



© CC BY Коллектив авторов, 2026
УДК 616.379-008.64-06 : 616.833-08 : 615.849.1
<https://doi.org/10.24884/1607-4181-2026-33-1-65-74>

В. А. Шидловский*, А. А. Яковлев, Е. А. Горьковая, А. Г. Смочилин, М. В. Яковлева

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова
197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8

ВОЗМОЖНОСТИ ТЕСАР-ТЕРАПИИ В КОРРЕКЦИИ КЛИНИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕЙРОПАТИИ

Поступила в редакцию 05.02.2026 г.; принята к печати 04.03.2026 г.

Резюме

ТЕСАР-терапия — современная технология контактной диатермии, основанная на передаче высокочастотной электромагнитной энергии и достижении контролируемого и направленного прогревания тканей организма. Проведена комплексная оценка эффективности применения ТЕСАР-терапии у 28 пациентов (10 мужчин, 18 женщин, в возрасте от 45 до 72 лет) с сахарным диабетом второго типа и клиническими проявлениями периферической нейропатии. Проведен курс из 10 процедур ТЕСАР-терапии с воздействием по точкам акупунктуры. Осуществлена оценка выраженности проявлений полинейропатии (сенсорный, моторный компонент, нейропатическая боль, сенситивная атаксия) до лечения и через 30 дней после курса ТЕСАР. Полученные результаты демонстрируют эффективность ТЕСАР в коррекции проявлений диабетической периферической нейропатии, в частности уменьшение нейропатической боли, уменьшение сенсорного дефицита, уменьшение проявлений сенситивной атаксии ($p < 0,001$). Через 30 дней после курса ТЕСАР зафиксировано улучшение показателей с большеберцового и малоберцового нервов по данным электронейромиографии ($p < 0,05$).

Ключевые слова: ТЕКАР, полинейропатия, нейропатия, сахарный диабет, физиотерапия, электронейромиография, стабилметрия

Для цитирования: Шидловский В. А., Яковлев А. А., Горьковая Е. А., Смочилин А. Г., Яковлева М. В. Возможности ТЕСАР-терапии в коррекции клинических проявлений диабетической периферической нейропатии. *Ученые записки ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова*. 2026;33(1):65–74. <https://doi.org/10.24884/1607-4181-2026-33-1-65-74>.

* **Автор для связи:** Виктор Александрович Шидловский, ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава России, 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8. E-mail: shidlovek@mail.ru.

Viktor A. Shidlovskiy*, **Aleksei A. Yakovlev**, **Evgeniia A. Gorkovaya**, **Andrei G. Smochilin**, **Mariia V. Yakovleva**

Pavlov University
6-8, L'va Tolstogo str., Saint Petersburg, 197022, Russia

POSSIBILITIES OF TECAR THERAPY IN CORRECTION OF CLINICAL MANIFESTATIONS OF DIABETIC PERIPHERAL NEUROPATHY

Received 05.02.2026; accepted 04.03.2026

Summary

TECAR therapy is a modern technology of contact diathermy based on the transmission of high-frequency electromagnetic energy and the achievement of controlled and directed warming of body tissues. A comprehensive assessment of the effectiveness of TECAR therapy was performed in 28 patients (10 men, 18 women, and aged 45 to 72 years) with type 2 diabetes mellitus and clinical manifestations of peripheral neuropathy. A course of 10 procedures of TECAR therapy with acupuncture points was conducted. The severity of the manifestations of polyneuropathy (sensory, motor component, neuropathic pain, sensitive ataxia) was assessed before treatment and 30 days after the course of TECAR. The results obtained demonstrate the effectiveness of TECAR in correcting the manifestations of diabetic peripheral neuropathy, in particular, reducing neuropathic pain, reducing sensory deficit, and reducing the manifestations of sensory ataxia ($p < 0.001$). 30 days after the course of TECAR, an improvement in parameters from the tibial and fibular nerves was recorded according to electroneuromyography ($p < 0.05$).

