно рассматриваться в качестве суррогатного показателя электрофизиологической тяжести КТС. Таким образом, данных мировой литературы в этом вопросе пока недостаточно, и определение степени тяжести КТС, согласно экспертному консенсусу от 2022 г. [98], должно всегда проводиться на основании результатов ЭНМГ.

### 1.3. Оценка количества двигательных единиц при карпальном туннельном синдроме

Основным морфо-функциональным элементом нервно-мышечного аппарата скелетных мышц является двигательная единица (ДЕ). Она включает мотонейрон спинного мозга с иннервируемыми его аксоном мышечными волокнами. При различных неврологических заболеваниях, сопровождающихся повреждением мотонейронов или их аксонов, количество функционирующих ДЕ будет снижаться [148].

У пациентов с КТС уменьшение количества ДЕ лежит в основе развития двигательных нарушений, таких как слабость в кисти и атрофия тенара. К сожалению, рутинная ЭНМГ неспособна детектировать потерю ДЕ на ранних стадиях заболевания. В то время как клиническая картина КТС медленно прогрессирует, амплитуда дМ-волны со срединного нерва может долгое время оставаться в пределах нормальных значений. Реиннервация мышечных волокон посредством коллатерального спраутинга обеспечивает относительное сохранение амплитуды дМ-волны до тех пор, пока повреждение двигательных аксонов срединного нерва не станет серьезным [35].

В этой связи большой интерес представляет использование различных электрофизиологических методов подсчета количества ДЕ, объединяющихся под общим названием MUNE (*англ.* Motor Unit Number Estimation). Первая публикация с описанием подсчета количества ДЕ с короткого разгибателя пальца стопы методом пошаговой стимуляции была издана А. McComas и коллегами в 1971 г. [78]. Количество ДЕ определялось путем деления амплитуды максимальной М-волны на вычисленную среднюю амплитуду ДЕ. В 1972 г. W. Brown публикует результаты исследования данной методики с мышц тенара у здоровых добровольцев [20], в 1973 г. – у 19 пациентов с клиническими симптомами КТС [21]. Снижение показателя MUNE было зафиксировано в большинстве случаев, в том числе у пациентов без слабости или похудания мышц тенара, что может свидетельствовать о субклиническом поражении моторных волокон при КТС. Уменьшение количества двигательных единиц у пациентов с КТС было отмечено

и в ряде других исследований [12,13,33,66,115,136]. Также в 2007 г. были выявлены и описаны отрицательные корреляции значения MUNE с электрофизиологической стадией КТС, дистальной латентностью М-ответа со срединного нерва и ППС срединного нерва на уровне дистального лучелоктевого сустава и на уровне гороховидной кости, положительная корреляция – с амплитудой дистального М-ответа [12,13]. В исследовании M. Sohn и коллег от 2011 г. обнаружались и другие корреляции со значением MUNE, помимо вышеописанных: положительная – с амплитудой сенсорного ответа и сенсорной СРВ на уровне карпального туннеля, отрицательная – с амплитудой и длительностью потенциала действия двигательной единицы, а также с баллом по ВСТQ. На основании полученных результатов авторы делают предположение о том, что методика MUNE может в том числе отражать степень тяжести КТС [115].

Одним из методов количественной оценки ДЕ является MUNIX (*англ.* Motor Unit Number Index – индекс оценки количества двигательных единиц), который был разработан S. Nandedkar и коллегами в 2004 г. [83]. Методика MUNIX активно применяется в различных клинических исследованиях, что обусловлено минимальным дискомфортом для пациента, сочетающимся с высокими показателями воспроизводимости [42,86,89]. Важно, что оценка количества ДЕ с помощью MUNIX возможна с любой, в том числе с проксимальной, мышцы. Наиболее широко данный индекс изучается у пациентов с боковым амиотрофическим склерозом (БАС) [41,42,86,88]. MUNIX также исследуется у пациентов со спинальной мышечной атрофией [18], с бульбоспинальной амиотрофией Кеннеди [138], демиелинизирующими полинейропатиями, а также у пациентов с инсультом и церебральным параличом [42].

Используя индекс MUNIX, можно вычислить и другой показатель, который называется MUSIX (Motor Unit Size Index – индекс размера двигательной единицы) и может косвенно отражать среднюю амплитуду потенциалов ДЕ. Рассчитывается MUSIX путем деления амплитуды максимальной М-волны на значение MUNIX. Таким образом, при поражении мотонейронов с последующим коллатеральным спраутингом можно ожидать снижение индекса MUNIX с одновременным

увеличением амплитуды отдельных ДЕ, т.е. с увеличением индекса MUSIX. Следует помнить, что показатели MUNIX и MUSIX – это индексы, пропорциональные количеству и размеру сохранных ДЕ, а не их абсолютные значения.

Стоит отметить, что, несмотря на кажущуюся легкость выполнения методики, для получения надежных результатов требуется определенная квалификация и опыт исследователя. Важным ограничением данного метода является слишком высокая зависимость индекса MUNIX от амплитуды М-волны – в исследовании А. Jacobsen и коллег [57] была продемонстрирована сильная положительная корреляция ( $R^2=0.944$ ) между этими показателями.

В настоящий момент не опубликовано ни одного исследования с применением метода MUNIX при туннельных нейропатиях, однако представляет интерес изучение связи данного индекса с клиническими, электрофизиологическими и ультразвуковыми характеристиками у пациентов с КТС, а также с результатами лечения.

#### **1.4. Количественное сенсорное тестирование при карпальном туннельном синдроме**

Нередко у пациентов с КТС можно наблюдать диссоциацию между имеющейся чувствительной симптоматикой и результатами ЭНМГ [29,36,47, 79,82,94]. Считается, что основной причиной такого клинико-электрофизиологического несоответствия является невозможность оценить функцию тонких нервных волокон (Аδ- и С-волокон) с помощью ЭНМГ, а ведь именно их повреждение приводит к нарушению температурной и болевой чувствительности и возникновению нейропатического болевого синдрома у пациентов с КТС [11,125]. Другая причина может быть связана с центральной сенситизацией, возникающей вследствие нарушения проведения по срединному нерву [43,120,137].

Золотым стандартом диагностики дисфункции тонких нервных волокон считается кожная биопсия с оценкой плотности интраэпидермальных нервных волокон (ИЭНВ) [150]. В исследовании А.В. Schmid и коллег [109] было обнаружено значимое снижение плотности ИЭНВ у пациентов с КТС ( $P < 0.0001$ ) независимо от электрофизиологической стадии заболевания. Данные результаты свидетельствуют в пользу того, что при КТС тонкие волокна вовлекаются в патологический процесс уже на легкой стадии, хотя ранее предполагалось, что они более устойчивы к компрессии, чем миелинизированные волокна [92,109,127].

Использование биопсии кожи с оценкой плотности ИЭНВ в клинической практике существенно ограничено, в связи с чем предпринимаются попытки изучения функции тонких нервных волокон при КТС с помощью других, менее инвазивных методов [37,141]. Особое место в этом занимает количественное сенсорное тестирование (*англ.* Quantitative Sensory Testing, QST), с помощью которого можно оценить пороги холодовой (слабо миелинизированные А $\delta$ -волокна), тепловой (немиелинизированные С-волокна) и вибрационной (толстые миелинизированные А $\beta$ -волокна) чувствительности [53]. QST – это психофизиологический метод, воспроизводимость которого зависит от ряда факторов: методики обследования, исходной температуры тела, локализации и количества исследуемых областей, длительности интервалов между обследованиями, квалификации исследователя, а также способности пациента выполнять инструкции (когнитивные нарушения, нарушение концентрации, языковой барьер) [150].

Имеющиеся в настоящий момент данные о целесообразности использования QST у пациентов с КТС противоречивы [17,48,68]. Так, К. Borg и U. Lindblom [17] сообщают о низкой чувствительности каждого отдельного теста QST, особенно если рука исследуемого находится в положении покоя, и не применяются провокационные пробы (например, сгибание запястья). Е. Lang и коллеги [68] обнаружили значимое увеличение порогов холодовой (*англ.* Cooling Detection Threshold, CDT) и тепловой чувствительности (*англ.* Warming Detection Threshold, WDT), а также порога тепловой боли у пациентов с КТС, по сравнению с группой

контроля. Интересно, что в их исследовании уровень боли коррелировал с порогом тепловой боли, определяемым как на указательном пальце ( $r = -0.46$ ,  $P < 0.05$ ), так и на мизинце ( $r = -0.41$ ,  $P < 0.05$ ), что может свидетельствовать в пользу центрального механизма возникновения боли. В 2011 г. была опубликована работа S. Tamburin и коллег [119], где авторы продемонстрировали значимые отличия CDT, WDT и порога вибрационной чувствительности (*англ.* Vibration Detection Threshold, VDT) у пациентов с КТС по сравнению со здоровыми добровольцами. При этом выраженность симптомов по SSS и уровень дневной боли значимо коррелировали с CDT ( $r = -0.40$ ,  $P = 0.007$  и  $r = -0.57$ ,  $P = 0.005$ , соответственно), но не с WDT или VDT, на основании чего авторы предполагают, что определяющая роль в патогенезе чувствительных симптомов КТС принадлежит слабо миелинизированным Аδ-волокам. В 2017 г. С. Clarke и коллеги [32] при помощи QST продемонстрировали, что повреждение тонких нервных волокон наблюдается даже на ранних стадиях КТС и усугубляется по мере прогрессирования заболевания. Несомненно, требуется проведение дальнейших исследований по уточнению роли тонких нервных волокон в патогенезе симптомов КТС.

Не менее актуальной представляется оценка параметров QST у пациентов со средней степенью тяжести КТС, в том числе в динамике на фоне консервативного лечения.

### **1.5. Лечение карпального туннельного синдрома**

На сегодняшний день не существует единой общепринятой стратегии лечения КТС. При тяжелой степени заболевания, когда имеются признаки аксонального поражения срединного нерва, однозначно показана его декомпрессия [61]. Однако на более ранних стадиях, особенно при средней степени тяжести, выбор между консервативным и хирургическим лечением не всегда очевиден [65,113]. В исследовании D. Lu-Rep и коллег [73], средний период наблюдения которого составил 6,3 года, эффективность оперативного лечения в долгосрочной перспективе оказалась выше, чем локальной инъекции кортикостероидов (ЛИК).



Однако более чем половине пациентов (58%), получивших ЛИК, не потребовалось проведения дополнительного лечения в течение всего срока наблюдения. Также стоит помнить, что хирургический метод является относительно дорогостоящим и сопряжен с риском возникновения осложнений [7,14]. Таким образом, консервативные методы занимают важное место в лечении КТС и наибольшее применение среди них получили ортезирование лучезапястного сустава и ЛИК [67].

Использование ортеза для лечения КТС впервые было предложено в 1947 г. [105, рисунок 1]. Он препятствует избыточному сгибанию и разгибанию кисти в лучезапястном суставе, которые приводят к увеличению давления в запястном канале, и таким образом облегчает состояние [67].



**Рисунок 1** – Ортезирование лучезапястного сустава

В национальных клинических рекомендациях ортезирование лучезапястного сустава предлагается использовать в качестве лечения первой линии при КТС легкой и средней степени тяжести [146]. Остается неясным оптимальный режим (все время или только в ночные часы) и продолжительность ношения ортеза, при этом появляются данные, что преимущество может проявиться при более длительном его применении [62]. Не зарегистрировано ни одного случая серьезного побочного эффекта при ношении ортеза, однако некоторые пациенты отмечают, что с ним сложнее уснуть.

Использование ЛИК для лечения КТС впервые было предложено G. S. Phalen и J. I. Kendrick [99] в 1957 г. Воспалительная реакция на ишемию может играть ключевую роль в патофизиологии туннельной невропатии [74], и эффективность кортикостероидов при КТС, вероятно, связана с их противовоспалительным действием. Также считается, что гормоны могут уменьшать отек в запястном канале, тем самым напрямую снижая давление внутри него [63]. Кокрейновский обзор от 2023 г. [5] подтверждает эффективность ЛИК при КТС легкой и средней степени тяжести в сроки до 6 месяцев. Ее использование снижает потребность в проведении хирургического вмешательства на период до 1 года. Среди побочных эффектов ЛИК чаще встречается непродолжительная боль после инъекции, из персистирующих симптомов описаны депигментация кожи и локальная подкожная атрофия. Потенциально возможно возникновение серьезных осложнений, таких как повреждение срединного нерва (при интраневральном введении препарата) и разрыв сухожилия сгибателей пальцев, однако это встречается крайне редко [58]. Для снижения риска осложнений, а также увеличения эффективности лечения рекомендовано проводить ЛИК под УЗ-контролем [135, рисунок 2]. При рецидиве симптомов повторную инъекцию рекомендуется проводить не ранее чем через 6 месяцев, хотя четкого консенсуса по данному вопросу нет [67].



**Рисунок 2** – Выполнение ЛИК под УЗ-навигацией

Остается актуальным вопрос выбора между ортезированием и ЛИК у пациента с впервые диагностированным КТС. В настоящий момент опубликовано

несколько рандомизированных исследований, посвященных сравнению их эффективности [24,30,112,114]. S. Sevim и коллеги [112] сообщают о достоверном улучшении клинических и электрофизиологических показателей через 11 месяцев от начала лечения только в группе ортезирования. Авторы отмечают, что назначенный режим ношения ортеза (не реже 6-7 ночей в течение недели) на протяжении всего периода наблюдения смогли соблюдать только 46,6% пациентов, и именно у них зарегистрировали положительную динамику.

H. So и коллеги [114] проанализировали 50 случаев идиопатического КТС без двигательного дефицита и атрофии мышц тенара. Половине пациентов (n=25) была выполнена однократная инъекция с 20 мг метилпреднизолона и лидокаином, другой половине (n=25) назначено ортезирование в ночные часы на протяжении 4 недель. Значимое снижение баллов по VCTQ через 4 недели отмечено в обеих группах пациентов, без статистической разницы между ними. Однако более высокая оценка удовлетворенности пациента от лечения и объективные функциональные улучшения были зарегистрированы только в группе ЛИК.

Самое крупное рандомизированное исследование INSTinCTS (INjection vs SplinTing in Carpal Tunnel Syndrome) было опубликовано в журнале «The Lancet» в 2018 г. [30]. В нем приняли участие 234 пациента с клинически легким или умеренным КТС. Одной группе пациентов (n=118) назначили ортезирование лучезапястного сустава в ночные часы на протяжении 6 недель, другой группе (n=116) выполнили однократную инъекцию с метилпреднизолоном. Более значимое улучшение клинических показателей через 6 недель от начала лечения было отмечено в последней группе, что делает ЛИК методом выбора для быстрого купирования симптомов при КТС легкой и средней степени [9]. Однако дальнейшее наблюдение за пациентами показало, что после 6 недель в группе ортезирования продолжалось снижение балла по VCTQ, и через 6 месяцев эффективность двух методов оказалась сопоставимой. Через 12 и 24 месяца баллы по VCTQ и уровень боли, оцениваемый с использованием цифровой рейтинговой шкалы, также достоверно не различались [24]. Частота хирургического вмешательства через 2 года была низкой в обеих группах, но после ЛИК декомпрессия выполнялась

несколько чаще (22% против 16%). Таким образом, оба метода лечения показали свою эффективность при КТС легкой и средней степени тяжести, и выбор между ними рекомендовано осуществлять с учетом пожеланий пациента.

В случае недостаточной эффективности ЛИК и ортезирования, можно дополнительно использовать альтернативные нехирургические опции: комбинацию ЛИК и ортезирования лучезапястного сустава, пероральный прием глюкокортикостероидов (ГКС), занятия йогой, выполнение нейродинамических техник (упражнения на мобилизацию костей запястья и скольжение нерва и сухожилий), ультразвуковую терапию. Таблетированные ГКС показали меньшую эффективность в сравнении с их локальным введением [132], однако рекомендованы к применению у пациентов с недостаточным эффектом ортезирования, которые отказываются от проведения инъекции. В таких случаях система UpToDate предлагает использовать короткий курс преднизолона внутрь по схеме 20 мг/сут в течение 10–14 дней [67,153]. В отношении эффективности остальных вышеуказанных методов имеются ограниченные доказательства и доказательства низкого качества. Не рекомендуется назначать при КТС нестероидные противовоспалительные препараты, габапентин, диуретики, витамины группы В, а также такие методы аппаратной физиотерапии, как электро-, магнито- и лазеротерапия ввиду отсутствия пользы от их применения [63,67]. Появляются данные об эффективности периневрального введения 5% декстрозы (D5W) [133,134], однако требуется подтверждение полученных результатов на больших выборках пациентов, прежде чем данный вид инъекционной терапии может быть предложен к использованию вне клинического испытания [67].

Хирургическое лечение должно применяться в случае тяжелого КТС, но может быть оправдано и на более ранних стадиях, если симптомы персистируют или ухудшаются на фоне адекватного консервативного лечения [67]. Доказан сопоставимый эффект открытой и закрытой декомпрессии срединного нерва. Однако при эндоскопическом методе реже возникают незначительные осложнения, и пациенты могут быстрее вернуться к работе, в среднем, через 8 дней [122]. В 2018 г. А. Bowman и коллеги публикуют работу [19], согласно которой предикторами

эффективности хирургического лечения являются: средняя ЭНМГ-степень тяжести КТС, наличие ночных пробуждений, семейный анамнез по КТС, хороший ответ на ЛИК и женский пол. Плохой прогноз после операции может быть связан с более выраженными функциональными нарушениями, наличием диабета, артериальной гипертензии, а также с выполнением вмешательства на доминантной руке.

### **1.6. Предикторы эффективности консервативных методов лечения карпального туннельного синдрома**

Консервативные методы широко используются в лечении КТС, однако зачастую продолжительность их эффекта невысокая. Так, многие исследования сообщают о высокой частоте рецидива (до 81%) в течение первых 12 месяцев после ЛИК [6,34]. Однако при КТС легкой степени тяжести, согласно исследованию V. Agarwal и коллег, рецидив симптомов в течение года после ЛИК наблюдался только у 16,6% пациентов [2]. В связи с этим изучение предикторов эффективности консервативных методов лечения необходимо для индивидуализации терапевтической тактики и повышения качества помощи, оказываемой пациентам с КТС.

Среди прогностических факторов ответа на консервативное лечение наиболее изученными являются клинические и электрофизиологические параметры. Первое исследование было опубликовано R.H. Gelberman и коллегами в 1980 г. [44]. На протяжении от 6 до 26 месяцев проводилось наблюдение за состоянием 41 пациента (всего 50 случаев КТС), которым была выполнена ЛИК и назначено 3-недельное ношение ортеза. Большая клиническая эффективность от проведенного лечения наблюдалась в следующих случаях: легкая выраженность симптомов, продолжительность заболевания менее 1 года, сохранная чувствительность, сила и объем мышц тенара, а также небольшое увеличение дистальной латентности сенсорного потенциала и М-волны (от 1 до 2 мс).

S. J. Kaplan и коллеги [59] проанализировали 260 пациентов (всего 363 случая КТС), которым было назначено ортезирование лучезапястного сустава в

нейтральном положении и медикаментозная терапия (нестероидные противовоспалительные препараты получили 65,2% пациентов, таблетированные ГКС – 26,8% пациентов, ЛИК в запястный канал – 16,4 % пациентов). Полное отсутствие каких-либо симптомов на протяжении 6 месяцев после лечения было отмечено в 18,4 % случаев. Статистический анализ выявил 5 факторов, важных для прогнозирования ответа на лечение: 1) возраст >50 лет; 2) продолжительность симптомов >10 месяцев; 3) постоянные парестезии; 4) стенозирующий теносиновит («щелкающий» палец); 5) положительный тест Фалена (симптомы возникают менее чем за 30 секунд). Две трети пациентов, у которых не наблюдалось ни одного из вышеперечисленных факторов, имели полное разрешение от симптомов заболевания. При наличии одного фактора консервативное лечение было неэффективно в 59,6% случаев, двух факторов – в 83,3% случаев, трех факторов – 93,2% случаев, четырех и пяти факторов – в 100% случаев. При этом стоит отметить, что L.R. Irwin и коллеги, проанализировав результаты лечения у 41 пациента (всего 45 случаев КТС), получивших инъекцию кортикостероида, не обнаружили значимой связи между предикторами, предложенными R.H. Gelberman и S. J. Kaplan, и исходом [55]. Тем не менее большинство исследователей все же сходятся на том, что пациенты с меньшей выраженностью симптомов КТС, определяемой в том числе по SSS [93], лучше отвечают на консервативную терапию [45,52].

В отношении электрофизиологических предикторов получено больше данных, свидетельствующих об эффективности нехирургического лечения КТС при меньших изменениях на ЭНМГ [44,87,123]. Так, в работе L.H. Visser и коллег [123] единственным предиктором исхода инъекционной терапии явилась нейрофизиологическая оценка тяжести заболевания – хорошими кандидатами на ЛИК были признаны пациенты с легким КТС, имеющие отклонения в сравнительных тестах или пролонгацией дистальной латентности сенсорного потенциала >3,5 мс при сохранной латентности дМ-волны. Средняя продолжительность клинического эффекта у данной категории пациентов составила 15 месяцев.

Большой интерес представляет изучение прогностической роли УЗИ срединного нерва в лечении КТС. Результаты исследований по данному вопросу имеют противоречивый характер. V. Meys и коллеги [80] обнаружили, что пациентам с меньшим значением ППС срединного нерва и меньшим «индексом увеличения ППС» («swelling ratio») реже требовалось проведение хирургического или какого-либо иного вмешательства на протяжении 12 месяцев после инъекции. Авторы предположили, что большее значение ППС срединного нерва может свидетельствовать о более тяжелой степени КТС, при которой ответ на ЛИК менее вероятен. Авторы корейского исследования [31], напротив, отметили лучший ответ через 4 недели после инъекции у пациентов с большим значением ППС срединного нерва. R. P. Goswami и коллеги [50] не обнаружили связи между ППС срединного нерва и ответом на ЛИК или рецидивом симптомов, при этом предиктором удовлетворительного ответа на лечение стало наличие, по данным УЗИ, ладонного взбухания поперечной связки запястья. Авторы еще одного исследования [40], проанализировав ультразвуковые параметры ответа на консервативное и хирургическое лечение КТС, пришли к выводу, что удовлетворенность при разных методах лечения через 6 месяцев ниже при ППС срединного нерва  $>14 \text{ мм}^2$  и коэффициенте его уплощения  $>2,8$ .