Keywords: TECAR, polyneuropathy, neuropathy, diabetes mellitus, physiotherapy, electroneuromyography, stabilometry

For citation: Shidlovskiy V. A., Yakovlev A. A., Gorkovaya E. A., Smochilin A. G., Yakovleva M. V. Possibilities of TECAR therapy in correction of clinical manifestations of diabetic peripheral neuropathy. *The Scientific Notes of Pavlov University*. 2026;33(1):65–74. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/1607-4181-2026-33-1-65-74>.

* **Corresponding author:** Viktor A. Shidlovskiy, Pavlov University, 6-8, L'va Tolstogo str., Saint Petersburg, Russia, 197022. E-mail: shidlovek@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Transfert Electrical Capacitive And Resistive или TECAR-терапия («Емкостная и резистивная передача энергии») – современная технология контактной диатермии, основанная на передаче высокочастотной электромагнитной энергии с достижением контролируемого и направленного прогревания тканей организма [1]. Основные терапевтические эффекты TECAR: выраженный анальгетический и трофикостимулирующий эффекты, а также противоотечный и противовоспалительный. Воздействие высокочастотной электромагнитной энергией локализовано на ткани организма, приводит клетки в состояние пермеабилитации, за счет чего и реализуются основные терапевтические эффекты TECAR. Пермеабилитация – это процесс, при котором повышается проницаемость клеточных мембран без снижения жизнеспособности и метаболической активности клеток [2]. При этом параметры воздействия (частота и напряжение тока) для достижения необходимых эффектов следует настраивать индивидуально в зависимости от локализации анатомической зоны, на которую производится воздействие (т. к. разные ткани организма имеют разные показатели сопротивления электрическому току), а также предпочтительной глубины воздействия (чем выше частота тока, тем ниже глубина воздействия) [3]. В настоящее время TECAR-терапия активно применяется в спортивной и клинической медицине, медицинской реабилитации, косметологии и ветеринарии [4]. На сегодняшний день основными показаниями к применению TECAR-терапии в клинической практике являются мышечно-суставные болевые синдромы различной локализации и этиологии [1, 5, 6], при этом эффективность TECAR-терапии в лечении заболеваний периферической нервной системы малоизучена. По мнению ряда специалистов, TECAR-терапия может стать эффективной технологией использования преформированного физического фактора в коррекции проявлений периферических поли- и мононевропатий. В 2023 г. M. Niajalili et al. опубликовали данные о перспективах применения TECAR-терапии при лечении проявлений диабетической полинейропатии [7]. Кроме того, особый интерес для специалистов представляют терапевтические возможности технологии TECAR-терапии как метода комбинированной реабилитационной технологии в сочетании с мануальными техниками (массаж, мануальная терапия, остеопатия, кинезиотерапия и т.д.) и рефлексотерапией (акупунктура).

Цель – изучить терапевтические возможности TECAR-терапии у пациентов с клиническими

проявлениями диабетической периферической нейропатии.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В процессе клинического наблюдения было обследовано 28 пациентов с ранее достоверно установленным диагнозом сахарный диабет 2 типа и клиническими проявлениями периферической нейропатии в возрасте от 45 до 72 лет, из них 18 женщин (64,2 %) и 10 мужчин (35,7 %). Наибольшее количество больных составляли женщины в возрасте свыше 50 лет (39,8 %). Медиана возраста пациентов составила 63 года. Длительность установленного диагноза сахарный диабет 2 типа в исследуемой группе в среднем составила 8,7 лет. Комплексное обследование пациентов с клиническими проявлениями диабетической периферической нейропатии в исследуемой группе включило в себя следующие методы: неврологический осмотр, исследование вибрационной чувствительности камертоном градуированным (С128 Гц) по Риделю – Сейфферу, стабилметрическое тестирование с применением технологии биологической обратной связи (БОС), электронейромиографию (ЭНМГ) верхних и нижних конечностей, оценку по шкалам и опросникам (при оценке выраженности ПН использовалась шкала NDS (Neuropathy Disability Score), проводилась оценка по шкале нейропатического симптоматического счета (ШНСС), оценка интенсивности болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) и вопроснику Pain Detect [8–11]. ЭНМГ проводилась на аппарате экспертного уровня «Нейро-МВП-8» (производство Россия) по следующему протоколу: оценка скорости проведения импульса (СПИ), параметров М-волн при стимуляции малоберцового, большеберцового, срединного, локтевого нервов с 2-х сторон; оценка СПИ, параметров сенсорных ответов при стимуляции икроножного, поверхностного лучевого, срединного, локтевого нервов с 2 сторон; оценка параметров F-волн при стимуляции большеберцового, срединного нервов; оценка параметров Н-рефлекса с камбаловидной мышцы с 2 сторон. За нормальные электронейромиографические показатели принимали величины, приведенные в «Laboratory reference for clinical neurophysiology» [12].