Роль МРТ в прогнозировании ответа на ЛИК при КТС изучалась в работе Т. Аоки и коллег [3]. Было обнаружено, что снижение T2 сигнала от срединного нерва может свидетельствовать о фиброзе и отложении амилоида и коррелирует с отсутствием ответа на инъекцию кортикостероидов.

Таким образом, уточнение предикторов эффективности ЛИК и ортезирования лучезапястного сустава, в качестве которых могут выступать клиничко-anamnestические, нейрофизиологические и ультразвуковые характеристики, является актуальной задачей, решение которой позволит оптимизировать тактику лечения пациентов с КТС.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Характеристика обследованных пациентов, дизайн исследования

Работа проводилась в ФГБНУ «Научный центр неврологии» (Москва) с 2018 по 2021 гг. на базе Консультативно-диагностического отделения (Центр заболеваний периферической нервной системы, ЦЗ ПНС). Протокол диссертационного исследования был одобрен Локальным этическим комитетом ФГБНУ «Научный центр неврологии» (протокол №3-6/19 от 27.03.2019 г.). Перед включением в исследование от каждого испытуемого было получено добровольное информированное согласие.

*Критерии включения в исследование:*

1. возраст 18 лет и более;
2. идиопатический КТС средней степени тяжести, верифицированной на основании электродиагностических критериев ААЕМ (1997 г.) [118]:
  - ✓ сочетанное увеличение дистальной латентности сенсорного потенциала ( $>3,0$  мс) и М-волны ( $>3,5$  мс) срединного нерва и
  - ✓ значение амплитуды дМ-волны срединного нерва  $>5$  мВ (при значении  $<5$  мВ в отсутствии гипотрофии мышц тенара пациент включался в исследование при подтверждении дистального блока проведения или наличия межневрального анастомоза);
3. добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

*Дополнительные критерии включения в группу ЛИК:*

1. добровольное информированное согласие на проведение ЛИК;
2. отсутствие в анамнезе аллергических реакций на лидокаин, препараты ГКС.

*Критерии невключения:*

1. травмы руки, оперативные вмешательства на руке в анамнезе;



2. наличие сахарного диабета, заболеваний щитовидной железы (гипо- или гипертиреоз), заболеваний соединительной ткани;
3. беременность;
4. легкая и тяжелая степень КТС, верифицированная на основании электродиагностических критериев ААЕМ (1997 г.):
  - ✓ отсутствие увеличения дистальной латентности М-волны (<3,5 мс) срединного нерва и/или
  - ✓ отсутствие сенсорного потенциала срединного нерва и/или
  - ✓ снижение амплитуды дМ-волны срединного нерва (<5 мВ), обусловленное аксональным повреждением (исключен дистальный блок проведения и/или межневральный анастомоз);
5. гипо-, атрофия мышц тенара;
6. наличие противопоказаний к проведению ЭНМГ (нарушение целостности кожных покровов в месте наложения электродов, острые психические нарушения).

*Критерии исключения:*

1. отсутствие улучшения или ухудшение симптомов после лечения.

В случае проведения ЛИК и билатерального КТС средней степени тяжести в исследование включалась одна, наиболее симптомная кисть (60 – правосторонний, 45 – левосторонний). Возраст пациентов составлял от 33 до 81 года, медиана – 54 [50; 61] года. По полу пациенты были распределены следующим образом: женщины – 95 (90,48%) случаев, мужчины – 10 (9,52%) случаев.

Пациенты были рандомизированы на две группы методом конвертов в зависимости от проводимого лечения: 1-й группе (n=54) была проведена ЛИК под УЗ-контролем в запястный канал; при неполном регрессе симптомов выполняли вторую (последнюю) инъекцию через 2 недели. Пациентам 2-й группы (n=51) было назначено ортезирование лучезапястного сустава в ночные часы в течение 1 месяца.

Обе группы пациентов до лечения были сопоставимы по возрасту и гендерному признаку (таблица 1), а также по всем клинико-инструментальным параметрам.

**Таблица 1** – Демографическая характеристика пациентов с КТС

Показатель		Группа ЛИК n=54	Группа ортезирование n=51	p-уровень
Возраст, лет		53 [49; 61]	54 [50; 61]	0,4758
Пол	мужской (%)	7 (13%)	3 (6,25%)	0,2167
	женский (%)	47 (87%)	48 (93,75%)	

*Техника инъекции.* Перинеуральное введение ГКС (бетаметазон 5 мг + 2 мг/1,0 мл) и лидокаина 2% 1,0 мл выполняли в асептических условиях процедурного кабинета с использованием шприца объемом 2 мл с иглой толщиной 23G и длиной 32 мм. Рука пациента располагалась на валике в положении небольшого тыльного сгибания. Кожу в области запястья обрабатывали 70% этиловым спиртом и далее медленно, под УЗ-навигацией, вводили иглу медиальнее (ближе к мизинцу) сухожилия длинной ладонной мышцы на уровне дистальной складки запястья под углом 30° [121]. После выполнения аспирационной пробы осуществляли медленное введение лекарственных препаратов в запястный канал. Далее на место инъекции накладывали асептическую наклейку.

Клинический осмотр, ЭНМГ и УЗИ срединного нерва проводили до начала лечения, через 1 и 3 месяца после лечения. Методику MUNIX с m. APB и количественное сенсорное тестирование (QST) выполняли до и через 1 месяц после лечения. Далее осуществляли наблюдение за клиническим состоянием пациентов на протяжении до 6 месяцев (звонок по телефону). При отсутствии улучшения или ухудшении симптомов пациент исключался из исследования на любом этапе.

*Критерием эффективности лечения,* с учетом данных литературы, было выбрано снижение балла по SSS на 30% и более [110].

Дополнительно была набрана группа из 15 здоровых добровольцев (итого 30 кистей), которым выполнялась методика MUNIX с т. APB, а также QST. *Критерии включения в эту группу:* 1) отсутствие каких-либо неврологических и системных заболеваний, а также беременности; 2) письменное информированное согласие на участие в исследовании.

Группа здоровых добровольцев (n=30) была сопоставима по возрасту и гендерному признаку с пациентами с КТС (n=105) (таблица 2).

**Таблица 2** – Демографическая характеристика обследованных групп

Показатель		Пациенты с КТС, n=105	Здоровые добровольцы, n=30	р-уровень
Возраст, лет		54 [50; 61]	53 [49; 57]	0,3021
Пол	мужской (%)	10 (9,5%)	5 (16,7%)	0,2723
	женский (%)	95 (90,5%)	25 (83,3%)	

## 2.2 Клиническое исследование

У всех больных выполнен анализ жалоб, анамнеза и клинической картины заболевания. Проводился полный неврологический осмотр с прицельной оценкой силы и сохранности мышц тенара. Для клинической оценки использовали русскоязычную версию Бостонского опросника по оценке тяжести КТС (BCTQ), Лидскую шкалу оценки нейропатической боли (LANSS) и числовую рейтинговую шкалу (ЧРШ) боли [1, приложение 2].

Оценку степени выраженности симптомов КТС проводили на основании результатов BCTQ, который включает в себя шкалу тяжести симптомов (SSS) и шкалу функциональных нарушений (FSS).

Оценку нейропатического компонента боли проводили с помощью опросника LANSS, который состоит из двух разделов [152, приложение 3]. Первый раздел включает в себя вопросы, оценивающие наличие у пациента аллодинии, дизестезии, пароксизмальной боли и вегетативной дисфункции. Во втором разделе

проводится клиническое исследование чувствительных нарушений. Если по результатам тестирования сумма баллов составляет  $\geq 12$ , делается вывод о вероятном нейропатическом механизме возникновения болевых ощущений.

### 2.3 Нейрофизиологическое исследование

*Стимуляционную электронейромиографию (ЭНМГ)* проводили на четырёхканальном электромиографе экспертного класса «Keypoint» (Medtronic, Дания) по стандартной методике с использованием нормативных параметров, рекомендованных D. Preston и B. Shapiro [101] с коррекцией на лабораторную норму ЦЗ ПНС НЦН. Температура кожных покровов на кисти во время исследования составляла не менее 32 °С, ее контролировали с помощью электронного бесконтактного температурного датчика.

Осуществляли оценку следующих ЭНМГ-параметров: характеристик М-волны (терминальная латентность, амплитуда негативной фазы) и сенсорного потенциала (терминальная латентность, амплитуда от пика до изолинии), значение скорости проведения по сенсорным волокнам (СПс). При значении амплитуды дистальной М-волны срединного нерва  $< 5$  мВ с целью исключения аксонопатии дополнительно проводили стимуляцию ниже уровня удерживателя сухожилий сгибателей кисти для подтверждения дистального блока проведения и/или стимуляцию локтевого нерва (отведение с *m. APB*) для подтверждения межневрального анастомоза Рише-Канью [101,126].

*Методику MUNIX с m. APB* выполняли также на четырёхканальном электромиографе экспертного класса «Keypoint» (Medtronic, Дания). Процедура включала следующие этапы [84]:

- 1) Регистрация максимальной М-волны [85] в проекции двигательной точки *m. APB* с помощью стандартных методов ЭНМГ (рисунок 3);

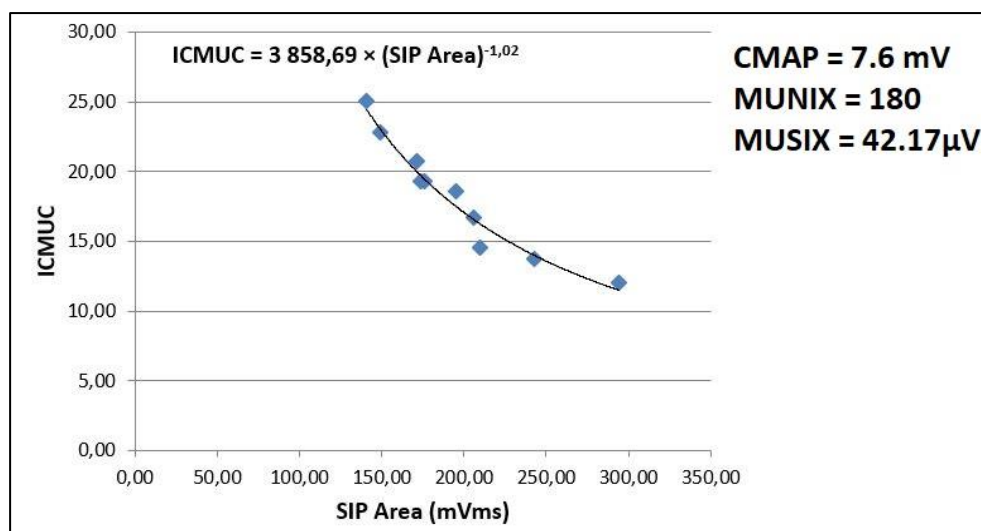


**Рисунок 3** – Регистрация М-волны с т. APB

2) Регистрация теми же накожными электродами интерференционного паттерна электромиографии (surface electromyographic interference pattern, SIP). Для этого пациента просили поддерживать изометрическое напряжение на разной силе произвольного сокращения (около 10%, 25%, 50%, 75% и 100% от максимальной силы). Чтобы помочь пациенту изменить ее уровень, оказывали ручное сопротивление. Записывали 10 эпох, длительность каждой составляла 300 мс.

3) На основании показателей М-волны и SIP программа вычисляла «идеальную модель» ICMUC (*англ.* Ideal Case Motor Unit Count) для каждой эпохи. Для принятия эпохи в анализ, она должна была удовлетворять следующим критериям: 1) Площадь SIP  $>20$  мВ $\times$ мс; 2) ICMUC  $<100$ ; 3) Площадь SIP / площадь М-волны  $>1$ .

Далее на основании полученных данных в программе Excel строилась регрессионная кривая и рассчитывалось значение MUNIX (рисунок 4). Дополнительно был проанализирован показатель MUSIX, который вычисляется путем деления амплитуды максимальной М-волны на значение MUNIX, и является косвенным отражением средней амплитуды потенциалов ДЕ.



**Рисунок 4** – Построение регрессионной кривой в программе Excel для расчета MUNIX

## 2.4 Ультразвуковое исследование

Ультразвуковое исследование (УЗИ) срединного нерва на всем протяжении было выполнено на приборе SonoSite (FUJIFILM, США) мультислотным линейным датчиком HFL38x с частотой 6-13 МГц. Измерение площади поперечного сечения (ППС) срединного нерва проводили по общепринятой методике с исключением наружного гиперэхогенного ободка (наружного эпинеуря). Метод эллипса применяли для измерения ППС при округлой или овальной форме поперечного среза нерва, метод трассировки вручную – при его неправильной форме. Дополнительно оценивали коэффициент уплощения срединного нерва (соотношение ширины нервного ствола к его толщине) на уровне гороховидной кости.

## 2.5 Количественное сенсорное тестирование

Количественное сенсорное тестирование (QST) выполняли на приборе «CASE IV» (WR Medical Electronics Co, США). Анализировали пороги вибрационной (VDT) и холодной (CDT) чувствительности, порог обнаружения

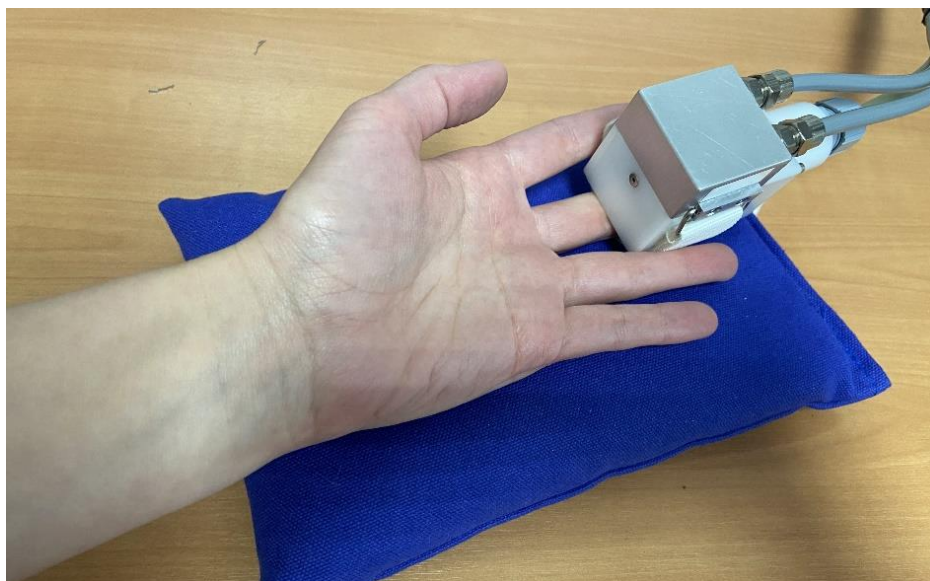
тепловой боли (Heat-Pain (HP): 0.5), промежуточный уровень тепловой боли (HP: 5.0), а также толерантность к все более болезненным стимулам (HP: 5.0-0.5) [53].

VDT определяли с указательного пальца кисти с использованием «4, 2 и 1 пошагового алгоритма» (рисунок 5). Вибротестер предоставляет 25 дискретных уровней стимуляции в диапазоне от 0,0 до 350 мкм смещения. За время теста подается до 20 стимулов, каждый из которых пациент интерпретирует, нажимая на кнопку «да» (почувствовал вибрацию) или «нет» (не почувствовал вибрацию). Для предотвращения ложных результатов среди 20 стимулов в случайном порядке подается 5 «пустых» стимулов – если пациент единожды интерпретировал «пустой» стимул как вибрацию, то тест не засчитывался. На основании ответов исследуемого прибор автоматически рассчитывает значение VDT.



**Рисунок 5** – Исследование вибрационной чувствительности на вибротестере системы «CASE IV»

Для исследования холодной и болевой чувствительности температурный датчик крепили на ладонную поверхность 3-го пальца кисти [32,119] (рисунок 6).



**Рисунок 6** – Исследование холодной и болевой чувствительности с использованием термосенсометра системы «CASE IV»

CDT определяли с использованием «4, 2 и 1 пошагового алгоритма» [38]. Температура холодного стимула варьировала от 29.9°C (уровень 1) до 9.0°C (уровень 25). За время теста подается до 20 стимулов (5 из них «пустых»), каждый из которых пациент интерпретирует, нажимая на кнопку «да» (почувствовал холод) или «нет» (не почувствовал холод). Далее на основании ответов пациента прибор автоматически рассчитывает значение CDT.

Исследование болевой чувствительности проводили с использованием алгоритма «Heat-Pain» [39]. Температура предъявляемых стимулов варьирует от 34.0°C (уровень 1) до 49.0°C (уровень 25). Каждый стимул пациент оценивает по шкале от 0 до 10 (рисунок 7), где «0» – это ощущения отсутствуют (во время теста могут быть предъявлены «пустые» стимулы), либо есть ощущение теплого/горячего в отсутствие дискомфорта и/или боли. Если стимул причиняет какой-либо дискомфорт и/или боль, пациент должен дать оценку, где «1» – минимальный уровень боли, «10» – максимальный.



<b>НЕТ дискомфорта или боли</b> (ничего не чувствую / тепло / горячо)	<b>Любая степень дискомфорта или боли</b> (горячо + дискомфорт или боль)
<b>0</b>	<b>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</b>

**Рисунок 7** – Шкала, используемая в алгоритме «Heat-Pain»

Тестирование проводится на минимально дискомфортных для пациента температурах и прекращается в момент, когда он оценивает предъявляемый стимул на «5» или выше. Далее на основании ответов прибор автоматически рассчитывает два порога: порог обнаружения тепловой боли (НР: 0.5) и промежуточный уровень тепловой боли (НР: 5.0). Также высчитывается разница между двумя этими значениями (НР: 5.0-0.5), которая отражает толерантность пациента к все более болезненным стимулам.

Для каждого порога прибор также автоматически рассчитывает соответствующий ему перцентиль, где значение  $\geq 97$ -го перцентиля можно трактовать как повышение порога чувствительности (гипестезия или гипалгезия),  $\leq 3$ -го перцентиля – как снижение порога чувствительности (гиперестезия или гипералгезия) [75].

## **2.6 Статистическая обработка результатов**

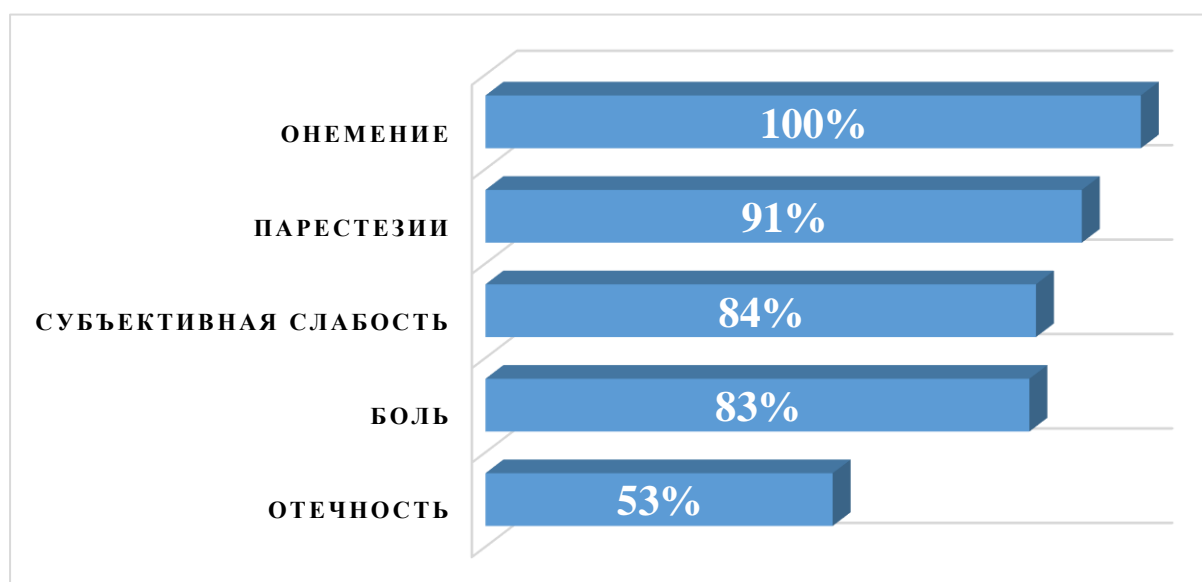
Согласно данным литературы, клинически значимое снижение баллов по SSS на фоне лечения составляет не менее 0,8 балла [6,8]. Расчет размера выборки в нашем исследовании основывался на предположении, что динамика баллов по SSS через 1 месяц после лечения в двух группах будет различаться более, чем на 0,8. Принимая стандартное отклонение равным 1 баллу, объем нашей выборки является достаточным, чтобы указанная разница могла считаться статистически достоверной на уровне значимости 0,05 с 80% мощностью.

Статистический анализ проводили с использованием программного обеспечения «STATISTICA 10.0». Нормальность распределения количественных признаков проверяли с помощью критерия Шапиро – Уилка. Поскольку распределение большинства признаков отличалось от нормального, использовали методы непараметрической статистики. Количественные показатели описывали медианой и квартилями (Me [LQ; UQ]), качественные – частотами и процентами. Для сравнения двух несвязанных групп по количественному признаку использовали U-критерий Манна – Уитни, трех несвязанных групп – критерий Краскела – Уоллиса. Сравнение двух связанных групп по количественному признаку проводили с использованием критерия Уилкоксона, трех связанных групп – с использованием критерия Фридмана. Точный критерий Фишера применяли для сравнения двух несвязанных групп по качественному бинарному признаку. Анализ связанных измерений в случае изменения реакции проводили с использованием критерия Макнемара. Для расчета корреляционной связи применяли коэффициент корреляции Спирмена. Оценку предсказательной способности отдельных параметров в развитии ожидаемых исходов проводили с использованием бинарной логистической регрессии. Во всех случаях проверки статистических гипотез значимым уровнем различий считался  $p < 0,05$ .

## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

### 3.1 Клиническая оценка чувствительных и двигательных нарушений до начала лечения

Основные жалобы пациентов на момент включения в исследование были представлены: 1) онемением в кисти, усиливающимся в ночные часы – в 105 случаях (100%); 2) парестезиями в кисти – в 96 случаях (91,4%); 3) субъективной слабостью кисти, нарушением мелкой моторики – в 88 случаях (83,8%); 4) болевым синдромом в кисти, усиливающимся в ночные часы – в 87 случаях (82,9%), при этом в 21 случае (20%) боль распространялась в проксимальном направлении; 5) отечностью кисти, ощущением «надутости» пальцев кисти, преимущественно после сна – в 56 случаях (53,3%) (рисунок 8). Важно отметить, что все пациенты связывали слабость в кисти с болевым синдромом и онемением, а также со скованностью пальцев в результате отечности – при детальном неврологическом осмотре ни у одного пациента не было обнаружено пареза или гипотрофии мышц тенара.



**Рисунок 8** – Жалобы пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести на момент включения в исследование

Степень тяжести симптомов и функциональных нарушений в нашей выборке пациентов чаще оказывалась средней (по SSS – в 61,9% случаев, по FSS – в 45,7% случаев). Однако почти у половины пациентов выраженность симптомов оказывалась иной (от отсутствия отдельных симптомов до крайне тяжелой), что демонстрирует необходимость использования ЭНМГ для более объективного определения степени тяжести КТС (таблица 3). Баллы по LANSS при включении в исследование варьировали от 2 до 24, Me 10 [8;13], по ЧРШ боли – от 0 до 10, Me 5 [2;8].

**Таблица 3** – Выраженность клинических симптомов и функциональных нарушений у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести

Степень тяжести симптомов по SSS		Степень функциональных нарушений по FSS	
нет симптомов (1)	0 (0 %)	нет симптомов (1)	6 (5,7 %)
легкая (1,09-2)	9 (8,6 %)	легкая (1,125-2)	39 (37,2%)
средняя (2,09-3)	65 (61,9 %)	средняя (2,125-3)	48 (45,7 %)
тяжелая (3,09-4)	29 (27,6 %)	тяжелая (3,125-4)	8 (7,6 %)
крайне тяжелая (4,09-5)	2 (1,9 %)	крайне тяжелая (4,125-5)	4 (3,8 %)

### **3.2 Результаты лечения, продолжительность клинического эффекта локальной инъекции кортикостероидов и ортезирования в период наблюдения до 6 месяцев**

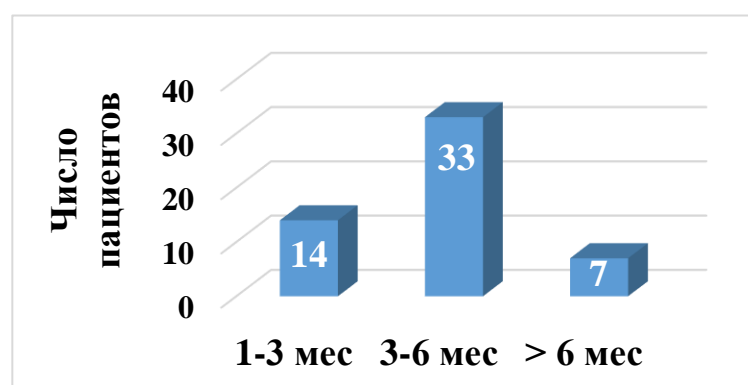
Результаты лечения пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести (n=105) представлены на рисунке 9. Среди пациентов 1-й группы (n=54) в 14 (25,9%) случаях была проведена 1 инъекция (бетаметазон 5 мг + 2 мг/1,0 мл и лидокаин 2% 1,0 мл), в 40 (74,1%) случаях – 2 инъекции с интервалом в 2 недели. Все пациенты отметили положительный эффект после проведения ЛИК, при этом полный регресс симптомов через 1 месяц наблюдался у 28 (51,85 %) пациентов. После инъекции 8 (14,8 %) пациентов отметили болевой синдром в области

запястья, купировавшийся самостоятельно в течение 1 суток. Ни одного случая серьезного осложнения после ЛИК зафиксировано не было.



**Рисунок 9** – Результаты лечения пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести

Продолжительность клинического эффекта ЛИК от 1 до 3 месяцев наблюдалась в 14 (25,9%) случаях, от 3 до 6 месяцев – в 33 (61,1%) случаях, выше 6 месяцев – в 7 (13%) случаях (рисунок 10). Медиана продолжительности клинического эффекта ЛИК составила 4 [2,5;5,0] месяца.



**Рисунок 10** – Продолжительность клинического эффекта ЛИК у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести

Среди пациентов 2-й группы (n=51) в 10 (19,6%) случаях отмечен отрицательный клинический эффект при использовании ортеза – пациенты сообщали об усилении онемения и/или болей в кисти, дискомфорте и т.д. В 5 случаях (9,8%) эффект от ортезирования отсутствовал. Эти пациенты (n=15) были исключены из исследования после осмотра через 1 месяц. В 36 случаях (70,6%) зафиксирован положительный эффект различной степени выраженности. Через 1 месяц, согласно дизайну исследования, пациенты перестали использовать ортез, и в подавляющем большинстве случаев (n=30, 83,3%) у них возникало ухудшение в течение первых суток. Только в 6 (16,7%) случаях наблюдалось непродолжительное сохранение положительной динамики (сроком до 1 недели), после чего симптомы КТС вновь вернулись. Таким образом, у всех пациентов 2-й группы был отмечен рецидив симптомов, и они были исключены из исследования. Продолжительность клинического эффекта ортезирования составила около 1 месяца, т.е. оказалась в 4 раза короче, чем у пациентов, получивших ЛИК.

### **3.3 Клинико-инструментальная оценка эффективности локальной инъекции кортикостероидов и ортезирования через 1 месяц при идиопатическом карпальном туннельном синдроме средней степени тяжести**

Сравнительный анализ динамики клинических, нейрофизиологических и ультразвуковых параметров на фоне двух методов лечения (ЛИК и ортезирования) был выполнен только в точке «через 1 месяц после лечения», так как далее у всех пациентов из группы ортезирования наблюдался рецидив симптомов, и они были исключены из исследования.

#### **3.3.1 Оценка клинических симптомов через 1 месяц после лечения**

Анализ клинических проявлений КТС через 1 месяц после лечения продемонстрировал достоверное улучшение у пациентов обеих групп по сравнению с исходным уровнем. При этом сравнение между собой двух групп

пациентов через 1 месяц после лечения показало, что баллы по SSS, FSS, LANSS, ЧРШ боли в группе ЛИК оказались значимо ниже, чем в группе ортезирования (таблица 4). Таким образом нами были получены доказательства лучшего клинического эффекта ЛИК по сравнению ортезированием в периоде через 1 месяц после лечения.

**Таблица 4** – Динамика выраженности клинических симптомов в двух группах пациентов через 1 месяц после лечения

Шкалы	Группа лечения	До лечения	1 месяц после лечения	p**
SSS	ЛИК (n=54)	2,68 [2,27; 3,27]	1,18 [1,00; 1,55]	<b>&lt;0,0001</b>
	Ортезирование (n=51)	2,64 [2,27; 3,18]	2,27 [1,82; 2,73]	<b>&lt;0,0001</b>
	p*	0,8701	<b>&lt;0,0001</b>	
FSS	ЛИК (n=54)	2,13 [1,63; 2,50]	1,19 [1,00; 1,50]	<b>&lt;0,0001</b>
	Ортезирование (n=51)	2,13 [1,50; 2,75]	1,94 [1,38; 2,38]	<b>0,0125</b>
	p*	0,8374	<b>&lt;0,0001</b>	
LANSS	ЛИК (n=54)	10 [8,00; 13,00]	2 [0,00; 3,00]	<b>&lt;0,0001</b>
	Ортезирование (n=51)	11 [8,00; 14,00]	8 [4,00; 13,00]	<b>0,0038</b>
	p*	0,8802	<b>&lt;0,0001</b>	
ЧРШ боли	ЛИК (n=54)	5,00 [2,00; 8,00]	0,00 [0,00; 2,00]	<b>&lt;0,0001</b>
	Ортезирование (n=51)	4,00 [2,00; 8,00]	3,00 [0,00; 4,00]	<b>&lt;0,0001</b>
	p*	0,9744	<b>&lt;0,0001</b>	

Примечание. Здесь и далее: p\* – критерий Манна-Уитни (сравнение показателей двух групп); p\*\* – критерий Уилкоксона (сравнение показателей, полученных до и через 1 месяц после лечения).

Анализ распределения пациентов на группы по SSS и FSS до и через 1 месяц после лечения продемонстрировал следующие статистически значимые изменения (критерий Макнемара) в группе ЛИК (таблица 5):

- увеличилось число пациентов с отсутствием симптомов ( $p < 0,001$ );
- увеличилось число пациентов с легкими сенсорными симптомами ( $p < 0,001$ ) и легкими функциональными нарушениями ( $p = 0,004$ );
- снизилось число пациентов с умеренными сенсорными симптомами и функциональными нарушениями ( $p < 0,001$ );
- снизилось число пациентов с тяжелыми сенсорными симптомами ( $p < 0,001$ ) и тяжелыми функциональными нарушениями ( $p = 0,046$ ).

**Таблица 5** – Распределение пациентов на группы по SSS и FSS до и через 1 месяц после ЛИК

Степень выраженности		До ЛИК	1 месяц после ЛИК	p-уровень
SSS	нет симптомов	0	17 (31,5 %)	<b>&lt;0,001</b>
	легкая	4 (7,4 %)	34 (62,9 %)	<b>&lt;0,001</b>
	средняя	32 (59,3 %)	3 (5,6 %)	<b>&lt;0,001</b>
	тяжелая	17 (31,5%)	0	<b>&lt;0,001</b>
	крайне тяжелая	1 (1,8%)	0	0,318
FSS	нет симптомов	4 (7,4 %)	18 (33,3 %)	<b>&lt;0,001</b>
	легкая	16 (29,7 %)	32 (59,3 %)	<b>0,004</b>
	средняя	29 (53,7 %)	4 (7,4 %)	<b>&lt;0,001</b>
	тяжелая	4 (7,4 %)	0	<b>0,046</b>
	крайне тяжелая	1 (1,8%)	0	0,318

При анализе распределения пациентов на группы по SSS и FSS до и через 1 месяц после ортезирования было выявлено только значимое увеличение



количества пациентов с легкими сенсорными симптомами (критерий Макнемара,  $p=0,003$ ) (таблица 6).

**Таблица 6** – Распределение пациентов на группы по SSS и FSS до и через 1 месяц после ортезирования

Степень выраженности		До ортезирования	1 месяц после ортезирования	p-уровень
SSS	нет симптомов	0	0	1,000
	легкая	5 (9,8 %)	20 (39,3 %)	<b>0,003</b>
	средняя	33 (64,7 %)	26 (50,9 %)	0,363
	тяжелая	12 (23,5 %)	5 (9,8 %)	0,090
	крайне тяжелая	1 (2 %)	0	0,318
FSS	нет симптомов	2 (3,9 %)	3 (5,9 %)	0,655
	легкая	23 (45,1%)	26 (50,9%)	0,669
	средняя	19 (37,3 %)	19 (37,3 %)	1,000
	тяжелая	4 (7,8 %)	3 (5,9 %)	0,706
	крайне тяжелая	3 (5,9 %)	0	0,084

В отличие от группы ЛИК, через 1 месяц ношения ортеза количество пациентов с умеренными сенсорными симптомами стало меньше (на 14%, без статистически значимого подтверждения), но всё равно оставалось достаточно большим – каждый второй (50,9 %) имел такие проявления. Касаемо функциональных нарушений, ортезирование не оказало влияния на эту сферу.

Таким образом, в ходе проведенного исследования был продемонстрирован не только лучший клинический эффект ЛИК по сравнению с ортезированием, но также было выявлено, что ЛИК оказывает комплексное положительное влияние как на сенсорные, так и функциональные проявления КТС средней степени тяжести, тогда как ортезирование умеренно уменьшает только сенсорные симптомы.

### 3.3.2 Нейрофизиологическая оценка функции срединного нерва в динамике через 1 месяц после лечения

Учитывая то, что клиническая оценка проявлений КТС носит отчасти субъективный характер, серьёзное внимание в диссертационном исследовании было направлено на инструментальную диагностику, прежде всего – электронейромиографию. Напомним, что согласно именно ЭНМГ-данным все пациенты были исходно классифицированы как имеющие среднюю степень тяжести КТС (критерии ААЕМ, 1997), и до начала лечения эти данные в обеих группах были сопоставимы.

Анализ нейрофизиологических параметров, зарегистрированных при ЭНМГ-исследовании двигательных и чувствительных волокон срединного нерва на стороне поражения через 1 месяц после лечения продемонстрировал статистически значимые улучшения по сравнению с исходными данными только в группе ЛИК (критерий Уилкоксона,  $p < 0,0001$ ) (таблица 7).

**Таблица 7** – Динамика ЭНМГ-параметров через 1 месяц после лечения

ЭНМГ-параметры	Группа лечения	До лечения	1 месяц после лечения	p**
Дистальная латентность М-волны, мс (N <3,5)	ЛИК (n=54)	5,42 [4,56; 6,35]	4,82 [4,20; 5,57]	<b>&lt;0,0001</b>
	Ортезирование (n=51)	5,15 [4,42; 6,24]	5,02 [4,24; 6,28]	0,3269
	p*	0,6910	0,1751	
Дистальная латентность сенсорного потенциала, мс (N <3,0)	ЛИК (n=54)	4,00 [3,28; 4,58]	3,45 [3,01; 4,03]	<b>&lt;0,0001</b>
	Ортезирование (n=51)	3,82 [3,37; 4,76]	3,59 [3,35; 4,59]	0,2024
	p*	0,9025	<b>0,0405</b>	
Амплитуда дМ-волны, мВ (N >5)	ЛИК (n=54)	4,85 [3,70; 6,90]	5,50 [4,1; 7,2]	<b>&lt;0,0001</b>
	Ортезирование (n=51)	4,90 [3,50; 6,50]	4,90 [3,7; 6,4]	0,3814
	p*	0,7316	0,2100	

Таблица 7 – Продолжение

ЭНМГ-параметры	Группа лечения	До лечения	1 месяц после лечения	p**
Амплитуда сенсорного потенциала, мкВ (N >15)	ЛИК (n=54)	8,40 [4,90; 15,10]	8,90 [5,15; 22,15]	<b>&lt;0,0001</b>
	Ортезирование (n=51)	9,00 [3,60; 16,50]	8,75 [4,50; 16,75]	0,3922
	p*	0,9386	0,3999	
СПс на кисти, м/с (N >50)	ЛИК (n=54)	33,90 [29,60; 41,00]	39,45 [33,90; 45,50]	<b>&lt;0,0001</b>
	Ортезирование (n=51)	35,50 [28,85; 39,75]	36,90 [29,60; 41,50]	0,2071
	p*	0,9777	<b>0,0363</b>	

Примечание. Здесь и далее: N – значение в норме.

При этом сравнение между собой двух групп пациентов через 1 месяц после лечения выявило значимые различия по следующим параметрам:

- дистальная латентность сенсорного потенциала срединного нерва оказалась значимо меньше в группе ЛИК (p=0,0404);
- СПс на кисти значимо выше в группе ЛИК (p=0,0363).

Таким образом, в группе пациентов, получавших ортезирование, через 1 месяц ни один из анализируемых ЭНМГ-параметров не достиг статистически значимых изменений.

В группе пациентов, получивших курс ЛИК, напротив, было продемонстрировано значимое улучшение по скоростным (дистальная латентность М-волны и сенсорного потенциала, СПс на кисти) и амплитудным показателям. Более выраженная положительная динамика, по сравнению с ортезированием, наблюдалась в отношении параметров проводящей функции, что свидетельствует о ремиелинизации исследуемых участков срединного нерва, которой, вероятно, можно объяснить большую клиническую эффективность ЛИК спустя 1 месяц после терапии.

### 3.3.3 Оценка ультразвуковых параметров срединного нерва в динамике через 1 месяц после лечения

При оценке УЗ-параметров (величины ППС срединного нерва на уровне гороховидной кости и коэффициента его уплощения) через 1 месяц после консервативного лечения выявлено значимое уменьшение ППС срединного нерва только в группе инъекционной терапии (критерий Уилкоксона,  $p=0,0001$ ), однако сравнение данного параметра между группами не показало значимой разницы (критерий Манна-Уитни,  $p=0,5214$ ). Динамики коэффициента уплощения срединного нерва на фоне лечения не было зарегистрировано ни в одной из групп пациентов (таблица 8).

**Таблица 8** – Динамика УЗ-параметров срединного нерва через 1 месяц после лечения

УЗ-параметры	Группа лечения	До лечения	1 месяц после лечения	$p^{**}$
ППС срединного нерва на уровне гороховидной кости, мм <sup>2</sup> (N <10)	ЛИК (n=54)	16,00 [13,00; 19,00]	15,00 [12,00; 17,00]	<b>0,0001</b>
	Ортезирование (n=51)	14,00 [13,00; 18,00]	15,00 [13,00; 17,00]	0,1064
	$p^*$	0,6058	0,5214	
Коэффициент уплощения срединного нерва на уровне гороховидной кости (N <3,1)	ЛИК (n=54)	3,10 [2,70; 3,52]	3,22 [2,80; 3,63]	0,0627
	Ортезирование (n=51)	3,20 [2,67; 3,57]	3,07 [2,72; 3,52]	0,9402
	$p^*$	0,9056	0,308	

Таким образом, клинико-инструментальная оценка эффективности двух методов консервативного лечения (ЛИК и ортезирование лучезапястного сустава) через 1 месяц показала, что они оба могут облегчить симптомы у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести, однако клиническая эффективность ЛИК значимо выше. Более того, только ЛИК приводит к статистически значимому улучшению ЭНМГ-параметров срединного нерва и снижению площади его поперечного сечения на уровне гороховидной кости через 1 месяц после лечения.

### 3.4 Оценка нейрофизиологических и ультразвуковых параметров срединного нерва в динамике через 3 месяца после локальной инъекции кортикостероидов

У 40 (74,1%) пациентов из группы ЛИК продолжительность клинического эффекта от лечения составила более 3 месяцев – у них была проведена дополнительная оценка динамики ЭНМГ- и УЗ-параметров через 3 месяца после инъекции. Анализ нейрофизиологических параметров выявил значимые улучшения по сравнению с данными, полученными через 1 месяц после лечения, за исключением амплитуды дМ-волны (таблица 9).

**Таблица 9** – Динамика ЭНМГ-параметров срединного нерва через 1 и 3 месяца после ЛИК (n=40)

ЭНМГ-параметры	До лечения	1 месяц после ЛИК	p <sub>1</sub>	3 месяца после ЛИК	p <sub>2</sub>	p <sub>3</sub>
Дистальная латентность М-волны, мс (N <3,5)	5,59 [4,50; 6,57]	4,80 [4,23; 5,81]	< <b>0,0001</b>	4,43 [4,10; 5,39]	<b>0,0004</b>	< <b>0,0001</b>
Дистальная латентность сенсорного потенциала, мс (N <3,0)	4,05 [3,24; 4,44]	3,46 [3,01; 4,05]	< <b>0,0001</b>	3,33 [2,88; 3,86]	<b>0,0003</b>	< <b>0,0001</b>
Амплитуда дМ-волны, мВ (N >5)	4,70 [3,50; 7,10]	5,50 [4,05; 7,55]	<b>0,0008</b>	5,10 [4,00; 7,20]	0,8882	<b>0,0032</b>
Амплитуда сенсорного потенциала, мкВ (N >15)	8,90 [4,70; 17,60]	10,10 [5,00; 25,30]	<b>0,0004</b>	10,80 [6,10; 25,70]	<b>0,017</b>	< <b>0,0001</b>
СПс на кисти, м/с (N >50)	33,60 [30,30; 42,90]	39,70 [34,30; 46,90]	< <b>0,0001</b>	40,20 [35,70; 47,10]	<b>0,0003</b>	< <b>0,0001</b>

Примечание. Здесь и далее: p<sub>1</sub> – критерий Уилкоксона (сравнение показателей, полученных до и через 1 месяц после ЛИК), p<sub>2</sub> – критерий Уилкоксона (сравнение показателей, полученных через 1 и 3 месяца после ЛИК), p<sub>3</sub> – критерий Фридмана (сравнение показателей трех связанных выборок).

Анализ ППС срединного нерва на уровне гороховидной кости через 3 месяца после ЛИК выявил значимое уменьшение ППС по сравнению с исходными данными ( $p=0,0001$ ), при этом значимой статистической разницы величины ППС срединного нерва через 1 и 3 месяца после лечения получено не было ( $p=0,301$ ) (таблица 10).

**Таблица 10** – Динамика ППС срединного нерва на уровне гороховидной кости через 1 и 3 месяца после ЛИК (n=40)

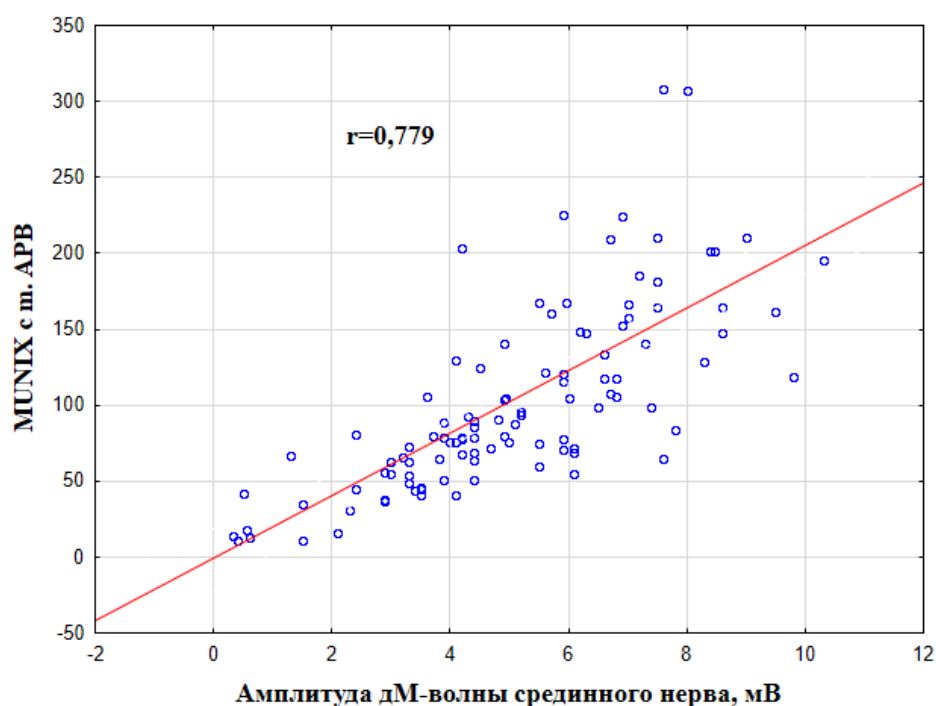
	До лечения	1 месяц после ЛИК	3 месяца после ЛИК	$p_1$	$p_2$	$p_3$
ППС срединного нерва, мм <sup>2</sup> (N <10)	16,00 [13,00; 18,50]	15,00 [12,00; 16,50]	15,00 [12,00; 16,00]	<b>0,0001</b>	0,301	< <b>0,0001</b>

Таким образом, у пациентов с длительностью клинического эффекта ЛИК более 3 месяцев улучшение проводящей функции срединного нерва продолжается и далее 1 месяца после лечения (вплоть до 3 месяцев). Улучшение по ППС срединного нерва, достигнутое через 1 месяц, продолжает сохраняться в данной группе и через 3 месяца после ЛИК.