Стабилметрическое тестирование проводилось на аппарате «Huber 360 MD» (производство Франция) с диагностическим протоколом: тест на стабильность, тест стойка на одной ноге, тест ходьба с высоким подниманием колена в течение 50 секунд (тест Фукуда) [13], тест пределы устойчивости, тест ограничение движения, тест на силу, тест на координацию (рис. 1, 2). Базовым методом



Рис. 1. Процедура тестирования на стабиллоплатформе «Huber 360 MD»

Fig. 1. Test procedure on the «Huber 360 MD» stability platform



Рис. 2. Постановка нижних конечностей при тесте на стабильность на стабиллоплатформе «Huber 360 MD»

Fig. 2. Lower limb placement during stability test on the «Huber 360 MD» stability platform

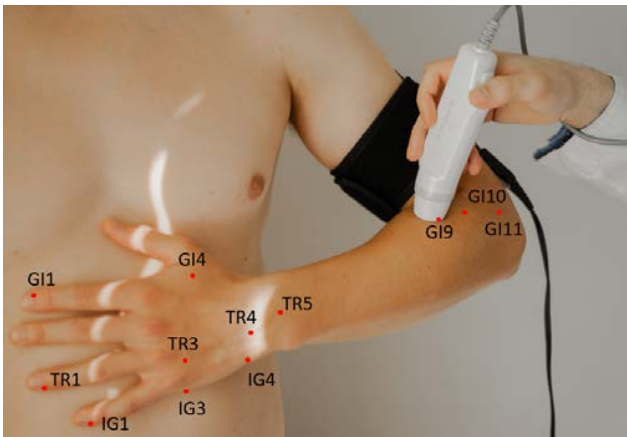


Рис. 3. Процедура TECAR-терапии с воздействием на верхнюю конечность с указанием точек акупунктуры

Fig. 3. TECAR therapy procedure with exposure to the upper limb with indicating the acupuncture points



Рис. 4. Процедура TECAR-терапии на нижнюю конечность с указанием точек акупунктуры

Fig. 4. TECAR therapy procedure on the lower limb with indicating the acupuncture points

стабилометрии являлся тест на стабильность, который проводился в течение 50 секунд в стойке на двух ногах (на основе теста Ромберга) с оценкой движения центра тяжести, как с открытыми, так и с закрытыми глазами. Этот тест оценивает уровень баланса, мышечную усталость и визуальные афферентности, нормальные значения этого теста находятся между значениями 1,11 и 6,77 [14]. Стабилометрическое тестирование с БОС применялось для объективизации проявлений сенситивной атаксии у пациентов с диабетической периферической нейропатией.

Всем пациентам был проведен курс TECAR-терапии с использованием аппаратов «Winback» («HI-TENS (R-SHOCK), Winback 3SE», производство Корея).