### **3.5 Нейрофизиологическая оценка количества двигательных единиц в динамике на фоне лечения при идиопатическом карпальном туннельном синдроме средней степени тяжести**

У всех пациентов, включенных в исследование, была выполнена оценка количества функционирующих ДЕ с использованием методики MUNIX с m. APB. Медиана данного индекса у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести составила 80,00 [63,00; 134,0]. Медиана параметра MUSIX, косвенно отражающем среднюю амплитуду потенциалов ДЕ, составила 72,76 [52,57; 86,14].

Обнаружена сильная положительная связь (коэффициент корреляции Спирмена  $r=0,779$ ,  $p<0,0001$ ) между исходным значением MUNIX с т. АРВ и амплитудой дМ-волны срединного нерва (рисунок 11), умеренная положительная связь ( $r=0,340$ ,  $p=0,0006$ ) – между исходным значением MUNIX с т. АРВ и амплитудой сенсорного потенциала срединного нерва. Не выявлено значимых корреляций MUNIX с клиническими шкалами, а также с ППС срединного нерва на уровне гороховидной кости.

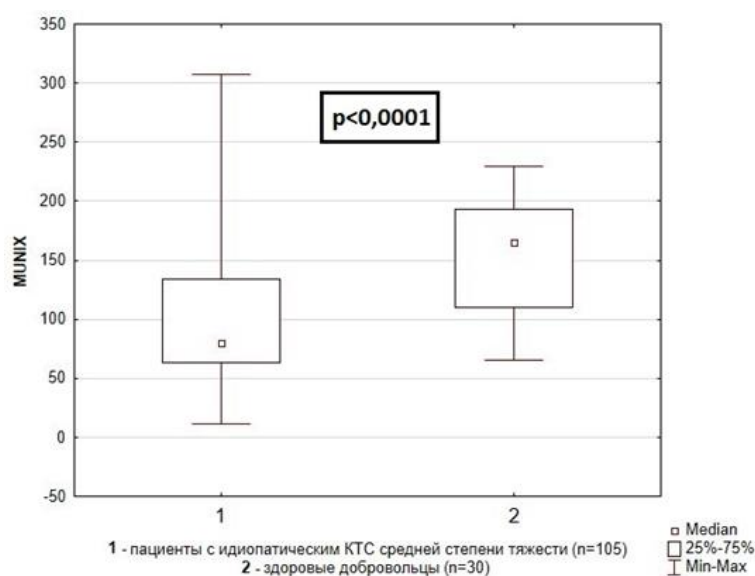


**Рисунок 11** – Корреляционная связь между MUNIX с т. АРВ и амплитудой дМ-волны срединного нерва у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести ( $r=0,779$ ,  $p<0,0001$ )

Сравнительный анализ с группой здоровых добровольцев ( $n=30$ ) показал, что среднее значение MUNIX с т. АРВ у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести статистически значимо ниже ( $p<0,0001$ ), чем у здоровых добровольцев (таблица 11, рисунок 12), в то время как медиана MUSIX значимо выше ( $p<0,0001$ ).

**Таблица 11** – Значение параметров MUNIX и MUSIX с т. APB и амплитуды дМ-волны срединного нерва у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести и здоровых добровольцев

Нейрофизиологические параметры	Пациенты с идиопатическим КТС средней степени тяжести (n=105)	Здоровые добровольцы (n=30)	p*
Амплитуда дМ-волны, мВ (N >5)	4,90 [3,60; 6,60]	6,89 [5,8; 8,2]	<b>0,0195</b>
MUNIX с т. APB	80,00 [63,00; 134,0]	165,00 [110,00; 193,00]	<b>&lt;0,0001</b>
MUSIX с т. APB	71,67 [61,75; 81,68]	54,15 [48,5; 61,7]	<b>&lt;0,0001</b>



**Рисунок 12** – MUNIX с т. APB у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести и здоровых добровольцев,  $p < 0,0001$

Интересно отметить, что средняя амплитуда дМ-волны в группе пациентов оказалась ниже, чем в контрольной группе ( $p = 0,0195$ ), несмотря на отсутствие убедительных клинических и ЭНМГ-данных в пользу аксонального поражения срединного нерва.



Через 1 месяц после ЛИК наблюдалось увеличение медианы MUNIX, однако это изменение не достигло достоверных значений (критерий Уилкоксона,  $p=0,2251$ ). Динамики индексов MUNIX и MUSIX на фоне ортезирования также отмечено не было (таблица 12).

**Таблица 12** – Динамика MUNIX и MUSIX через 1 месяц после лечения

Показатель	Группа лечения	До лечения	1 месяц после лечения	$p^{**}$
MUNIX с т. АРВ	ЛИК (n=54)	82,5 [64; 141]	106 [69; 148]	0,2251
	Ортезирование (n=51)	79 [60; 134]	80 [59; 150]	0,8441
	$p^*$	0,7005	0,2293	
MUSIX с т. АРВ	ЛИК (n=54)	72,81 [62,85; 83,71]	71,45 [60,15; 81,66]	0,9146
	Ортезирование (n=51)	69,25 [58,81; 79,65]	70,34 [60,31; 80,14]	0,8150
	$p^*$	0,6547	0,8871	

Таким образом, в нашем исследовании удалось применить методику оценки количества двигательных единиц MUNIX с т. АРВ при мононейропатии (КТС средней степени тяжести) и выявить разницу в полученных показателях со здоровыми добровольцами. Снижение среднего значения MUNIX и увеличение MUSIX с т. АРВ в группе пациентов свидетельствует об уменьшении количества и увеличении размера функционирующих двигательных единиц с мышц тенара при средней степени тяжести КТС.

Отсутствие значимой динамики MUNIX и MUSIX через 1 месяц после лечения свидетельствует, что изменение параметров двигательных единиц при идиопатическом КТС средней степени тяжести имеет более стойкий характер и не реагирует на консервативное лечение.

### 3.6 Мульти模альная инструментальная оценка чувствительности в динамике на фоне лечения при идиопатическом карпальном туннельном синдроме средней степени тяжести

Количественное сенсорное тестирование (QST) было выполнено всем пациентам, включенным в исследование (n=105), а также 15 здоровым добровольцам (n=30). Сравнительный анализ выявил достоверно более высокие значения промежуточного уровня тепловой боли (НР: 5.0) и терпимости к все более болезненным стимулам (НР: 5.0–0.5) у пациентов с КТС. Пороги холодной (CDT) и вибрационной (VDT) чувствительности у них также были повышены, по сравнению со здоровыми добровольцами (таблица 13).

**Таблица 13** – Параметры QST у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести и здоровых добровольцев

Параметры QST	Пациенты с КТС (n=105)	Здоровые добровольцы (n=30)	р-уровень
Порог обнаружения тепловой боли (НР: 0.5)	20,15 [19,18; 22,10]	20,23 [20,10; 21,06]	0,7851
Промежуточный уровень тепловой боли (НР: 5.0)	24,14 [23,00; 26,00]	22,94 [21,67; 23,40]	<b>&lt; 0,0001</b>
Терпимость к все более болезненным стимулам (НР: 5.0–0.5)	3,92 [1,85; 5,21]	2,45 [1,50; 3,04]	<b>0,0002</b>
Холодовой порог (CDT)	8,27 [7,67; 10,00]	7,33 [6,40; 8,67]	<b>0,0015</b>
Вибрационный порог (VDT)	13,75 [13,00; 14,63]	12,5 [11,67; 13,50]	<b>0,0002</b>

У пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести обнаружены слабые отрицательные корреляции значения холодного порога (CDT) с исходным баллом по SSS (коэффициент корреляции Спирмена  $r=-0,2$ ,  $p=0,04$ ), а также с уровнем боли по ЧРШ ( $r=-0,24$ ,  $p=0,013$ ) (таблица 14).

**Таблица 14** – Корреляционный анализ параметров QST у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести с баллами по SSS, LANSS и ЧРШ боли

Параметры QST	SSS	LANSS	ЧРШ боли
Порог обнаружения тепловой боли (НР: 0.5)	r=0,08 (p>0,05)	r=0,09 (p>0,05)	r=0,19 (p>0,05)
Промежуточный уровень тепловой боли (НР: 5.0)	r=0,08 (p>0,05)	r=0,07 (p>0,05)	r=0,11 (p>0,05)
Терпимость к все более болезненным стимулам (НР: 5.0–0.5)	r=-0,06 (p>0,05)	r=0,09 (p>0,05)	r=0,11 (p>0,05)
Холодовой порог (CDT)	<b>r=-0,203</b> <b>p=0,04</b>	r=-0,19 (p>0,05)	<b>r=-0,24</b> <b>p=0,013</b>
Вибрационный порог (VDT)	r=-0,07 (p>0,05)	r=-0,12 (p>0,05)	r=-0,03 (p>0,05)

Анализ параметров QST через 1 месяц после консервативного лечения не выявил статистически значимых изменений ни в одной из групп пациентов (таблица 14).

**Таблица 15** – Динамика параметров QST через 1 месяц после лечения

Параметры QST	Группа лечения	До лечения	1 мес после лечения	p**
Порог обнаружения тепловой боли (НР: 0.5)	ЛИК (n=54)	20,14 [18,77; 22,11]	20,14 [19,25; 22,09]	0,9191
	Ортезирование (n=51)	20,22 [19,18; 22,10]	20,58 [18,74; 22,11]	0,4915
	p*	0,8009	0,9466	
Промежуточный уровень тепловой боли (НР: 5.0)	ЛИК (n=54)	24,15 [22,94; 25,52]	23,29 [21,96; 26,00]	0,0526
	Ортезирование (n=51)	24,14 [23,01; 26,0]	24,32 [23,01; 25,52]	0,9217
	p*	0,8257	0,1315	

Таблица 15 – Продолжение

Параметры QST	Группа лечения	До лечения	1 мес после лечения	p**
Терпимость к все более болезненным стимулам (НР: 5.0–0.5)	ЛИК (n=54)	3,84 [2,22; 5,33]	3,66 [1,57; 4,72]	0,1305
	Ортезирование (n=51)	3,99 [1,85; 5,16]	3,89 [2,22; 5,66]	0,9812
	p*	0,9618	0,2728	
Холодовой порог (CDT)	ЛИК (n=54)	8,13 [7,57; 9,50]	8,00 [7,33; 9,00]	0,1227
	Ортезирование (n=51)	8,33 [7,67; 10,0]	8,25 [7,67; 10,00]	0,5412
	p*	0,1800	0,0741	
Вибрационный порог (VDT)	ЛИК (n=54)	13,71 [13,0; 14,5]	13,65 [12,71; 15,00]	0,8431
	Ортезирование (n=51)	13,8 [13,0; 14,67]	13,57 [13,00; 14,83]	0,4881
	p*	0,9415	0,7040	

Таким образом, у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести было выявлено повышение порогов холодовой, болевой и вибрационной чувствительности; обнаружены слабые корреляции между исходным значением холодового порога (CDT) и баллами по SSS и ЧРШ боли до лечения. На фоне лечения параметры QST значимо не изменились ни в одной из групп пациентов.

В целом, полученные нами результаты продемонстрировали инструментальное подтверждение поражения тонких нервных волокон при КТС средней степени тяжести, однако убедительных корреляций с нейропатическим болевым синдромом найдено не было. Отсутствие динамики параметров QST на фоне лечения, возможно, было связано с недостаточной чувствительностью этого метода к изменениям в периоде 1 месяц. Полученные данные позволяют утверждать, что метод QST может быть полезен в качестве объективизации чувствительных нарушений при КТС средней степени тяжести, но не для обнаружения изменений в динамике.

### 3.7 Предикторы эффективности двух методов консервативной терапии (локальной инъекции кортикостероидов и ортезирования) при идиопатическом КТС средней степени тяжести

В качестве критерия эффективности терапии рассматривалось снижение балла по SSS более чем на 30% [110]. В соответствии с ним ЛИК была эффективна через 1 месяц у подавляющего числа пациентов (n=51; 94,4%), через 3 месяца – у 38 (70,4%), через 6 месяцев – только у 7 (13%) пациентов. Ортезирование лучезапястного сустава через 1 месяц оказалось эффективным у 12 (23,5%) пациентов.

Для анализа роли клинико-инструментальных параметров в прогнозировании ответа на ЛИК через 3 месяца проводилась логистическая регрессия, результаты которой не выявили значимых предикторов (таблица 16).

**Таблица 16** – Унивариантная логистическая регрессия между клинико-инструментальными параметрами и ответом на ЛИК через 3 месяца

Параметр	ОШ	95% ДИ	p
Возраст, лет	1,05	0,97-1,14	0,219
SSS	1,11	0,43-2,89	0,829
FSS	0,58	0,24-1,41	0,221
LANSS	1,09	0,98-1,21	0,121
ЧРШ	0,94	0,79-1,13	0,516
Дистальная латентность М-волны	0,97	0,66-1,43	0,892
Дистальная латентность сенсорного потенциала	0,91	0,44-1,89	0,803
Амплитуда дМ-волны	0,90	0,69-1,18	0,450
Амплитуда сенсорного потенциала	0,92	0,83-1,02	0,107
СПс на кисти	1,00	0,92-1,10	0,927
MUNIX	1,00	0,99-1,01	0,431
MUSIX	0,98	0,96-1,03	0,551
ППС срединного нерва на уровне гороховидной кости	0,99	0,85-1,16	0,908
Коэффициент уплощения срединного нерва на уровне гороховидной кости	0,73	0,29-5,93	0,494

Для анализа роли клинико-инструментальных параметров в прогнозировании ответа на ортезирование лучезапястного сустава через 1 месяц проводилась логистическая регрессия, результаты которой также не выявили значимых предикторов (таблица 17).

**Таблица 17** – Унивариантная логистическая регрессия между клинико-инструментальными параметрами и ответом на ортезирование лучезапястного сустава через 1 месяц

<b>Параметр</b>	<b>ОШ</b>	<b>95% ДИ</b>	<b>p</b>
Возраст	1,08	0,99-1,18	0,101
SSS	0,48	0,16-1,42	0,178
FSS	0,62	0,31-1,23	0,171
LANSS	1,09	0,95-1,26	0,213
ЧРШ	0,85	0,69-1,06	0,148
Дистальная латентность М-волны	1,09	0,69-1,71	0,707
Дистальная латентность сенсорного потенциала	1,57	0,71-3,49	0,258
Амплитуда дМ-волны	0,98	0,71-1,36	0,918
Амплитуда сенсорного потенциала	0,92	0,84-1,01	0,071
СПс на кисти	1,01	0,97-1,06	0,621
MUNIX	1,00	0,99-1,02	0,666
MUSIX	0,99	0,96-1,02	0,663
ППС срединного нерва на уровне гороховидной кости	0,98	0,95-1,03	0,068
Коэффициент уплощения срединного нерва на уровне гороховидной кости	2,16	0,76-6,15	0,145

Таким образом, в нашем исследовании не было выявлено значимых клинических (возраст, балл по SSS, FSS, LANSS, ЧРШ боли), электрофизиологических (ЭНМГ-параметры, а также MUNIX и MUSIX с т. APB) и ультразвуковых (ППС срединного нерва на уровне гороховидной кости, коэффициент уплощения срединного нерва) предикторов эффективности ни ЛИК, ни ортезирования.

Соответственно, использование ЛИК может существенно облегчить симптоматику у подавляющего большинства пациентов с идиопатическим КТС

средней степени тяжести (клинически значимый ответ через 1 месяц отмечен в 94,4% случаев), при этом продолжительность клинического эффекта ЛИК не зависит от исходных клинико-инструментальных параметров. Клинически значимое улучшение через 1 месяц после ортезирования отмечено только в 23,5% случаев, оно также не коррелировало с исходными данными.

### 3.8 Клинический случай

В Центр заболеваний периферической нервной системы ФГБНУ НЦН обратилась пациентка Л., 51 года, с жалобами на боль и онемение в правой кисти, которые возникли и медленно нарастали в течение 5 месяцев. За последний месяц симптомы стали крайне выраженными, существенно ухудшился сон (в течение последних 2 недель пациентка отмечает более 5 пробуждений за ночь), появились трудности при удерживании телефонной трубки, работе по дому, переносе сумок.

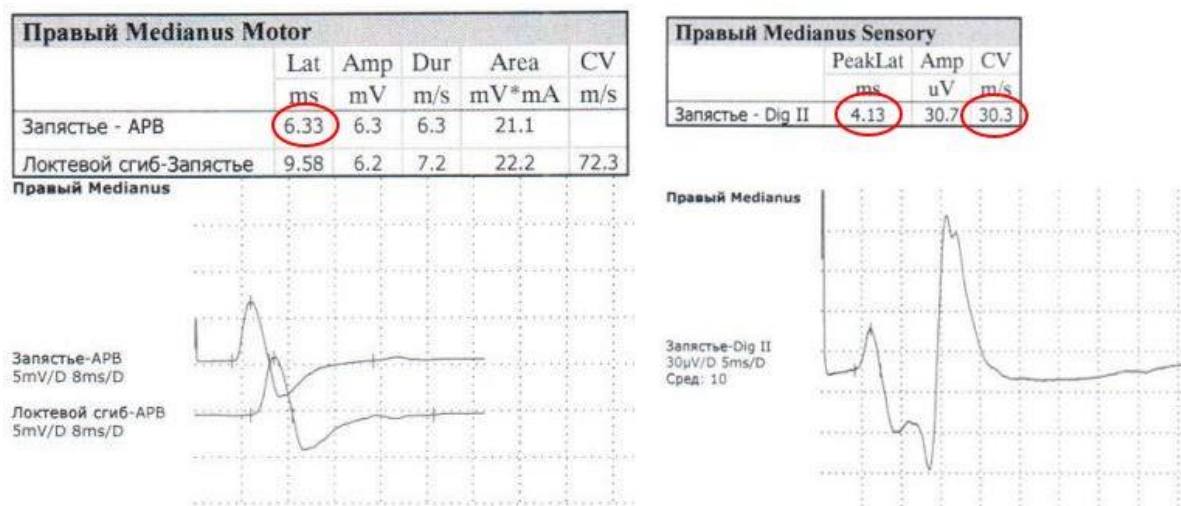
При осмотре выявлена гипестезия на ладонной поверхности II и III пальцев кисти справа, положительные провокационные тесты Тинеля и Фалена. Сила и объем мышц тенара сохранены.

Был заподозрен КТС справа, пациентке предложено заполнение специализированных опросников:

- Балл по SSS = 4,18 (крайне тяжелая степень выраженности симптомов);
- Балл по FSS = 2,125 (средняя степень функциональных нарушений);
- Балл по LANSS = 17 (вероятен нейропатический механизм формирования болевых ощущений);
- Уровень боли по ЧРШ (от 0 до 10) = 10.

Для подтверждения диагноза КТС была выполнена стимуляционная ЭНМГ, обнаружено изменение скоростных параметров по чувствительным (дистальная латентность сенсорного потенциала увеличена до 4,13 мс при норме <3,0 мс; СПс на кисти снижена до 30,3 м/с при норме >50 м/с) и двигательным (латентность дМ-

волны увеличена до 6,33 мс при норме <3,5 мс) волокнам правого срединного нерва. При этом амплитуда дМ-волны и сенсорного потенциала были в норме, что, согласно электродиагностическим критериям ААЕМ от 1997 г. [118126], указывает на среднюю степень тяжести КТС (рисунок 13).

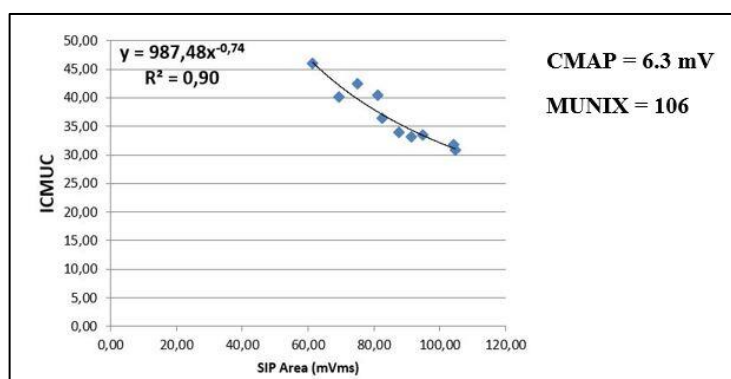


**Рисунок 13** – ЭНМГ правого срединного нерва до лечения (февраль 2020 г.)

Пациентке было предложено участие в настоящем исследовании (в соответствии с критериями включения и невключения), получено добровольное информированное согласие.

Перед лечением дополнительно выполнена методика MUNIX с т.АРВ, проведено УЗИ правого срединного нерва и количественное сенсорное тестирование.

Показатель MUNIX до лечения был равен 106 (рисунок 14).



**Рисунок 14** – MUNIX с т.АРВ до лечения



При УЗИ выявлено увеличение ППС правого срединного нерва на уровне гороховидной кости до  $17,2\text{мм}^2$  (норма  $<10\text{мм}^2$ ), коэффициент уплощения составил 2,34 (рисунок 15).



Рисунок 15 – УЗИ правого срединного нерва до лечения (февраль 2020 г.)

При QST выявлено увеличение порога вибрационной чувствительности с указательного пальца кисти (VDT = 13,57, что соответствует 99,0 перцентилю) (рисунок 16).

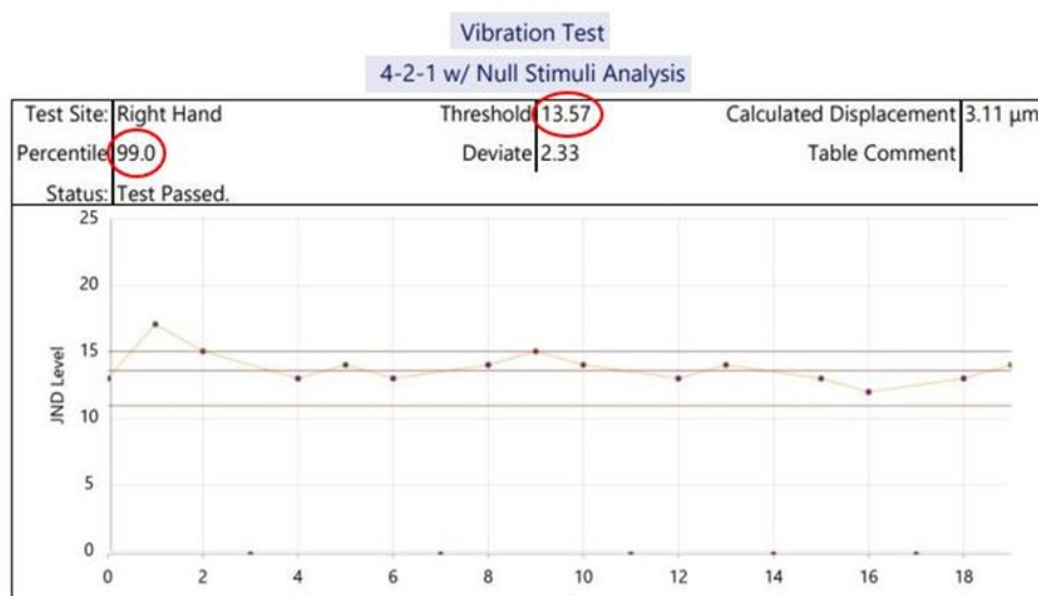
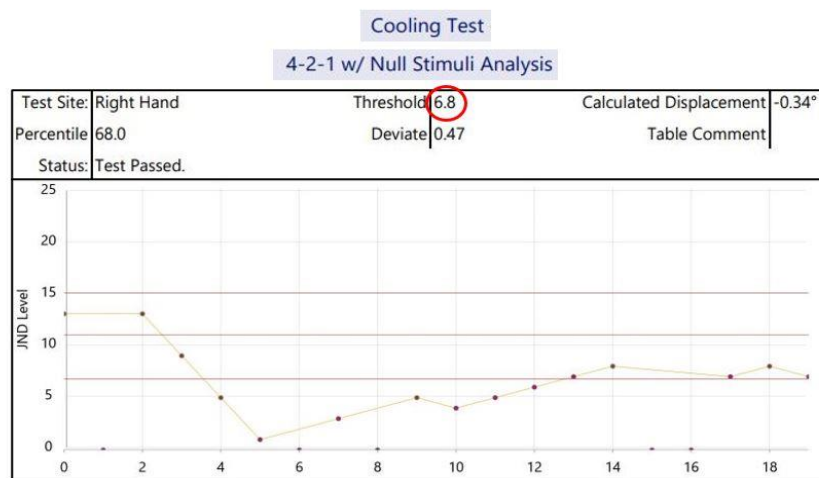


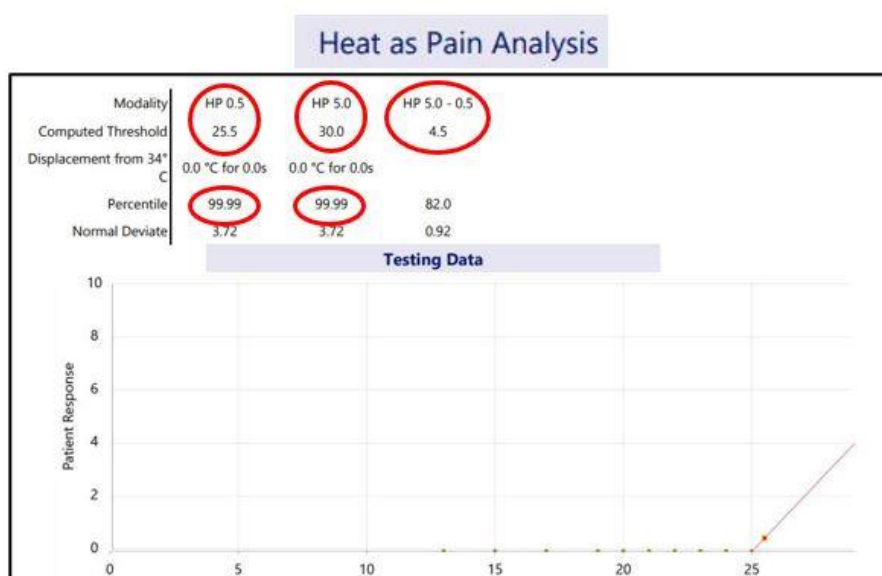
Рисунок 16 – Исследование вибрационной чувствительности до лечения

Значение холодого порога с ладонной поверхности III-го пальца кисти составило 6,8, что соответствует 68,0 перцентилю (рисунок 17).



**Рисунок 17** – Исследование холодной чувствительности до лечения

Исследование болевой чувствительности с ладонной поверхности III-го пальца кисти выявило значимое повышение порога тепловой боли (НР: 0.5 = 25,5, что соответствует 99,99 перцентилю) и промежуточного уровня тепловой боли (НР: 5.0 = 30,0, что соответствует 99,99 перцентилю) (рисунок 18). Это означает, что максимально горячий предъявляемый стимул (49°C в течение 10 секунд) пациентка перенесла без какого-либо дискомфорта.



**Рисунок 18** – Исследование болевой чувствительности до лечения

Пациентка была рандомизирована в группу ЛИК, получено добровольное информированное согласие на проведение инъекции. В феврале 2020 г. выполнена первая ЛИК (бетаметазон 5 мг + 2 мг/1,0 мл и лидокаин 2% 1,0 мл) под УЗИ-контролем, через 2 недели дополнительно была проведена вторая инъекция ввиду неполного регресса симптомов КТС.

После лечения пациентка отметила значимое уменьшение симптомов КТС, нормализацию ночного сна. Результаты заполнения специализированных опросников через 1 месяц продемонстрировали значимое снижение баллов:

- по SSS = 1,64 (было 4,18);
- по FSS = 1,25 (было 2,125);
- по LANSS = 5 (было 17);
- по ЧРШ боли = 2 (было 10).

Продолжительность клинического эффекта ЛИК составила 4,5 месяца, далее симптомы КТС начали понемногу возвращаться.

По результатам стимуляционной ЭНМГ правого срединного нерва через 1 месяц после ЛИК зафиксировано улучшение скоростных параметров (уменьшилась дистальная латентность сенсорного потенциала и М-волны, увеличилась СПс на кисти), небольшое увеличение амплитуды дМ-волны и сенсорного потенциала (рисунок 19).

Правый Medianus Motor					
	Lat	Amp	Dur	Area	CV
	ms	mV	m/s	mV*mA	m/s
Запястье - APB	5.77	6.9	5.6	20.1	
Локтевой сгиб-Запястье	8.74	6.4	5.8	19.8	51.6

Правый Medianus

Запястье-APB  
5mV/D 8ms/D

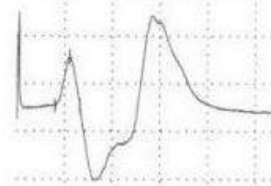
Локтевой сгиб-APB \*  
5mV/D 8ms/D



Правый Medianus Sensory			
	PeakLat	Amp	CV
	ms	uV	m/s
Запястье - Dig II	3.98	31.6	31.4

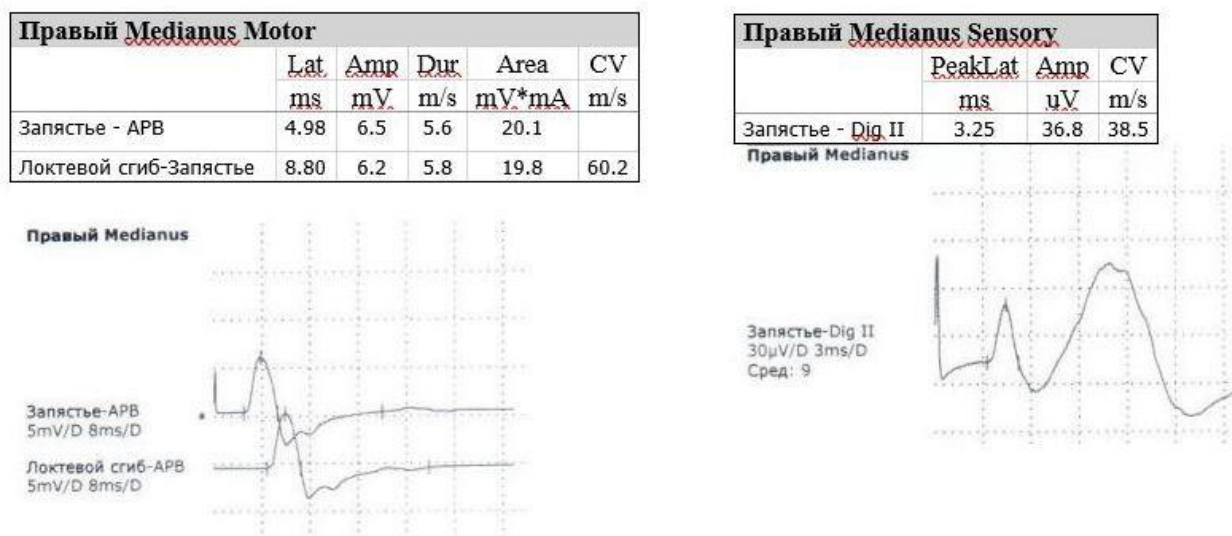
Правый Medianus

Запястье-Dig II  
30uV/D 5ms/D  
Сред: 10



**Рисунок 19** – ЭНМГ правого срединного нерва через 1 месяц после ЛИК (март 2020 г.)

Через 3 месяца после ЛИК наблюдалось дальнейшее снижение дистальной латентности сенсорного потенциала и М-волны, увеличение СПс на кисти и амплитуды сенсорного потенциала (рисунок 20).



**Рисунок 20** – ЭНМГ правого срединного нерва через 3 месяца после ЛИК (май 2020 г.)

УЗИ срединного нерва в динамике через 1 месяц после ЛИК продемонстрировало уменьшение ППС правого срединного нерва на уровне гороховидной кости до 15,9 мм<sup>2</sup> (было 17,2мм<sup>2</sup>), небольшое уменьшение коэффициента уплотнения (было 2,34, стало 2,25) (рисунок 21). Через 3 месяца существенной динамики, по сравнению с 1 месяцем после ЛИК, не отмечено.



**Рисунок 21** – УЗИ правого срединного нерва через 1 месяц после ЛИК (март 2020 г.)

Показатель MUNIX с m.APB, а также параметры QST через 1 месяц после ЛИК существенным образом не изменились.

Данный клинический случай демонстрирует эффективность ЛИК при КТС средней степени тяжести. Пациентке с крайне тяжелой выраженностью симптомов (балл по SSS до лечения 4,18) было выполнено две инъекции с ГКС под УЗ-навигацией, осложнений после процедуры не отмечено. Продемонстрирована положительная динамика по клиническим, нейрофизиологическим и нейросонографическим параметрам через 1 и 3 месяца после ЛИК. Продолжительность клинического эффекта ЛИК составила 4,5 месяца, далее симптомы КТС начали медленно возвращаться, с пациенткой обсуждены варианты дальнейшего лечения (принято решение о плановой декомпрессии срединного нерва).

Данный случай также демонстрирует клинико-нейрофизиологическую диссоциацию при КТС: степень тяжести поражения нерва по электродиагностическим критериям ANEEM классифицировалась как средняя, при этом выраженность чувствительных нарушений по шкале SSS Бостонского опросника указывал на тяжелую степень, тогда как по FSS – на среднюю степень тяжести. В случае, если бы мерой оценки степени тяжести была выбрана клиническая шкала, пациентка могла бы быть отнесена к группе тяжелых больных, что является абсолютным показанием для проведения оперативного вмешательства. В данном же случае две ЛИК значительно облегчили состояние пациентки сроком более 4 месяцев, что было предпочтительно в её случае, так как она психологически не была сразу готова к операции. Получив время, оценив эффективность и продолжительность консервативного лечения с помощью ЛИК, в связи с рецидивом симптомов она осознанно приняла решение в пользу оперативного вмешательства.

## ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Несмотря на высокую распространенность КТС, вопросы предпочтительного метода лечения остаются дискуссионными, особенно для пациентов со средней степенью тяжести. В настоящей работе проведена комплексная оценка эффективности двух доказанных методов консервативного лечения КТС: локальной инъекции кортикостероидов и ортезирования лучезапястного сустава. Для этого было проанализировано 105 случаев КТС средней степени тяжести (оценка степени тяжести проводилась на основании критериев AAEM от 1997 г. [118]) у взрослых пациентов. Интересно, что выраженность симптомов (по SSS) и функциональных нарушений (по FSS) в нашей выборке оказывалась средней только примерно в половине случаев (по SSS – в 61,9% случаев, по FSS – в 45,7% случаев). В другой половине выраженность симптомов КТС оказывалась иной (от отсутствия отдельных симптомов до крайне тяжелой). Отсутствие четкой связи между клиническими и нейрофизиологическими данными при КТС было неоднократно продемонстрировано и в ранее опубликованных исследованиях [79,82,94], что подтверждает необходимость использования именно ЭНМГ для определения степени тяжести заболевания [98].

Первой группе пациентов (n=54) выполняли 1 или 2 инъекции с ГКС в запястный канал под УЗ-навигацией, второй группе (n=51) было назначено ортезирование лучезапястного сустава в ночные часы. Через 1 месяц после лечения клиническое улучшение было отмечено в обеих группах [156], однако клиническая эффективность ЛИК оказалась значимо выше, что согласуется с результатами, полученными L.S. Chesterton и коллегами [30].

При анализе распределения пациентов на группы по SSS и FSS до и через 1 месяц после лечения в группе ЛИК продемонстрировано значимое снижение числа пациентов с тяжелой и средней выраженностью симптомов и функциональных нарушений, увеличение числа пациентов с легкими симптомами и функциональными нарушениями, а также увеличение числа пациентов с

отсутствием каких-либо симптомов КТС. В группе ортезирования через 1 месяц после лечения зафиксировано только значимое увеличение количества случаев с легкими симптомами, что еще раз подтверждает большую клиническую эффективность ЛИК через 1 месяц при КТС средней степени тяжести.

Полученные результаты имеют важное значение для врачей, которые встречаются в своей практике с данной патологией. Согласно руководству Американской академии хирургов-ортопедов [51], а также национальным клиническим рекомендациям [146], ЛИК и ортезирование лучезапястного сустава имеют одинаково сильные рекомендации для использования при КТС легкой и средней степени тяжести, в связи с чем выбор метода консервативного лечения, как правило, основывается на личном опыте и предпочтениях врача. Результаты настоящего исследования убедительно продемонстрировали большую клиническую эффективность ЛИК при КТС средней степени тяжести, по сравнению с ортезированием, что позволяет рекомендовать ЛИК в качестве метода выбора для быстрого купирования симптомов при данной степени тяжести КТС.

Поскольку клиническая оценка проявлений КТС носит отчасти субъективный характер, одной из задач настоящей работы была оценка динамики электрофизиологических и ультразвуковых параметров, которая может объективно продемонстрировать функциональные и морфологические изменения состояния срединного нерва на фоне лечения или же их отсутствие. Согласно полученным результатам, значимое улучшение проводящей функции нерва (укорочение дистальной латентности дМ-волны и сенсорного потенциала, увеличение СПс на кисти), увеличение амплитуды дМ-волны и сенсорного потенциала через 1 месяц после лечения было выявлено только в группе ЛИК [156]. Более того, у пациентов с продолжительностью клинического эффекта ЛИК более 3 месяцев отмечено дальнейшее улучшение функционального состояния нерва – ЭНМГ-параметры через 3 месяца после ЛИК были достоверно лучше, чем через 1 месяц, за исключением амплитуды дМ-волны. Аналогичные положительные изменения на фоне ЛИК описаны и в других работах [4,34,143,144].

Использование ортеза, в свою очередь, не привело к значимым изменениям нейрофизиологических параметров в нашей выборке пациентов, что согласуется с результатами работы G. Manente и коллег [76]. По данным литературы, улучшение функционального состояния нерва на фоне ортезирования лучезапястного сустава может наблюдаться только в случае легких симптомов КТС [100]. В нашем же исследовании тяжесть симптомов у пациентов была больше (средняя степень), и ортезирование продемонстрировало отсутствие влияния на функциональный статус срединного нерва, несмотря на положительный клинический эффект. Большая чувствительность клинических шкал к изменениям на фоне лечения была описана ранее и не должна смущать практикующих врачей. В частности, даже после успешно выполненной декомпрессии срединного нерва и практически полного клинического восстановления ЭНМГ-параметры могут еще длительное время оставаться вне референсных значений [82,97], о чем стоит помнить и информировать пациентов, чтобы снизить уровень тревоги и избежать излишних назначений после операции.

Таким образом, в настоящем исследовании только в группе ЛИК была продемонстрирована значимая положительная динамика параметров проводящей функции срединного нерва, которая свидетельствует о ремиелинизации исследуемых участков и может объяснять более выраженный и продолжительный клинический эффект ЛИК при КТС средней степени тяжести.

В литературе опубликованы работы, свидетельствующие о положительном влиянии ЛИК на динамику нейросонографических показателей при КТС [71,124,144], при этом в отношении ортезирования таких данных ранее получено не было [116]. Точный механизм действия инъекций с ГКС при КТС неизвестен, но может быть связан с уменьшением интраневрального воспаления, приводящего к снижению интраневрального отека и, соответственно, к снижению ППС срединного нерва [124]. В настоящем исследовании было продемонстрировано достоверное уменьшение ППС срединного нерва на уровне гороховидной кости через 1 месяц после лечения только в группе ЛИК [156]. У пациентов с продолжительностью клинического эффекта ЛИК более 3 месяцев достигнутое



улучшение по ППС срединного нерва сохранялось и через 3 месяца после лечения. В группе ортезирования, наоборот, мы наблюдали некоторое увеличение среднего значения данного параметра через 1 месяц, однако оно было статистически незначимо ( $p=0,1064$ ). Стоит отметить, что в настоящей работе не наблюдалось значимого изменения коэффициента уплощения срединного нерва на уровне гороховидной кости через 1 месяц после лечения ни в одной из групп пациентов. Учитывая, что самостоятельное значение данного коэффициента для диагностики КТС невелико, его использование на этапе постановки диагноза и в динамике представляется нецелесообразным [49,149], что было подтверждено и в нашей работе.

К сожалению, нам не удалось провести сравнение эффективности ЛИК и ортезирования лучезапястного сустава в более длительные сроки ввиду того, что у всех пациентов из группы ортезирования клинический эффект от лечения удерживался менее 3 месяцев (в среднем – примерно 1 месяц), в результате чего они были исключены из исследования. Стоит отдельно отметить, что в 10 (19,6%) случаях пациенты не смогли придерживаться рекомендованного режима ношения ортеза, так как его использование приводило к усугублению симптомов.

После проведения ЛИК у 8 (14,8 %) пациентов наблюдался болевой синдром в области запястья, купированный самостоятельно в течение 24 часов. Ни одного случая с отрицательным эффектом или серьезным осложнением после инъекции зафиксировано не было. Эти данные, на наш взгляд, важно учитывать [156], ведь комфорт пациента является одним из важнейших факторов высокой комплаентности, которая обеспечивает хорошие терапевтические результаты. ЛИК, выполненная квалифицированным специалистом, является довольно безопасной процедурой [58]. Она не требует обязательной госпитализации и может быть выполнена в амбулаторных условиях, при этом приводит к быстрому и эффективному купированию симптомов КТС, в результате чего пациент возвращается к своей повседневной активности буквально на следующий день. В свою очередь, ортезирование лучезапястного сустава, несмотря на безопасность данного метода, нередко оказывается для пациента неудобным и может даже

приводить к усугублению симптомов. В таких случаях подбор комфортного ортеза потребует определенных временных и материальных затрат. В настоящем исследовании каждый пятый пациент отказался от ношения ортеза ввиду дискомфорта. Необходимость длительного и регулярного использования ортеза может также негативно влиять на комплаентность и эффективность данного метода лечения. В работе S. Sevim и коллег [112] меньше половины пациентов (46,6%) смогли придерживаться назначенного режима ортезирования.

Полученные нами данные позволили однозначно расставить приоритеты и рекомендовать ЛИК в качестве терапии первой линии при КТС средней степени тяжести, и только в случае невозможности ее проведения – назначать ортезы или рассмотреть другие, в том числе хирургические методы лечения. Противопоказанием к выполнению ЛИК является отказ пациента от процедуры, наличие аллергии на вводимые препараты, кожные заболевания в месте инъекции. Отсутствие в штате клиники врача, владеющего техникой ЛИК, будет также одной из причин невозможности проведения инъекции. Если пациент находится на антикоагулянтной терапии, ЛИК может быть выполнена с осторожностью в связи с риском кровотечения [111].

Средняя продолжительность клинического эффекта ЛИК при КТС средней степени тяжести оказалась выше, чем ортезирования, и составила 4 месяца, что сопоставимо с результатами работы L.H. Visser и коллег [123]. Это важнейшие для практики данные, которые помогут лечащему врачу построить диалог с пациентом и сформировать у него адекватные ожидания от предлагаемого лечения.