Основным рабочим элементом аппарата TECAR-терапии «Hi-TENS» является эргономичная ручка-манипулятор «Hi-RET», также в комплект входит нейтральная фиксированная возвратная пластина (FIXPAD). При использовании аппарата «Winback 3SE» с набором различных электродов

нами в рамках данного наблюдения использовался емкостной и резистивный электрод, а также отводящая пластина. Курс TECAR-терапии включал в себя 10 процедур, длительность каждой процедуры составляла 40 мин, воздействие проводилось лабильной методикой по точкам акупунктуры в проекции хода лучевого (точки акупунктуры: P 8,9; G11, 4, 9–11; VB20; E36), локтевого (C2, 3, 4, 8, 9, IG1, 3, 4,8; TR1,3, 4, 5, 10; VB20; VG14, E36), срединного (MC6, 7, 9; TR5; VB20; VG14, E36) нервов обеих рук, а также малоберцового нерва (E36, E38, E39, E41, E45, VB30, VB34, VB39, VB41, VB44, V39, V60, V67, R3, F3) обеих ног, воздействие на одну точку занимало в среднем 60 секунд (параметры воздействия: импульсы длительностью 50 мс с переменной частотой 2–3–5–10–15–25 Гц), также производилось воздействие с использованием емкостного и резистивного электродов и отводящей пластины на область обеих стоп (подошвенная и тыльная поверхность) лабильной методикой с фиксацией отводящей пластины на верхней трети голени (параметры воздействия: 300 кГц).

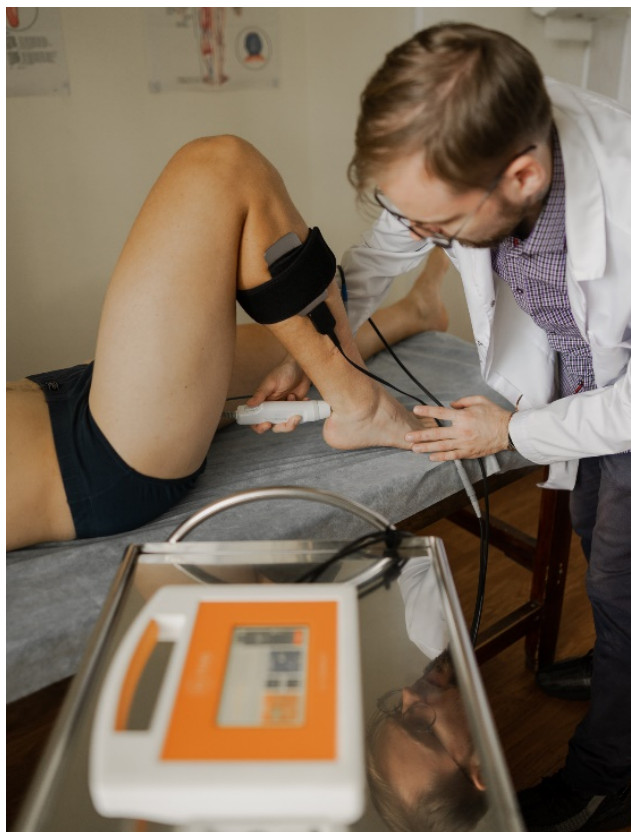


Рис. 5. Процедура TECAR-терапии с воздействием на стопу и расположением отводящей пластины
Fig. 5. The TECAR therapy procedure with the effect on the foot and the location of the diverting plate

Во время процедур TECAR-терапии использовался специальный токопроводящий крем. Через 30 дней после проведения курса TECAR-терапии была выполнена контрольная диагностическая оценка в соответствии с выше представленным протоколом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Средний балл на момент включения пациента в наблюдение по шкале NDS составлял 12,7 баллов, что свидетельствовало об умеренно выраженной степени периферической нейропатии. При оценке по опроснику Pain Detect средний балл до проведения курса TECAR-терапии составил 24,5 балла (что, в свою очередь, указывало на вероятность наличия невропатического компонента боли >90 %). При оценке статокинезиограмм, полученных в результате тестирования с применением платформы «Huber 360 MD», средний показатель стабильности в исследуемой группе до начала терапии составил $0,74 \pm 0,35$ ($p < 0,001$), что свидетельствовало о наличии сенситивного компонента атаксии умеренной степени выраженности. Пример статокинезиограммы в режиме теста на стабильность представлен на рис. 6. До начала лечения по ВАШ интенсивность болевого синдрома в среднем соответствовала 6,8 баллов, по ШНСС средний балл

составил 12,6 баллов. Преимущественно пациенты с клиническими проявлениями диабетической периферической нейропатии отмечали ощущение «нечувствительность и покалывание в стопах», при неврологическом осмотре определялось: снижение или выпадение сухожильных рефлексов с верхних и нижних конечностей, нарушение чувствительности по типу «носков» и «перчаток».