В настоящей работе впервые у пациентов с КТС средней степени тяжести проанализированы показатели MUNIX и MUSIX с m. APB. Медианы данных индексов достоверно отличались как от группы здоровых добровольцев, так и от описанных в зарубежной литературе нормативных значений [28,90], что косвенно указывает на снижение количества и увеличение размера сохранных двигательных единиц при средней степени тяжести КТС. Выявленные изменения согласуются с работами зарубежных коллег, в которых снижение показателя MUNE отмечалось и у пациентов с КТС без слабости или похудания мышц тенара и рассматривалось

в контексте субклинического поражения моторных волокон срединного нерва [21,33,136]. Данная гипотеза может быть поддержана исследованиями, которые сообщают о наличии денервационной активности, т.е. о признаках аксонопатии у пациентов с КТС средней степени тяжести, при которой амплитуда дМ-ответа формально сохранена [95,107]. Увеличение среднего значения MUSIX в нашей выборке пациентов может являться отражением компенсаторной реиннервации, которая и обеспечивает относительную сохранность амплитуды моторного ответа. Однако в настоящем исследовании мы не проводили иЭМГ и сопоставление ее результатов со значением MUNIX и MUSIX, в связи с чем не можем утверждать, что изменения данных индексов у пациентов с КТС средней степени тяжести связаны именно с аксональным поражением нерва, однако это интересная теория, которая, возможно, будет изучена в дальнейшем.

Впервые в нашей работе на российской выборке пациентов с КТС было выполнено количественное сенсорное тестирование. Обнаружено значимое повышение порогов холодовой, болевой и вибрационной чувствительности, по сравнению с группой здоровых добровольцев, что согласуется с результатами работ зарубежных коллег [32,109,119] и может указывать на поражение тонких нервных волокон при данной степени тяжести КТС. Для уточнения роли тонких нервных волокон в формировании болевого синдрома при КТС выполнялся корреляционный анализ между параметрами QST и клиническими шкалами – нами были выявлены слабые отрицательные корреляции между исходным значением холодового порога (CDT) и клиническими симптомами (баллы по SSS и ЧРШ боли). Выявленные данные согласуются с результатами, полученными S. Tamburin и коллегами [119], и могут свидетельствовать о роли слабо миелинизированных А $\delta$ -волокон в патогенезе чувствительных симптомов КТС. Однако на фоне лечения параметры QST значимо не изменились, в то время как баллы по клиническим шкалам достоверно снизились через 1 месяц в обеих группах пациентов, что может указывать как на нечувствительность QST к изменениям в данном периоде времени, так и на иной механизм возникновения чувствительных симптомов КТС и их уменьшения на фоне лечения. Следует помнить, что QST не позволяет

дифференцировать периферические и центральные нарушения чувствительности [150], в то время как процессы центральной сенситизации рассматриваются как одна из вероятных причин возникновения сенсорных симптомов при КТС [43,120,137]. Интересно, что в исследовании А.В. Schmid и коллег [109], где пациентам с КТС проводилась кожная биопсия, корреляций между клиническими симптомами и плотностью интраэпидермальных нервных волокон, а также между клиническими симптомами и параметрами QST выявлено не было. Таким образом, вопрос патогенеза болевого синдрома при КТС остается открытым и, несомненно, требует дальнейшего изучения.

Знание предикторов эффективности консервативной терапии при КТС помогает лечащему врачу сформировать адекватную тактику ведения для конкретного пациента, которая будет соответствовать его ожиданиям. На сегодняшний день четкие прогностические факторы ответа на консервативную терапию при средней степени тяжести КТС не разработаны, в связи с чем нами была исследована роль клинико-инструментальных данных в прогнозировании ответа на ЛИК через 3 месяца и ортезирование через 1 месяц после лечения при идиопатическом КТС средней степени тяжести. Мы подробно проанализировали влияние следующих параметров на результаты лечения: возраст и пол пациентов, клинические шкалы (SSS, FSS, LANSS, ЧРШ боли), ЭНМГ-характеристики срединного нерва (дистальная латентность и амплитуда сенсорного потенциала и М-волны, СПс на кисти), MUNIX и MUSIX с m. APB, УЗ-данные (ППС срединного нерва на уровне гороховидной кости и коэффициент его уплощения).

Оказалось, что клинический эффект ЛИК через 3 месяца сохранялся в большинстве случаев КТС средней степени тяжести (n=38; 70,4%) и не зависел от исходного значения вышеуказанных параметров. Клинически значимое улучшение в виде снижения балла по SSS на 30% и более через 1 месяц после ортезирования было выявлено только в 23,5% (n=12) случаев, оно также не зависело от исходных клинико-инструментальных параметров.

Таким образом, в настоящей работе не было выявлено предикторов клинической эффективности ни ЛИК, ни ортезирования. Отсутствие связи между

выраженностью симптомов КТС и ответом на консервативную терапию отмечено также в работе L.R. Irwin и коллег [55]. В отношении электрофизиологических предикторов имеется больше данных, свидетельствующих об эффективности нехирургического лечения КТС при меньших изменениях на ЭНМГ [44,87,123], хотя в работе V. Meys и коллег [80] такой связи не обнаружено. Стоит отметить, что в настоящее исследование были включены пациенты исключительно со средней степенью тяжести КТС, что, несомненно, приводит к более однородному составу выборки и, таким образом, усложняет поиск прогностических электрофизиологических факторов. В связи с этим проводился дополнительный анализ таких нейрофизиологических параметров, как MUNIX и MUSIX с m. APB, однако они также не продемонстрировали прогностической значимости в оценке ответа на ЛИК и ортезирование.

Нам также не удалось выявить связи между исходным значением УЗ-параметров (ППС срединного нерва и коэффициент его уплощения, измеряемые на уровне гороховидной кости) и результатами консервативного лечения [155]. Здесь нужно отметить, что в настоящей работе не проводилось изучение таких параметров, как «индекс увеличения ППС» и наличие ладонного выбухания поперечной связки запястья, которые потенциально могли бы коррелировать с ответом на терапию. В зарубежной литературе данные о предиктивной роли УЗ-параметров [31,50,80] носят противоречивый характер и требуют дальнейшего изучения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты настоящего исследования показали, что при идиопатическом КТС средней степени тяжести, верифицированного согласно электродиагностическим критериям, оба метода консервативной терапии (ЛИК и ортезирование лучезапястного сустава в ночные часы) приводят к уменьшению симптомов заболевания через 1 месяц от начала лечения, однако клиническая эффективность ЛИК и ее продолжительность достоверно выше. Кроме того, только ЛИК привела к значимому улучшению ЭНМГ-параметров и уменьшению ППС срединного нерва на уровне гороховидной кости. Таким образом, при консервативном ведении пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести рекомендуется делать выбор в пользу ЛИК, ввиду ее большей эффективности. Ортезирование лучезапястного сустава является альтернативным методом лечения при идиопатическом КТС средней степени тяжести, но мы рекомендуем его рассматривать во вторую очередь, если ЛИК провести невозможно. Нужно помнить, что использование ЛИК приводит к существенному облегчению симптомов у подавляющего большинства пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести, вне зависимости от значения исходных клинико-инструментальных показателей, при этом продолжительность клинического эффекта ЛИК составит в среднем около 4 месяцев. В связи с этим рекомендуется осуществлять динамическое наблюдение за пациентами, получившими ЛИК, и, в случае рецидива симптомов, обсуждать с ними дальнейшую, в том числе хирургическую, тактику лечения.

Методика MUNIX с m. APB может применяться у пациентов с КТС для уточнения количества и размера функционирующих двигательных единиц. Определение индексов MUNIX и MUSIX в динамике на фоне консервативного лечения (ЛИК или ортезирование) не рекомендуется.

Количественное сенсорное тестирование может применяться у пациентов с идиопатическим КТС средней степени тяжести в исследовательских целях для

объективизации чувствительных нарушений, при этом требуется дальнейшее изучение роли тонких нервных волокон в патогенезе симптомов КТС. Проведение QST в динамике на фоне лечения не рекомендуется.

Полученные в нашей работе результаты могут помочь лечащему врачу в построении разъяснительной беседы и созданию доверительных отношений с пациентом, в формировании адекватных ожиданий от предлагаемого лечения, что повысит комплаентность больных, поможет избежать бесконтрольного несистемного приема ими различных препаратов, бесцельной смены лечащих врачей из-за имеющегося недоверия. Такой подход позволит повысить качество помощи, оказываемой пациентам с идиопатическим КТС средней степени тяжести, и снизит вероятность негативных последствий.

## ВЫВОДЫ

1. У пациентов с ЭНМГ-верифицированным идиопатическим карпальным туннельным синдромом средней степени тяжести (критерии ААЕМ, 1997) выявлена значительная вариабельность субъективных клинических проявлений. Умеренная тяжесть симптомов наблюдалась только в 62% случаев, умеренные функциональные нарушения – в 46% случаев. В остальных случаях выраженность симптомов заболевания варьировала (от отсутствия отдельных симптомов до крайне тяжелой степени).

2. Локальная инъекция кортикостероидов и ортезирование лучезапястного сустава являются эффективными методами лечения при идиопатическом карпальном туннельном синдроме средней степени тяжести, однако клиническая эффективность локальной инъекции кортикостероидов через 1 месяц после лечения значимо выше ( $p < 0,0001$ ).

3. Средняя продолжительность клинического эффекта локальной инъекции кортикостероидов при идиопатическом карпальном туннельном синдроме средней степени тяжести составляет 4 [2,5;5,0] месяца, продолжительность клинического эффекта ортезирования – 1 месяц.

4. Через 1 месяц после лечения идиопатического карпального туннельного синдрома средней степени тяжести только локальная инъекция кортикостероидов приводит к значимому улучшению скоростных ( $p < 0,0001$ ) и амплитудных ( $p < 0,001$ ) ЭНМГ-параметров срединного нерва, а также к значимому снижению площади его поперечного сечения ( $p = 0,0001$ ) на уровне гороховидной кости. Через 3 месяца значимая положительная динамика скоростных параметров ( $p < 0,0005$ ) коррелирует с продолжением клинического эффекта локальной инъекции кортикостероидов, а площадь поперечного сечения сохраняется неизменной ( $p = 0,301$ ).

5. У пациентов с идиопатическим карпальным туннельным синдромом средней степени тяжести выявлено значимое снижение MUNIX и увеличение MUSIX с



m.APV по сравнению с нормой ( $p < 0,0001$ ). На фоне лечения через 1 месяц данные параметры значимо не изменились ( $p > 0,05$  в обеих группах).

6. У пациентов с идиопатическим карпальным туннельным синдромом средней степени тяжести обнаружено значимое повышение порогов холодовой, болевой и вибрационной чувствительности по сравнению с нормой ( $p < 0,005$ ). Через 1 месяц после лечения параметры количественного сенсорного тестирования (QST) значимо не изменились ни в одной из групп ( $p > 0,05$ ).

7. При идиопатическом карпальном туннельном синдроме средней степени тяжести не выявлено значимых клинико-инструментальных предикторов клинической эффективности локальной инъекции кортикостероидов и ортезирования лучезапястного сустава.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для оценки степени тяжести поражения срединного нерва рекомендуется использовать электрофизиологическое исследование (стимуляционную ЭНМГ).

2. При консервативном ведении пациентов с идиопатическим карпальным туннельным синдромом средней степени тяжести рекомендуется делать выбор в пользу локальной инъекции кортикостероидов, ввиду ее большей эффективности. При неполном регрессе симптомов рекомендуется выполнить повторную инъекцию через 2 недели.

3. Ортезирование лучезапястного сустава является альтернативным методом консервативного лечения при идиопатическом карпальном туннельном синдроме средней степени тяжести. При отсутствии возможности проведения локальной инъекции кортикостероидов рекомендуется назначить ортезирование.

4. Методика MUNIX с m.APB может применяться у пациентов с идиопатическим карпальным туннельным синдромом средней степени тяжести для определения количества функционирующих двигательных единиц. Выполнение данной методики с целью прогнозирования ответа на локальную инъекцию кортикостероидов или ортезирование лучезапястного сустава, а также в динамике на фоне лечения не рекомендуется.

5. Количественное сенсорное тестирование может применяться у пациентов с идиопатическим карпальным туннельным синдромом средней степени тяжести для объективизации чувствительных нарушений. Использование данного метода в динамике на фоне лечения не рекомендуется.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

AAEM – American Association of Electrodiagnostic Medicine; Американская ассоциация электродиагностической медицины

BCTQ – Boston Carpal Tunnel Questionnaire; Бостонский опросник по оценке тяжести карпального туннельного синдрома

CDT – Cooling Detection Threshold; порог холодной чувствительности

FSS – Function Status Scale; шкала функциональных нарушений

HP: 0.5 – Heat-Pain: 0.5; порог обнаружения тепловой боли

HP: 5.0 – Heat-Pain: 5.0; промежуточный уровень тепловой боли

HP: 5.0-0.5 – Heat-Pain: 5.0-0.5; толерантность к все более болезненным стимулам

LANSS – The Leeds Assessment of Neuropathic Symptoms and Signs; Лидская шкала оценки нейропатической боли

m. APB – musculus abductor pollicis brevis; короткая мышца, отводящая большой палец кисти

MUNE – Motor Unit Number Estimation; Оценка количества двигательных единиц

MUNIX – Motor unit number estimation index; Индекс оценки количества двигательных единиц

MUSIX – Motor Unit Size Index; Индекс размера двигательной единицы

QST – Quantitative sensory testing; количественное сенсорное тестирование

SSS – Symptom Severity Scale; шкала тяжести симптомов

S-ответ – сенсорный потенциал

VDT – Vibration Detection Threshold; порог вибрационной чувствительности

WDT – Warming Detection Threshold; порог тепловой чувствительности

ЧРШ – числовая рейтинговая шкала

ГКС – глюкокортикостероиды

ДЕ – двигательная единица

дМ-волна – дистальная М-волна

иЭМГ – игольчатая электромиография

ИЭНВ – интраэпидермальные нервные волокна

КТС – карпальный туннельный синдром

ЛИК – локальная инъекция кортикостероидов

МРТ – магнитно-резонансная томография

ПДЕ – потенциал двигательной единицы

ППС – площадь поперечного сечения

ПФ – потенциал фибрилляции

СП – скорость проведения

СПс – скорость проведения по сенсорным волокнам

УЗИ – ультразвуковое исследование

ЭНМГ – электронейромиография

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Acute Pain Management Guideline Panel. Acute Pain Management: Operative or Medical Procedures and Trauma. Clinical Practice Guideline. – Rockville, MD: Agency for Health Care Policy and Research, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, 1992. – 145 p.
2. Agarwal, V. A prospective study of the long-term efficacy of local methyl prednisolone acetate injection in the management of mild carpal tunnel syndrome / V. Agarwal, R. Singh, A. Sachdev et al // Rheumatology (Oxford). – 2005. – Vol. 44, № 5. – P. 647–650.
3. Aoki, T. High-resolution MRI predicts steroid injection response in carpal tunnel syndrome patients / T. Aoki, T. Oshige, A. Matsuyama et al // Eur Radiol. – 2014. – Vol. 24, № 3. – P. 559-565.
4. Armstrong, T. Intracarpal steroid injection is safe and effective for short-term management of carpal tunnel syndrome / T. Armstrong, W. Devor, L. Borschel, R. Contreras // Muscle Nerve. – 2004. – Vol. 29, № 1. – P. 82-88.
5. Ashworth, N.L. Local corticosteroid injection versus placebo for carpal tunnel syndrome / N.L. Ashworth, J.D.P. Bland, K.M. Chapman et al. // Cochrane Database Syst Rev. – 2023. – Vol. 2, № 2. – P. CD015148.
6. Atroshi, I. Methylprednisolone injections for the carpal tunnel syndrome: a randomized, placebo-controlled trial / I. Atroshi, M. Flondell, M. Hofer, J. Ranstam // Ann Intern Med. – 2013. – Vol. 159, № 5. – P. 309–317.
7. Atroshi, I. Outcomes of endoscopic surgery compared with open surgery for carpal tunnel syndrome among employed patients: randomized controlled trial / I. Atroshi, G.U. Larsson, E. Ornstein et al // BMJ. – 2006. – Vol. 332, № 7556. – P. 1473.
8. Atroshi, I. Self-administered outcome instrument in carpal tunnel syndrome / I. Atroshi, R. Johnsson, A. Sprinchorn // Acta Orthopaedica Scandinavica. – 1998. – Vol. 69, № 1. – P. 82-88.

9. Atroshi, I. Steroid injection or wrist splint for first-time carpal tunnel syndrome? / I. Atroshi // *Lancet*. – 2018. – Vol. 392, № 10156. – P. 1383-1384.
10. Atroshi, I. Symptoms, disability, and quality of life in patients with carpal tunnel syndrome / I. Atroshi, C. Gummesson, R. Johnsson, A. Sprinchorn // *J Hand Surg Am*. – 1999. – Vol. 24, № 2. – P. 398–404.
11. Baron R. Assessment and diagnosis of neuropathic pain / R. Baron, T.R. Tolle // *Curr Opin Support Palliat Care*. – 2008. – Vol. 2, № 1. – P. 1-8.
12. Bayrak, A.O. Sympathetic skin response and axon count in carpal tunnel syndrome / A.O. Bayrak, H.E. Tilki, M. Coşkun // *J Clin Neurophysiol*. – 2007. – Vol. 24, № 1. – P. 70-75.
13. Bayrak, I.K. Ultrasonography in carpal tunnel syndrome: comparison with electrophysiological stage and motor unit number estimate / I.K. Bayrak, A.O. Bayrak, H.E. Tilki et al. // *Muscle & Nerve*. – 2007. – Vol. 35, № 3. – P. 344-348.
14. Benson, L.S. Complications of endoscopic and open carpal tunnel release / L.S. Benson, A.A. Bare, D.J. Nagle et al // *Arthroscopy*. – 2006. – Vol. 22, № 9. – P. 919-924.
15. Bland, J.D. A neurophysiological grading scale for carpal tunnel syndrome / J.D. Bland // *Muscle Nerve*. – 2000. – Vol. 23, № 8. – P. 1280-1283.
16. Bland, J.D. Clinical surveillance of carpal tunnel syndrome in two areas of the United Kingdom, 1991–2001 / J.D. Bland, S.M. Rudolfer // *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. – 2003. – Vol. 74, № 12. – P. 1674-1679.
17. Borg, K. Diagnostic value of quantitative sensory testing (QST) in carpal tunnel syndrome / K. Borg, U. Lindblom // *Acta Neurol Scand*. – 1988. – Vol. 78, № 6. – P. 537-541.
18. Boulay, C. Motor unit number index: A potential electrophysiological biomarker for pediatric spinal muscular atrophy / C. Boulay, E. Delmont, F. Audic et al. // *Muscle Nerve*. – 2021. – Vol. 64, № 4. – P. 445-453.
19. Bowman, A. A prognostic model for the patient-reported outcome of surgical treatment of carpal tunnel syndrome / A. Bowman, S. Rudolfer, P. Weller, J.D.P. Bland // *Muscle Nerve*. – 2018. – Vol. 58, № 6. – P. 784-789.

20. Brown, W.F. A method for estimating the number of motor units in thenar muscles and the changes in motor unit count with aging / W.F. Brown // *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. – 1972. – Vol. 35, № 6. – P. 845-852.
21. Brown, W.F. Thenar motor unit count estimates in the carpal tunnel syndrome / W.F. Brown // *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. – 1973. – Vol. 36, № 2. – P. 194-198.
22. Buncke, G. Ultrasound-guided carpal tunnel release using the manos CTR system / G. Buncke, B. McCormack, M. Bodor // *Microsurgery*. – 2013. – Vol. 33, № 5. – P. 362-366.
23. Burton, C. L. Trends in the prevalence, incidence and surgical management of carpal tunnel syndrome between 1993 and 2013: an observational analysis in UK primary care records / CL Burton, Y Chen, LS Chesterton, DA van der Windt // *BMJ Open*. – 2018. – Vol. 8, № 6. – P. e020166.
24. Burton, C. The effectiveness of corticosteroid injection versus night splints for carpal tunnel syndrome: 24-month follow-up of a randomized trial / C. Burton, T. Rathod-Mistry, S. Blackburn // *Rheumatology (Oxford)*. – 2023. – Vol. 62, № 2. – P. 546-554.
25. Cage, E.S. Injections for treatment of carpal tunnel syndrome: A narrative review of the literature / E.S. Cage, J.J. Beyer, N.A. Ebraheim // *J Orthop*. – 2023. – Vol. 37. – P. 81-85.
26. Caliandro, P. A new clinical scale to grade the impairment of median nerve in carpal tunnel syndrome / P. Caliandro, F. Giannini, C. Pazzaglia et al. // *Clin Neurophysiol*. – 2010. – Vol. 121, № 7. – P. 1066-1071.
27. Caliandro, P. Distribution of paresthesias in carpal tunnel syndrome reflects the degree of nerve damage at wrist / P. Caliandro, G. La Torre, I. Aprile et al. // *Clin Neurophysiol*. – 2006. – Vol. 117, № 5. – P. 228-231.
28. Cao, B. Reference values for the motor unit number index and the motor unit size index in five muscles / B. Cao, X. Gu, L. Zhang et al. // *Muscle Nerve*. – 2020. – Vol. 61, № 5. – P. 657-661.
29. Chan, L. The relationship between electrodiagnostic findings and patient symptoms and function in carpal tunnel syndrome / L. Chan, J.A. Turner, B.A. Comstock et al. *Arch Phys Med Rehabil*. – 2007. – Vol. 88, № 1. – P. 19-24.

30. Chesterton, L.S. The clinical and cost-effectiveness of corticosteroid injection versus night splints for carpal tunnel syndrome (INSTINCTS trial): an open-label, parallel group, randomised controlled trial / L.S. Chesterton, M. Blagojevic-Bucknall, C. Burton et al. // *Lancet*. – 2018. – Vol. 392, № 10156. – P. 1423-1433.
31. Chung, S.Y. Predictive variables for sonographically guided corticosteroid injection in mild-to-moderate carpal tunnel syndrome / S.Y. Chung, J.M. Kwak, S. Kang et al // *Ann Rehabil Med*. – 2018. – Vol. 42, № 2. – P. 213-221.
32. Clarke, C. Assessment of small sensory fiber function across the spectrum of severity in carpal tunnel syndrome patients / C. Clarke, C. Christensen, M.W.T. Curran, K.M. Chan // *Muscle Nerve*. – 2017. – Vol. 56, № 4. – P. 814-816.
33. Cuturic, M. Motor unit number estimate (MUNE) testing in male patients with mild to moderate carpal tunnel syndrome / M. Cuturic, S. Palliyath // *Electromyogr Clin Neurophysiol*. – 2000. – Vol. 40, № 2. – P. 67-72.
34. Dammers, J.W. Injection with methylprednisolone proximal to the carpal tunnel: randomised double-blind trial / J.W. Dammers, M.M. Veering, M. Vermeulen // *BMJ*. – 1999. – Vol. 319, № 7214. – P. 884-886.
35. Daube, JR. Motor unit number estimates--from A to Z / J.R. Daube // *J Neurol Sci*. – 2006. – Vol. 242, № 1-2. – P. 23-35.
36. de Campos, C.C. The relationship between symptoms and electrophysiological detected compression of the median nerve at the wrist / C.C. de Campos, G.M. Manzano, J.F. Leopoldino et al. // *Acta Neurol Scand*. – 2004. – Vol. 110, № 6. – P. 398-402.
37. de Tommaso, M. Laser evoked potentials in carpal tunnel syndrome / M. de Tommaso, G. Libro, O. Difruscolo et al. // *Clin Neurophysiol*. – 2009. – Vol. 120, № 2. – P. 353-359.
38. Dyck, P.J. A 4, 2, and 1 stepping algorithm for quick and accurate estimation of cutaneous sensation threshold / P.J. Dyck, P.C. O'Brien, J.L. Kosanke et al. // *Neurology*. – 1993. – Vol. 43, № 8. – P. 1508–1512.
39. Dyck, P.J. A standard test of heat-pain responses using CASE IV / P.J. Dyck, I.R. Zimmerman, D.M. Johnson et al. // *J Neurol Sci*. – 1996. – Vol. 136, № 1-2. – P. 54–63.



40. El Miedany, Y. Ultrasound assessment of the median nerve: a biomarker that can help in setting a treat to target approach tailored for carpal tunnel syndrome patients / Y. El Miedany, M. El Gaafary, S. Youssef et al // Springerplus. – 2015. – Vol. 5. – P. 13.
41. Escorcio-Bezerra, M.L. Motor unit number index and neurophysiological index as candidate biomarkers of presymptomatic motor neuron loss in amyotrophic lateral sclerosis / M.L. Escorcio-Bezerra, A. Abrahao, K.F. Nunes et al. // Muscle Nerve. – 2018. – Vol. 58, № 2. – P. 204-212.
42. Fatehi, F. The utility of motor unit number index: A systematic review / F. Fatehi, A.M. Grapperon, D. Fathi et al. // Neurophysiol Clin. – 2018. – Vol. 48, № 5. – P. 251-259.
43. Fernández-de-Las-Peñas, C. Understanding central sensitization for advances in management of carpal tunnel syndrome / C. Fernández-de-Las-Peñas, J.L. Arias-Buría, R. Ortega-Santiago, A.I. De-la-Llave-Rincón // F1000Res. – 2020. – Vol. 9. – P. F1000 Faculty Rev-605.
44. Gelberman, R.H. Carpal-tunnel syndrome. Results of a prospective trial of steroid injection and splinting / R.H. Gelberman, D. Aronson, M.H. Weisman // J Bone Joint Surg Am. – 1980. – Vol. 62, № 7. – P. 1181-1184.
45. Gerritsen, A.A., I.B. Korthals-de Bos, P.M. Laboyrie et al / Splinting for carpal tunnel syndrome: prognostic indicators of success // J Neurol Neurosurg Psychiatry. – 2003. – Vol. 74, № 9. – P. 1324-1344.
46. Gervasio, A. Carpal tunnel sonography / A. Gervasio, C. Stelitano, P. Bollani et al. // J Ultrasound. – 2020. – Vol. 23, № 3. – P. 337-347.
47. Giannini, F. A new clinical scale of carpal tunnel syndrome: validation of the measurement and clinicalneurophysiological assessment / F. Giannini, R. Cioni, M. Mondelli M et al. // Clin Neurophysiol. – 2002. – Vol. 113, № 1. – P. 71-77.
48. Goadsby, P.J. Deficits in the function of small and large afferent fibers in confirmed cases of carpal tunnel syndrome / P.J. Goadsby, D. Burke // Muscle Nerve. – 1994. – Vol. 17, № 6. – P. 614-622.

49. Gonzalez-Suarez, C.B. Diagnostic accuracy of ultrasound parameters in carpal tunnel syndrome: additional criteria for diagnosis / C.B. Gonzalez-Suarez, B.C. Fidel, J.T.C. Cabrera // *J. Ultrasound Med.* – 2019. – Vol. 38, № 11. – P. 3043–3052.
50. Goswami, R.P. High-resolution ultrasonography in carpal tunnel syndrome: role of ancillary criteria in diagnosis and response to steroid injection / R.P. Goswami, H. Sit, M. Chatterjee et al // *Clin Rheumatol.* – 2021. – Vol. 40, № 3. – P. 1069-1076.
51. Graham, B. The American Academy of Orthopaedic Surgeons Evidence-Based Clinical Practice Guideline on: Management of Carpal Tunnel Syndrome / B. Graham, A.E. Peljovich, R. Afra // *J Bone Joint Surg Am.* – 2016. – Vol. 98, № 20. – P. 1750-1754.
52. Graham, R.G. A prospective study to assess the outcome of steroid injections and wrist splinting for the treatment of carpal tunnel syndrome / R.G. Graham, D.A. Hudson, M. Solomons, M. Singer // *Plast Reconstr Surg.* – 2004. – Vol. 113, № 2. – P. 550-556.
53. Gruener, G. Quantitative sensory testing: methodology, applications, and future directions / G. Gruener, P.J. Dyck // *J Clin Neurophysiol.* – 1994. – Vol. 11, № 6. – P. 568-583.
54. Hirani, S. A study to further develop and refine carpal tunnel syndrome (CTS) nerve conduction grading tool / S. Hirani // *BMC Musculoskelet Disord.* – 2019. – Vol. 20, № 1. – P. 581.
55. Irwin, L.R. Steroid injection for carpal tunnel syndrome / L.R. Irwin, R. Beckett, R.K. Suman // *J Hand Surg Br.* – 1996. – Vol. 21, № 3. – P. 355-357.
56. Jablecki, C.K. Practice parameter: electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome. Report of the American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation / C.K. Jablecki, M.T. Andary, M.K. Floeter et al. // *Neurology.* – 2002. – Vol. 58, № 11. – P. 1589-1592.
57. Jacobsen, A.B. Reproducibility, and sensitivity to motor unit loss in amyotrophic lateral sclerosis, of a novel MUNE method: MScanFit MUNE / A.B. Jacobsen, H. Bostock, A. Fuglsang-Frederiksen et al. // *Clin Neurophysiol.* – 2017. – Vol. 128, № 7. – P. 1380-1388.

58. Kaile, E. Safety of corticosteroid injection for carpal tunnel syndrome / E. Kaile, J.D.P. Bland // *J Hand Surg Eur Vol.* – 2018. – Vol. 43, № 3. – P. 296-302.
59. Kaplan, S.J. Predictive factors in the non-surgical treatment of carpal tunnel syndrome / S.J. Kaplan, S.Z. Glickel, R.G. Eaton // *J Hand Surg Br.* – 1990. – Vol. 15, № 1. – P. 106-108.
60. Karadağ, Y.S. Severity of Carpal tunnel syndrome assessed with high frequency ultrasonography / Y.S. Karadağ, O. Karadağ, E. Ciçekli et al. // *Rheumatol Int.* – 2010. – Vol. 30, № 6. – P. 761-765.
61. Karamanos, E. Endoscopic Carpal Tunnel Release: Indications, Technique, and Outcomes / E. Karamanos, B. Jillian, D. Person // *Orthop Clin North Am.* – 2020. – Vol. 51, № 3. – P. 361-368.
62. Karjalainen, T.V. Splinting for carpal tunnel syndrome / T.V. Karjalainen, V. Lusa, M.J. Page et al // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2023. – Vol. 2, № 2. – P. CD010003.
63. Karjalainen, T. Update on Efficacy of Conservative Treatments for Carpal Tunnel Syndrome / T. Karjalainen, S. Raatikainen, K. Jaatinen, V. Lusa // *J Clin Med.* – 2022. – Vol. 11, № 4. – P. 950.
64. Katz, J.N. A self-administered hand symptom diagram for the diagnosis and epidemiologic study of carpal tunnel syndrome / J.N. Katz, C.R. Stirrat, M.G. Larson et al. // *J Rheumatol.* – 1990. – Vol. 17, № 11. – P. 1495-1498.
65. Klokari, D. Effectiveness of surgical versus conservative treatment for carpal tunnel syndrome: A systematic review, meta-analysis and qualitative analysis / D. Klokari, I. Mamais // *Hong Kong Physiother J.* – 2018. – Vol. 38, № 2. – P. 91-114.
66. Кос, F. Motor unit number estimation in cases with Carpal Tunnel Syndrome / F. Кос, D. Yerdelen, Y. Sarica, Y. Sertdemir // *Int J Neurosci.* – 2006. – Vol. 116, № 11. – P. 1263-1270.
67. Kothari, M.J. Carpal tunnel syndrome: Treatment and prognosis / M.J. Kothari. – Текст: электронный // UpToDate. – URL: Carpal tunnel syndrome: Treatment and prognosis - UpToDate (дата обращения 01.07.2023).

68. Lang, E. Parameters of thick and thin nerve-fiber functions as predictors of pain in carpal tunnel syndrome / E. Lang, D. Claus, B. Neundörfer, H.O. Handwerker // *Pain*. – 1995. – Vol. 60, № 3. – P. 295-302.
69. LeBlanc, K.E. Carpal tunnel syndrome / K.E. LeBlanc, W. Cestia // *Am Fam Physician*. – 2011. – Vol. 83, № 8. – P. 952-958.
70. Lee, C.H. Correlation of high-resolution ultrasonographic findings with the clinical symptoms and electrodiagnostic data in carpal tunnel syndrome / C.H. Lee, T.K. Kim, E.S. Yoon, E.S. Dhong // *Ann Plast Surg*. – 2005. – Vol. 54, № 1. – P. 20-23.
71. Lee, Y.S. Ultrasonographic changes after steroid injection in carpal tunnel syndrome / Y.S. Lee, E. Choi // *Skeletal Radiol*. – 2017. – Vol. 46, № 11. – P. 1521-1530.
72. Levine, D.W. A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome / D.W. Levine, B.P. Simmons, M.J. Koris et al. // *J Bone Joint Surg Am*. – 1993. – Vol. 75, № 11. – P. 1585-1592.
73. Ly-Pen, D. Long-term Outcome of Local Steroid Injections Versus Surgery in Carpal Tunnel Syndrome: Observational Extension of a Randomized Clinical Trial / D. Ly-Pen, J.L. Andreu, I. Millán et al. // *Hand (N Y)*. – 2022. – Vol. 17, № 4. – P. 639-645.
74. Mackinnon, S.E. Pathophysiology of nerve compression / S.E. Mackinnon // *Hand Clin*. – 2002. – Vol. 18, № 2. – P. 231-241.
75. Magda, P. Quantitative sensory testing: high sensitivity in small fiber neuropathy with normal NCS/EMG / P. Magda, N. Latov, M.V. Renard, H.W. Sander // *J Peripher Nerv Syst*. – 2002. – Vol. 7, № 4. – P. 225-228.
76. Manente, G. An innovative hand brace for carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial / G. Manente, F. Torrieri, F. Di Blasio et al. // *Muscle & Nerve*. – 2001. – Vol. 24, № 8. – P. 1020-1025.
77. Martikkala, L. The Neurophysiological Severity of Carpal Tunnel Syndrome Cannot Be Predicted by Median Nerve Cross-Sectional Area and Wrist-to-Forearm Ratio / L. Martikkala, S.L. Himanen, K. Virtanen, K. Mäkelä // *J Clin Neurophysiol*. – 2021. – Vol. 38, № 4. – P. 312-316.

78. McComas, A.J. Electrophysiological estimation of the number of motor units within a human muscle / A.J. McComas, P.R. Fawcett, M.J. Campbell, R.E. Sica // *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. – 1971. – Vol. 34, № 2. – P. 121-131.
79. Mendoza-Pulido, C. Measurement properties of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire in subjects with neurophysiological confirmation of carpal tunnel syndrome: a Rasch analysis perspective / C. Mendoza-Pulido, F. Ortiz-Corredor // *Qual Life Res*. – 2021. – Vol. 30, № 9. – P. 2697-2710.
80. Meys, V. Prognostic factors in carpal tunnel syndrome treated with a corticosteroid injection / V. Meys, S. Thissen, S. Rozeman, R. Beekman // *Muscle Nerve*. – 2011. – Vol. 44, № 5. – P. 763-768.
81. Mondelli, M. Inter-observer reproducibility and responsiveness of a clinical severity scale in surgically treated carpal tunnel syndrome / M. Mondelli, F. Ginanneschi, S. Rossi et al. // *Acta Neurol Scand*. – 2002. – Vol. 106, № 5. – P. 263-268.
82. Mondelli, M. Relationship between the self-administered Boston questionnaire and electrophysiological findings in follow-up of surgically-treated carpal tunnel syndrome / M. Mondelli, F. Reale, F. Sicurelli, L. Padua // *J Hand Surg Br*. – 2000. – Vol. 25, № 2. – P. 128-134.
83. Nandedkar, S.D. Motor unit number index (MUNIX) / S.D. Nandedkar, D.S. Nandedkar, P.E. Barkhaus, E.V. Stalberg // *IEEE Trans Biomed Eng*. – 2004. – Vol. 51, № 12. – P. 2209-2211.
84. Nandedkar, S.D. Motor unit number index (MUNIX): principle, method, and findings in healthy subjects and in patients with motor neuron disease / S.D. Nandedkar, P.E. Barkhaus, E.V. Stålberg // *Muscle Nerve*. – 2010. – Vol. 42, № 5. – P. 798-807.
85. Nandedkar, S.D. Motor unit number index: Guidelines for recording signals and their analysis / S.D. Nandedkar, P.E. Barkhaus, E.V. Stålberg et al. // *Muscle Nerve*. – 2018. – Vol. 58, № 3. – P. 374-380.
86. Nandedkar, S.D. Reproducibility of MUNIX in patients with amyotrophic lateral sclerosis / S.D. Nandedkar, P.E. Barkhaus, E.V. Stålberg // *Muscle & Nerve*. – 2011. – Vol. 44, № 6. – P. 919-922.

87. Nanno, M. Electrophysiological Assessment for Splinting in the Treatment of Carpal Tunnel Syndrome / M. Nanno, N. Kodera, Y. Tomori et al // *Neurol Med Chir (Tokyo)*. – 2017. – Vol. 57, № 9. – P. 472-480.
88. Neuwirth, C. Motor Unit Number Index (MUNIX) detects motor neuron loss in pre-symptomatic muscles in Amyotrophic Lateral Sclerosis / C. Neuwirth, P.E. Barkhaus, C. Burkhardt et al. // *Clin Neurophysiol.* – 2017. – Vol. 128, № 3. – P. 495-500.
89. Neuwirth, C. Motor Unit Number Index (MUNIX): a novel neurophysiological marker for neuromuscular disorders; test-retest reliability in healthy volunteers / C. Neuwirth, S. Nandedkar, E. Stålberg et al. // *Clinical Neurophysiology.* – 2011. – Vol. 122, № 9. – P. 1867–1872.
90. Neuwirth, C. Motor Unit Number Index (MUNIX): reference values of five different muscles in healthy subjects from a multi-centre study / C. Neuwirth, S. Nandedkar, E. Stålberg et al. // *Clin Neurophysiol.* – 2011. – Vol. 122, № 9. – P. 1895–1898.
91. Ng, A.W.H. MRI criteria for diagnosis and predicting severity of carpal tunnel syndrome / A.W.H. Ng, J.F. Griffith, C.S.L. Tong et al // *Skeletal Radiol.* – 2020. – Vol. 49, № 3. – P. 397-405.
92. Nygaard, O.P. Recovery of sensory function after surgical decompression in carpal tunnel syndrome / O.P. Nygaard, J.H. Trumpy, S.I. Mellgren // *Acta Neurol Scand.* – 1996. – Vol. 94, № 4. – P. 253-257.
93. Ollivere, B.J. Severity scoring in carpal tunnel syndrome helps predict the value of conservative therapy / B.J. Ollivere, K. Logan, N. Ellahee et al // *J Hand Surg Eur Vol.* – 2009. – Vol. 34, № 4. – P. 511-515.
94. Ortiz-Corredor, F. Factor analysis of carpal tunnel syndrome questionnaire in relation to nerve conduction studies / F. Ortiz-Corredor, N. Calambas, C. Mendoza-Pulido et al // *Clinical Neurophysiology.* – 2011. – Vol. 122, № 10. – P. 2067-2070.
95. Özişler, Z. When is needle examination of thenar muscle necessary in the evaluation of mild and moderate carpal tunnel syndrome? / Z. Özişler, M. Akyüz // *Turk J Phys Med Rehabil.* – 2021. – Vol. 67, № 4. – P. 518-525.

96. Padua, L. Neurophysiological classification and sensitivity in 500 carpal tunnel syndrome hands / L. Padua, M. LoMonaco, B. Gregori et al // *Acta Neurol Scand.* – 1997. – Vol. 96, № 4.– P. 211-217.
97. Padua, L. Surgical prognosis in carpal tunnel syndrome: usefulness of a preoperative neurophysiological assessment / L. Padua, M. LoMonaco, L. Aulisa et al // *Acta Neurol Scand.* – 1996. – Vol. 94, № 5.– P. 343-346.
98. Pelosi, L. Expert consensus on the combined investigation of carpal tunnel syndrome with electrodiagnostic tests and neuromuscular ultrasound / L. Pelosi, Z. Arányi, R. Beekman et al. // *Clin Neurophysiol.* – 2022. – Vol. 135.– P. 107-116.
99. Phalen, G.S. Compression neuropathy of the median nerve in the carpal tunnel / G.S. Phalen, J.I. Kendrick // *J Am Med Assoc.* – 1957. – Vol. 164, № 5. – P. 524-530.
100. Premoselli, S. Neutral wrist splinting in carpal tunnel syndrome: a 3- and 6-months clinical and neurophysiologic follow-up evaluation of night-only splint therapy / S. Premoselli, P. Sioli, A. Grossi, C. Cerri // *Eura Medicophys.* – 2006. – Vol. 42, № 2. – P. 121-126.
101. Preston, D.C. Electromyography and neuromuscular disorders e-book: clinical-electrophysiologic correlations / D.C. Preston, B.E. Shapiro. Elsevier Health Sciences; 2012.
102. Pryse-Phillips, W.E. Validation of a diagnostic sign in carpal tunnel syndrome / W.E. Pryse-Phillips // *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* – 1984. – Vol. 47, № 8. – P. 870-872.
103. Pulikkottil, B.J. Correlating Median Nerve Cross-sectional Area With Nerve Conduction Studies / B.J. Pulikkottil, M. Schub, T.R. Kadow et al. // *Correlating Median Nerve Cross-sectional Area With Nerve Conduction Studies. JHandSurgAm.* – 2016. – Vol. 41, № 10.– P. 958-962.
104. Refaeian, M. Carpal tunnel syndrome and the Riche-Cannieu anastomosis: electrophysiologic findings / M. Refaeian, J.C. King, D. Dumitru, A.C. Cuetter // *Electromyogr Clin Neurophysiol.* – 2001. – Vol. 41, № 6.– P. 377-382.
105. Roaf, R. Compression of median nerve in carpal tunnel / R. Roaf, D. Adderley, H.A. Harris // *Lancet.* – 1947. – Vol. 1, № 6447. – P. 387.

106. Roomizadeh, P. Ultrasonographic Assessment of Carpal Tunnel Syndrome Severity: A Systematic Review and Meta-Analysis / P. Roomizadeh, B. Eftekharsadat, A. Abedini et al. // *Am J Phys Med Rehabil.* – 2019. – Vol. 98, № 5.– P. 373-381.
107. Rubin, D.I. Needle EMG of Thenar Muscles in Less Severe Carpal Tunnel Syndrome / D.I. Rubin, EL. Dimberg // *J Clin Neurophysiol.* – 2018. – Vol. 35, № 6.– P. 481-484.
108. Schmid, A.B. Feasibility of Diffusion Tensor and Morphologic Imaging of Peripheral Nerves at Ultra-High Field Strength / A.B. Schmid, J. Campbell, S.A. Hurley et al // *Invest Radiol.* – 2018. – Vol. 53, № 12. – P. 705-713.
109. Schmid, A.B. The relationship of nerve fibre pathology to sensory function in entrapment neuropathy / A.B. Schmid, J.D. Bland, M.A. Bhat, D.L. Bennett // *Brain.* – 2014. – Vol. 137. – P. 3186-3199.
110. Schrier, V.J. Minimal clinically important difference is lower for carpal tunnel syndrome patients undergoing injection versus surgery / V.J. Schrier, R. Gelfman, P.C. Amadio // *J Hand Surg Eur Vol.* – 2020. – Vol. 45, № 1. – P. 90-92.
111. Schwartz, R.H. Carpal Tunnel Injection / R.H. Schwartz, I. Urits, O. Viswanath. – Текст: электронный // In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557828/> (дата обращения 06.07.2023).
112. Sevim, S., Long-term effectiveness of steroid injections and splinting in mild and moderate carpal tunnel syndrome / S. Sevim, O. Dogu, H. Camdeviren et al. // *Neurol Sci.* – 2004. – Vol. 25, № 2. – P. 48-52.
113. Shi, Q. Comparison of the Short-Term and Long-Term Effects of Surgery and Nonsurgical Intervention in Treating Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis / Q. Shi, P. Bobos, E.A. Lalone, et al. // *Hand (N Y).* – 2020. – Vol. 15, № 1. – P. 13-22.
114. So, H. Local steroid injection versus wrist splinting for carpal tunnel syndrome: a randomized clinical trial / H. So, V.C.H Chung, J.C.K Cheng, R.M.L Yip // *Int J Rheum Dis.* – 2018. – Vol. 21, № 1. – P. 102-107.