Кроме того, при первоначальном неврологическом осмотре 26,7 % пациентов имели снижение мышечной силы в нижних конечностях, у 61,7 % пациентов данной группы было выявлено снижение коленного и ахиллового рефлексов, у 38,3 % пациентов было выявлено выпадение глубоких рефлексов с нижних конечностей. Таким образом, диабетическая периферическая нейропатия в данном клиническом наблюдении носила преимущественно дистальный моторно-сенсорный (с преобладанием сенсорного компонента) характер. Согласно данным ЭНМГ: из 28 пациентов у 100 % ответ с икроножного нерва не регистрировался с 2 сторон, также отмечалось отсутствие Н-рефлекса у 100 % пациентов; отмечалось снижение амплитуд невральных ответов при исследовании чувствительных нервов рук по поверхностному лучевому нерву от 3,4 мкВ до 6,8 мкВ, по срединному нерву (ортодромная методика) от 1,8 мкВ до 2,7 мкВ, по локтевому нерву от 1,1 мкВ до 1,9 мкВ; при исследовании двигательных нервов показатели по исследованным локтевым и срединным нервам были в пределах референсных значений с 2 сторон, отмечалось снижение амплитуд М-волн при исследовании большеберцового нерва с 2 сторон от 2,1 мВ до 3,2 мВ, снижение амплитуд М-волн при исследовании малоберцового нерва с 2 сторон от 1,2 мВ до 1,9 мВ, скорости проведения были в пределах референсных значений с 2 сторон.

По данным оценки неврологического статуса до начала курса лечения вибрационная чувствительность с медиальной лодыжки составляла в данной группе $5,06 \pm 0,23$ ($p < 0,001$). При оценке через 1 месяц после курса TECAR-терапии средний балл по шкале NDS составил 10,8 баллов, по ВАШ интенсивность болевого синдрома в среднем соответствовала 3,4 баллам, по опроснику Pain Detect средний показатель 20,3, по ШНСС средний балл составил 8,6, средний показатель стабильности составил $0,94 \pm 0,26$, вибрационная чувствительность с медиальной лодыжки составила $5,92 \pm 0,42$ ($p < 0,001$). По данным ЭНМГ фиксировалось: при контрольном исследовании ответы с икроножного нерва и Н-рефлекс не регистрировались с 2 сторон; амплитуды невральных ответов при исследовании чувствительных поверхностного лучевого нерва составили от 3,9 до 7,5 мкВ, срединного нерва от 2,1 до 3,5 мкВ, локтевого нерва от 1,5 до 2,3 мкВ. Показатели по исследованным двигательным срединному и локтевому нерву без существенной динамики. При исследовании моторных ответов

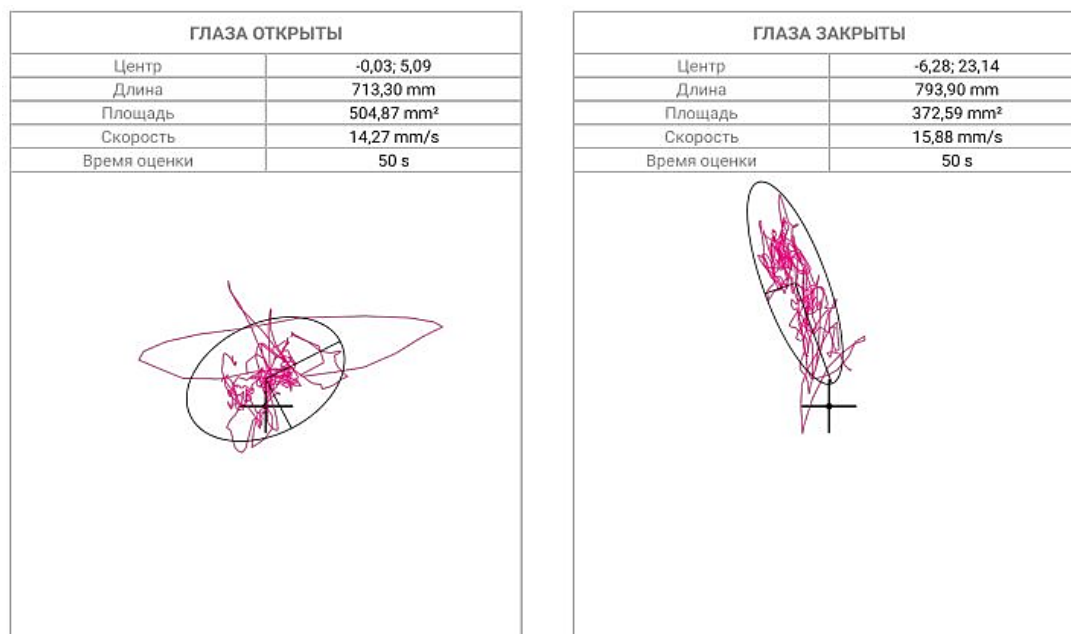


Рис. 6. Пример статокинезиограммы с результатами теста на стабильность в фазе «глаза открыты» и «глаза закрыты» (стабилоплатформа Huber360 MD)

Fig. 6. An example of a statokinesigram with the stability test results in the eye-open and eye-closed phase (Huber360 MD stability platform)

с большеберцового нерва амплитуды М-волн составили от 2,9 до 4,1 мВ, при исследовании малоберцовых нервов от 1,7 до 2,4 мВ ($p < 0,05$).

Основные данные оценки функционального дефицита в исследуемой группе до и после курса (через 30 дней) ТЕСАР-терапии представлены в таблице. Каких-либо побочных эффектов от проводимых процедур ТЕСАР-терапии у пациентов наблюдаемой группы зафиксировано не было, каких-либо нежелательных реакций на токопроводящий крем также зафиксировано не было.

На сегодняшний день не существует универсальной методологии проведения процедур ТЕСАР-терапии при клинических проявлениях периферической нейропатии верхних и нижних конечностей. В исследовании М. Niajalili et al. (2023) [7] была предложена методика ТЕСАР-терапии с воздействием на большеберцовый нерв лабиальной методикой с воздействием от подколенной ямки к медиальной лодыжке с непрерывным воздействием в течение 20 мин. Нашей рабочей группой была разработана методика с воздействием на верхние и нижние конечности с преимущественным воздействием на зоны иннервации лучевого, локтевого, срединного, малоберцового нерва обеих сторон, а также воздействие на область стопы (тыльная и подошвенная поверхность). При этом длительность одной процедуры ТЕСАР-терапии в нашей ситуации составляла 40 мин. Используя лабиальную методику воздействия на зоны иннервации лучевого, локтевого, срединного, малоберцового нервов, мы акцентировали локальное воздействие на классические точки акупунктуры (продолжительностью 60 секунд на каждую точ-