115. Sohn, M.K. Motor unit number estimation and motor unit action potential analysis in carpal tunnel syndrome / M.K. Sohn, S.J. Jee, S.L. Hwang et al. // *Ann Rehabil Med.* – 2011. – Vol. 35, № 6. – P. 816-825.
116. Soyupek, F. Determining the effectiveness of various treatment modalities in carpal tunnel syndrome by ultrasonography and comparing ultrasonographic findings with other outcomes / F. Soyupek, A. Yesildag, S. Kutluhan et al. // *Rheumatol Int.* – 2012. – Vol. 32, № 10. – P. 3229-3234.
117. Stefano D.V. Median-to-Ulnar Nerve Communication in Carpal Tunnel Syndrome: An Electrophysiological Study / D.V. Stefano, A. Gagliardo, F. Barbone et al. // *Neurol Int.* – 2021. – Vol. 13, № 3. – P. 304-314.
118. Stevens, J.C. AAEM minimonograph #26: the electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome. American Association of Electrodiagnostic Medicine / J.C. Stevens // *Muscle Nerve.* – 1997. – Vol. 20, № 12. – P. 1477-1486.
119. Tamburin, S. Median nerve small- and large-fiber damage in carpal tunnel syndrome: a quantitative sensory testing study / S. Tamburin, C. Cacciatori, M.L. Praitano et al. // *J Pain.* – 2011. – Vol. 12, № 2. – P. 205-212.
120. Tecchio, F. Carpal tunnel syndrome modifies sensory hand cortical somatotopy: A MEG study / F. Tecchio, L. Padua, I. Aprile, P.M. Rossini // *Hum Brain Mapp.* – 2002. – Vol. 17, № 1. – P. 28-36.
121. Ustün, N. Ultrasoundguided vs. blind steroid injections in carpal tunnel syndrome: a single-blind randomized prospective study / N. Ustün, F. Tok, A.E. Yagz et al. // *Am J Phys Med Rehabil.* – 2013. – Vol. 92, № 11. – P. 999-1004.
122. Vasiliadis, H.S. Endoscopic release for carpal tunnel syndrome / H.S. Vasiliadis, P. Georgoulas, I. Shrier et al. // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2014. – Vol. 31, № 1. – P. CD008265.
123. Visser, L.H. Long term effect of local corticosteroid injection for carpal tunnel syndrome: a relation with electrodiagnostic severity / L.H. Visser, Q. Ngo, S.J. Groeneweg, G. Brekelmans // *Clin Neurophysiol.* – 2012. – Vol. 123, № 4. – P. 838-841.

124. Wang, J.C. Sonographic median nerve change after steroid injection for carpal tunnel syndrome / J.C. Wang, K.P. Lin, K.K. Liao et al. // *Muscle Nerve*. – 2018. – Vol. 58, № 3. – P. 402-406.
125. Werner, R.A. Carpal tunnel syndrome: Pathophysiology and clinical neurophysiology / R.A. Werner, M. Andary // *Clin Neurophysiol*. – 2002. – Vol. 113, № 9. – P. 1373-1381.
126. Werner, R.A. Electrodiagnostic evaluation of carpal tunnel syndrome / R.A. Werner, M. Andary // *Muscle Nerve*. – 2011. – Vol. 44, № 4. – P. 597-607.
127. Westerman, R.A. Palmar cold threshold test and median nerve electrophysiology in carpal tunnel compression neuropathy / R.A. Westerman, C.A. Delaney // *Clin Exp Neurol*. – 1991. – Vol. 28. – P. 154-167.
128. Wilder-Smith, E.P. Sensory distribution indicates severity of median nerve damage in carpal tunnel syndrome / E.P. Wilder-Smith, E.S. Ng, Y.H. Chan, A.K. Therimadasamy // *Clin Neurophysiol*. – 2008. – Vol. 119, № 7. – P. 1619-1625.
129. Wilder-Smith, E.P. Symptoms associated with electrophysiologically verified carpal tunnel syndrome in Asian patients / E.P. Wilder-Smith, L. Lirong, R.C.S. Seet, E.C.H. Lim // *J Hand Surg Br*. – 2006. – Vol. 31, № 3. – P. 326-330.
130. Wipperman, J. Carpal Tunnel Syndrome: Diagnosis and Management / J. Wipperman, K. Goerl // *Am Fam Physician*. – 2016. – Vol. 94, № 12. – P. 993-999.
131. Witt, J.C. Carpal tunnel syndrome with normal nerve conduction studies / J.C. Witt, J.G. Hentz, J.C. Stevens // *Muscle Nerve*. – 2004. – Vol. 29, № 4. – P. 515-522.
132. Wong, S.M. Local vs systemic corticosteroids in the treatment of carpal tunnel syndrome / S.M. Wong, A.C. Hui, A. Tang, et al. // *Neurology*. – 2001. – Vol. 56, № 11. – P. 1565-1567.
133. Wu, Y.T. Randomized double-blinded clinical trial of 5% dextrose versus triamcinolone injection for carpal tunnel syndrome patients / Y.T. Wu, M.J. Ke, T.Y. Ho et al. // *Ann Neurol*. – 2018. – Vol. 84, № 4. – P. 601-610.
134. Wu, Y.T. Six-month Efficacy of Perineural Dextrose for Carpal Tunnel Syndrome: A Prospective, Randomized, Double-Blind, Controlled Trial / Y.T. Wu, T.Y. Ho, Y.C. Chou et al. // *Mayo Clin Proc*. – 2017. – Vol. 92, № 8. – P. 1179-1189.

135. Yang, F.A. Ultrasound-guided corticosteroid injection for patients with carpal tunnel syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / F.A. Yang, Y.C. Shih, J.P. Hong et al. // *Sci Rep.* – 2021. – Vol. 11, № 1. – P. 10417.
136. Yilmaz, O. Motor-Unit Number Estimation Is Sensitive in Detecting Motor Nerve Involvement in Patients with Carpal Tunnel Syndrome / O. Yilmaz, G. Sunter, C. Salcini // *J Clin Neurol.* – 2016. – Vol. 12, № 2. – P. 166-171.
137. Zanette, G. Extra-median spread of sensory symptoms in carpal tunnel syndrome suggests the presence of pain-related mechanisms / G. Zanette, S. Marani, S. Tamburin // *Pain.* – 2006. – Vol. 112, № 3. – P. 264-270.
138. Zhang, S. Application Value of the Motor Unit Number Index in Patients With Kennedy Disease / S. Zhang, X. Yang, Y. Xu et al. // *Front Neurol.* – 2021. – Vol. 12. – P. 705816.
139. Голубев В.Л. Туннельные синдромы руки / В.Л. Голубев, Д.М. Меркулова, О.Р. Орлова, А.Б. Данилов, // *Русский медицинский журнал.* – 2009. – № 0. – С. 7.
140. Гришина, Д.А. Аномалии иннервации: варианты и типичные электронейромиографические признаки / Д.А. Гришина, Н.А. Супонева, Э.В. Павлов, Н.Г. Савицкая // *Нервно-мышечные болезни.* – 2016. – Т. 6, № 2. – С. 10-19.
141. Зайцева Н.И. Возможности применения методики вызванных кожных симпатических потенциалов при карпальном туннельном синдроме / Н.И. Зайцева, Н.В. Белова, Д.Ю. Лагода и др. // *Сибирское медицинское обозрение.* – 2017. – № 4. – С. 58-65.
142. Инструментальная диагностика в неврологии : руководство для врачей / под ред.: И. В. Литвиненко, М. М. Одинака. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2022. – 334 с. : ил.
143. Киселев, В.Н. Использование локального введения кортикостероидов при лечении синдрома запястного канала / В.Н. Киселев, Н.Ю. Александров, М.М. Короткевич // *Нервно-мышечные болезни.* – 2018. – Т. 8, № 1. – С. 10-19.
144. Киселев, В.Н. Комплексная оценка продолжительности эффекта однократного локального введения кортикостероидов при синдроме запястного

- канала в комбинации с регулярным ортезированием лучезапястного сустава / В.Н. Киселев, Н.Ю. Александров, Т.М. Алексеева // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. – 2020. – Т. 14, № 2. – С. 37-42.
145. Климкин, А.В. Ультразвуковое исследование характера поражения срединного нерва при синдроме запястного канала / А.В. Климкин, В.Б. Войтенков, Н.В. Скрипченко // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. – 2016. – Т. 116, № 6. – С. 25-30.
146. Клинические рекомендации Мононевропатии: сайт. – URL: Рубрикатор КР ([minzdrav.gov.ru](http://minzdrav.gov.ru)) (дата обращения 24.09.2023). – Текст: электронный.
147. Михайлюк, И.Г. Анастомоз Мартина–Грубера и его клиническое значение / И.Г. Михайлюк // *Клиницист*. – 2015. – Т. 9, № 1. – С. 50-55.
148. Муртазина, А.Ф. Электрофизиологические методы оценки количества двигательных единиц / А.Ф. Муртазина, А.И. Белякова-Бодина, А.Г. Брутян // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. – 2017. – Т. 10, № 2. – С. 51-61.
149. Салтыкова, В.Г. Ультразвуковое исследование срединного нерва при диагностике синдрома запястного канала / В.Г. Салтыкова, Э.Ю. Малецкий, Д.С. Каньшина // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. – 2021. – № 2. – С. 39-62.
150. Супонева, Н.А. Невропатия тонких волокон / Н.А. Супонева, Н.В. Белова, Н.И. Зайцева и др. // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. – 2017. – Т. 11, № 1. – С. 73-79.
151. Юсупова, Д.Г. Валидация Бостонского опросника по оценке карпального туннельного синдрома (Boston Carpal Tunnel Questionnaire) в России / Д.Г. Юсупова, Н.А. Супонева, А.А. Зимин и др. // *Нервно-мышечные болезни*. – 2018. – Т. 8, № 1. – С. 38-45.
152. Юсупова, Д.Г. Валидация Лидской шкалы оценки нейропатической боли (LANSS) в России / Д.Г. Юсупова, Н.А. Супонева, А.А. Зимин и др. // *Нервно-мышечные болезни*. – 2018. – Т. 8, № 3. – С. 43-50.

**СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ  
ДИССЕРТАЦИИ**

153. Белова Н.В. Актуальные вопросы диагностики и лечения карпального туннельного синдрома / Н.В. Белова, Н.А. Супонева, Д.А. Грозова и др. // **Эффективная фармакотерапия.** – 2022. – Т. 18, № 10. – С. 46-50.
154. Гришина, Д.А. Брахиалгия: возможные причины болевого синдрома (обзор литературы) / Д.А. Гришина, Н.А. Супонева, Н.В. Белова, Д.А. Грозова // **Нервно-мышечные болезни.** – 2019. – Т. 9, № 3. – С. 12-21.
155. Грозова Д.А. Роль ультразвукового исследования срединного нерва в прогнозировании ответа на локальную инъекцию глюкокортикостероидов при идиопатическом карпальном туннельном синдроме средней степени тяжести / Д.А. Грозова, Д.А. Гришина, А.А. Зимин и др. // **Нервные болезни.** – 2023. – № 2. – С. 54-58.
156. Грозова, Д.А. Эффективность локальной инъекционной терапии и ортезирования лучезапястного сустава при идиопатическом карпальном туннельном синдроме средней степени тяжести: результаты рандомизированного клинического исследования / Д.А. Грозова, Н.А. Супонева, Д.А. Гришина и др. // **Нервно-мышечные болезни.** – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 19-27.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Бостонский опросник по оценке карпального туннельного синдрома (BCTQ) [151]

#### Шкала тяжести симптомов (Symptom Severity Scale, SSS)

Следующие вопросы касаются симптомов, которые вы испытывали в разное время суток в течение последних 2 нед (выберите один ответ на каждый вопрос).

**1. Насколько сильную боль вы испытываете по ночам в руке или запястье?**

1. Ночью меня не беспокоит боль в руке / запястье
2. Легкая боль
3. Умеренная боль
4. Сильная боль
5. Очень сильная боль

**2. Как часто за последние 2 нед вы просыпались из-за боли в руке / запястье?**

1. Никогда
2. 1 раз
3. 2–3 раза
4. 4–5 раз
5. Более 5 раз

**3. Беспокоит ли вас обычно боль в руке / запястье в течение дня?**

1. Днем она меня не беспокоит
2. В течение дня меня беспокоит легкая боль
3. В течение дня меня беспокоит умеренная боль
4. В течение дня меня беспокоит сильная боль
5. В течение дня меня беспокоит очень сильная боль

**4. Как часто в течение дня вас беспокоит боль в руке / запястье?**

1. Никогда
2. 1–2 раза в день
3. 3–5 раз в день
4. Более 5 раз в день
5. Боль беспокоит меня постоянно

**5. Как долго в среднем длится эпизод боли днем?**

1. Днем боль меня не беспокоит
2. Менее 10 мин
3. 10–60 мин
4. Более 60 мин
5. Боль беспокоит меня постоянно в течение всего дня

**6. Есть ли у вас чувство онемения (снижение чувствительности) в руке?**

1. Нет
2. Есть легкое чувство онемения / снижение чувствительности
3. Есть умеренное чувство онемения / снижение чувствительности
4. Есть выраженное чувство онемения / снижение чувствительности
5. Есть очень выраженное чувство онемения / снижение чувствительности

**7. Есть ли у вас слабость в руке / запястье?**

1. Нет
2. Есть легкая слабость
3. Есть умеренная слабость
4. Имеется выраженная слабость
5. Имеется существенное снижение силы в руке / запястье

**8. Есть ли в руке / запястье чувство покалывания?**

1. Нет
2. Легкое покалывание
3. Умеренное покалывание
4. Выраженное покалывание
5. Очень сильное покалывание

**9. Насколько сильно выражено онемение (потеря чувствительности) или чувство покалывания в течение ночи?**

1. У меня нет онемения и покалывания по ночам.
2. Легкое
3. Умеренное
4. Сильное
5. Очень сильное

**10. Сколько раз за последние 2 нед вы просыпались от онемения или чувства покалывания в руке / запястье?**

1. Никогда
2. 1 раз
3. 2–3 раза
4. 4–5 раз
5. Более 5 раз

**11. Испытываете ли вы трудности при взятии и использовании мелких вещей (ключ, карандаш)?**

1. Нет
2. Испытываю легкое затруднение
3. Испытываю умеренные трудности
4. Испытываю большие трудности
5. Испытываю очень большие трудности

### Шкала функциональных нарушений (Function Status Scale, FSS)

Были ли у вас затруднения при выполнении нижеперечисленных действий из-за проблем с кистями рук или запястьями в течение последних 2 нед? Пожалуйста, обведите в каждой строке одно число, которое обозначает вашу способность осуществлять действие.

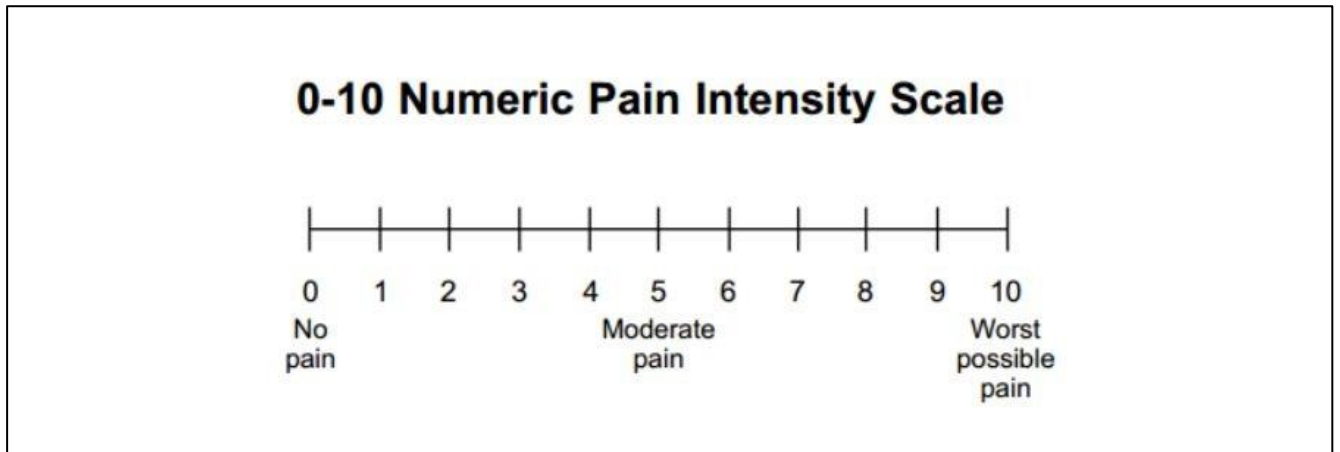
Действие	Нет затруднения	Легкое затруднение	Умеренное затруднение	Сильное затруднение	Очень сильное
Письмо	1	2	3	4	5
Застегивание пуговиц на одежде	1	2	3	4	5
Удерживание книги при чтении	1	2	3	4	5
Удерживание трубки телефона	1	2	3	4	5
Открывание бутылки	1	2	3	4	5
Работа по дому	1	2	3	4	5
Перенос сумок с продуктами	1	2	3	4	5
Купание и надевание одежды	1	2	3	4	5

**ПОДСЧЁТ БАЛЛОВ:** Сумма баллов в шкалах SSS и FSS рассчитывается независимо, баллы из двух шкал не суммируются. Сумма баллов в каждой шкале рассчитывается как среднее арифметическое баллов по каждому пункту шкалы (от 1 до 5).



## Приложение 2

### Числовая рейтинговая шкала для боли (Numeric rating scale for pain) [1]



Числовая рейтинговая шкала (ЧРШ) для боли представляет собой горизонтальную линию длиной 10 см, с расположенными на ней цифрами от 0 до 10, где 0 – «отсутствие боли», 5 – «умеренная боль» и 10 – «сильнейшая боль, какую можно только представить». Во время тестирования пациента просят выбрать число от 0 до 10, которое соответствует его болевым ощущениям. ЧРШ может применяться как в устной форме (следовательно, и по телефону), так и в графическом виде.

## Приложение 3

### Лидская шкала оценки нейропатической боли (LANSS) [152]

Пояснение. Эта шкала помогает выявить нарушение функции нервов, отвечающих за боль. Это важно для определения дальнейшей тактики лечения.

#### А. ОЦЕНКА БОЛИ (ОПРОСНИК)

- Подумайте, какими были ваши болевые ощущения за последнюю неделю.
- Пожалуйста, выберите утверждения, наиболее точно описывающие вашу боль.

**1) Проявляется ли ваша боль в виде странных неприятных ощущений на коже? Можно ли сравнить эти ощущения с покалыванием?**

- a) НЕТ – Боль, которую я испытываю, нельзя описать таким образом ..... (0)
- b) ДА – Меня довольно часто беспокоят подобные ощущения ..... (5)

**2) Изменяется ли кожа в области локализации боли? Покрывается ли она пятнами? Выглядит ли покрасневшей?**

- a) НЕТ – Боль не влияет на внешний вид кожи ..... (0)
- b) ДА – Там, где меня беспокоит боль, внешний вид кожи отличается от нормального..... (5)

**3) Повышена ли чувствительность к прикосновению на пораженном участке кожи? Можно ли сказать, что легкое поглаживание кожи, соприкосновение с одеждой вызывают неприятные или болевые ощущения?**

- a) НЕТ – На пораженном участке кожи чувствительность не изменена ..... (0)
- b) ДА – На пораженном участке чувствительность кожи повышена ..... (3)

**4) Появляется ли боль внезапно, в покое без видимых причин? Можно ли описать ее как пульсирующую, разрывную или похожую на удар электрическим током?**

- a) НЕТ – Мои ощущения нельзя описать подобным образом ..... (0)
- b) ДА – Меня довольно часто беспокоят подобные ощущения ..... (2)

**5) Отличается ли температура кожи на пораженном участке от температуры остальной поверхности кожи? Можно ли описать подобные ощущения как жжение или жар?**

- a) НЕТ – Меня не беспокоят подобные ощущения ..... (0)
- b) ДА – Меня довольно часто беспокоят подобные ощущения ..... (1)

## **В. ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ**

Исследуется поверхностная чувствительность на наличие аллодинии и изменения порога болевой чувствительности (при уколе иглой) на пораженном участке кожи в сравнении с аналогичным участком на противоположной стороне тела либо на другом участке кожи.

### **1) АЛЛОДИНИЯ**

Оцените чувствительность к легкому прикосновению ватой на пораженном и здоровом участках кожи. Наличие аллодинии можно констатировать, если прикосновение к пораженному участку кожи вызывает боль или другие неприятные ощущения (покалывание, тошноту), в то время как при проведении теста на здоровом участке кожи подобных ощущений не возникает.

- а) НЕТ – Чувствительность одинакова на обоих участках ..... (0)  
 б) ДА – Аллодиния только на пораженном участке ..... (5)

### **2) ИЗМЕНЕНИЕ ПОРОГА БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ**

Определите порог болевой чувствительности на здоровом и пораженном участках кожи, используя иглу 23 калибра, вставленную внутрь цилиндра шприца объемом 2 мл. Если при уколе на здоровом участке ощущается острое прикосновение, а на пораженном участке иное – например, прикосновение не чувствуется совсем, ощущается тупое прикосновение (повышенный порог болевой чувствительности) или очень болезненное (сниженный порог болевой чувствительности), то можно констатировать изменение порога болевой чувствительности. Если укол не ощущается нигде, то наденьте иглу на шприц для увеличения веса и проведите тест повторно.

- а) НЕТ – Ощущения от укола иглой одинаковы на обоих участках ..... (0)  
 б) ДА – Измененное ощущение от укола иглой в пораженной области ..... (3)

## **ПОДСЧЕТ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Для получения итоговой суммы складываются значения параметров оценки боли и чувствительности

**СУММА БАЛЛОВ** (максимум 24 балла) .....

Если сумма баллов <12, нейропатический механизм формирования болевых ощущений **маловероятен.**

Если сумма баллов  $\geq 12$ , нейропатический механизм формирования болевых ощущений **вероятен.**