ку), что, по нашему мнению, способствовало усилению нейростимулирующего и анальгетического эффектов ТЕСАР. Важное значение при проведении ТЕСАР-терапии имеет частота воздействия, чем выше частота воздействия электромагнитной энергии, тем ниже глубина проникновения и наоборот. В исследовании S. Gabriel et al. (1996) установлено, что использование частот в диапазоне от 0,5 МГц до 3 МГц ($\pm 15\%$) формирует одинаковые тепловые эффекты. Однако в том же исследовании продемонстрировано, что разные ткани (кровь, кости, мозг, сухожилия, мышцы, кожа) и другие биоматериалы имеют разную электропроводимость, в связи с чем для оптимального воздействия на разные анатомические зоны с сохранением всех терапевтических эффектов ТЕСАР требуется возможность регулировки частоты воздействия в зависимости от того, с какой локализацией мы работаем [3]. Возможность иметь регулируемую частоту при проведении процедуры ТЕСАР позволяет специалисту своевременно работать на разных глубинах. Используемые нами в работе аппараты ТЕСАР-терапии «Winback» («HI-TENS (R-SHOCK), Winback 3SE») позволяют производить процедуры в режиме автоматического сканирования частоты (в диапазонах частот 2–3–5–10–15–25 Гц, а также 300–500–1000 кГц), что позволяет равномерно передавать энергию — начиная с глубоких тканей, переходя к более поверхностным (режим DYNAMIC: режим, в котором происходит чередование глубоких и поверхностных частот каждые 4 секунды), а также регулировать глубину воздействия (режим SWAP: режим дает возможность одновременной работы с мягкими и твердыми

Основные данные оценки функционального дефицита в исследуемой группе до и после курса (через 30 дней) TECAR-терапии

Basic data on the assessment of functional deficiency in the study group before and after the TECAR therapy course (after 30 days)

Методика оценки	Средний показатель в исследуемой группе до курса TECAR-терапии	Средний показатель в исследуемой группе через 30 дней после курса TECAR-терапии
NDS	12,7	10,8
Pain Detect	24,5	20,3
ШНСС	12,6	8,6
Средний показатель стабильности (стабилография, тест Ромберга)	0,74±0,35	0,94±0,26
Оценка интенсивности болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (ВАШ)	6,8	3,4
Вибрационная чувствительность с уровня медиальной лодыжки (камертон градуированный (С128 Гц)) по Риделю-Сейфферу	5,06±0,23	5,92±0,42

тканями за счет поочередной подачи энергии через СЕТ и RET электроды).

Важной в рамках нашего наблюдения являлась задача комплексной оценки анальгетических возможностей TECAR-терапии в отношении болевых синдромов, характерных для пациентов с диабетической периферической нейропатией. Для пациентов, страдающих сахарным диабетом, характерен синдром нейропатической боли. Нейропатическая боль — это боль, возникающая вследствие прямого повреждения или болезни соматосенсорной системы (определение Международной ассоциации по изучению боли, NeuPSIG of IASP, 2011) [15]. Клиническим проявлением нейропатической боли является синдромокомплекс частичной или полной потерей чувствительности (в том числе болевой) с одновременным возникновением в зоне иннервации поврежденного участка периферической или центральной нервной системы, крайне неприятных и выраженных болевых ощущений. Нейропатическая боль часто характеризуется болью жгучего изнуряющего характера, ощущениями жжения, холода, мурашек, покалываний, скованности, рези и т. д. Явления нейропатической боли наиболее выражены в состоянии покоя и/или в процессе засыпания. Для нейропатической боли характерно наличие аллодинии, а именно состояние, когда неболевой раздражитель вызывает чувство боли (например, прикосновение). Нейропатическая боль сложно поддается лечению, плохо купируется обычными анальгетиками, нестероидными противовоспалительными препаратами (НПВС) и даже наркотическими анальгетиками, в связи с чем является серьезной клинической проблемой и требует комплексного подхода в лечении. Поиск вариантов эффективной нефармакологической анальгезии при нейропатической боли является актуальной задачей. Изучение анальгетических свойств современных преформированных физических факторов, в том числе TECAR-терапии,

представляется, на наш взгляд, весьма перспективным направлением. При оценке выраженности нейропатической боли мы использовали опросник Pain Detect. Данный опросник учитывает все возможные параметры боли и позволяет наглядно отслеживать картину болевого синдрома в динамике. Опросник имеет высокую чувствительность (83 %) и специфичность (80 %) [16, 17]. С целью коррекции нейропатического болевого синдрома нами применялся режим TECAR-терапии «HI-TENS», который относится к наиболее сильным обезболивающим режимам аппарата «HI-TENS» (R-SHOCK) в соответствии с теорией «воротного контроля» за счет воздействия на нервные окончания и процессы торможения ноцицептивных нейронов. Воздействие в режиме «HI-TENS» осуществлялось, не вызывая локальной гипертермии в атермальном протоколе по точкам акупунктуры. Полученные нами результаты позволяют говорить об эффективности TECAR-терапии в лечении нейропатической боли у пациентов с диабетической периферической нейропатией, при динамической оценке отмечены снижение уровня нейропатической боли по опроснику Pain Detect и ВАШ. Среди основных эффектов TECAR-терапии, зафиксированных в рамках нашего наблюдения, следует отметить обезболивающий эффект. Кроме того, пациенты отмечали после курса TECAR-терапии уменьшение ощущений онемения, покалывания, жжения, бегания «мурашек» в конечностях. Некоторые пациенты отмечали появление ощущение тепла в конечностях сразу после процедур TECAR и сохранение улучшенных ощущений температурной чувствительности спустя месяц после курса лечения. При этом TECAR-терапия не оказала существенного влияния на уровень вибрационной чувствительности. Уменьшение клинических проявлений сенситивной атаксии по данным стабилметрического тестирования, прежде всего, можно связать с улучшением сенсорных ощущение-

ний с верхних и нижних конечностей, а также значимого уменьшения нейропатического болевого синдрома, который, несомненно, ограничивал двигательные возможности пациентов и способность к поддержанию статодинамического баланса в вертикальном положении. При выполнении стабиллографического тестирования через 30 дней после курса TECAR-терапии пациенты отмечали большой комфорт при выполнении диагностических тестов, в том числе в рамках сенситивных ощущений с верхних и нижних конечностей. Как-либо значимых изменений силовых показателей со стороны верхних и нижних конечностей пациенты после TECAR не отмечали. Следует указать, что использованные нами протоколы TECAR были направлены преимущественно на сенсорный компонент неврологического дефицита у пациентов с периферической нейропатией. При этом в ходе нашего наблюдения мы не применяли протоколы силовой тренировки (активно-пассивная гимнастика и/или механотерапия) в сочетании с TECAR. Методики, позволяющие применять TECAR в сочетании с двигательной гимнастикой, разработаны и применяются на практике (как в спортивной, так и в клинической медицине), при этом используются специальные самоклеящиеся электроды, позволяющие создавать дополнительный гипертермический эффект на вовлеченные в двигательную нагрузку мышцы, что способствует повышению трофики стимулирующего и нейрометаболического действия, а, соответственно, и улучшению силовых качеств. Однако для объективной оценки достигнутых результатов силового тренинга при проведении TECAR в сочетании с двигательной нагрузкой, на наш взгляд, требуются более продолжительные курсы TECAR терапии с регулярным проведением процедур и отсроченной оценкой результатов. В рамках нашего исследования комплексная оценка силовых функций не проводилась, протоколы комбинированной TECAR-терапии с двигательной гимнастикой не выполнялись, однако оценка влияния TECAR на возможность коррекции моторного дефицита у пациентов с диабетической периферической нейропатией представляется весьма перспективным направлением, особенно в сочетании с вариантами стабиллотренинга, активно-пассивной механотерапии, БОС-тренировок.

Основным новшеством применения TECAR-терапии в нашем наблюдении следует считать воздействие по точкам акупунктуры. Эффект прогревания при воздействии по точкам акупунктуры известен при применении техники моксо-терапии. Согласно литературным данным моксо-терапия через стимулирование акупунктурных точек теплом, с помощью энергии «ян» рассеивает холод через меридианы и активизирует коллатерали, восходящая энергия «ян» фиксируется, что имеет значительный иммуномодулирующий эффект [18].

Существенным недостатком классической моксо-терапии является отсутствие какого-либо объективного контроля за температурным фактором, а также глубиной воздействия и возможностью регулирования данных параметров в процессе лечебной процедуры. Еще одним недостатком в современной практике является весьма стойкий запах полыни, который не всегда позволяет проводить процедуру в плохо проветриваемых помещениях и требует, как минимум, дополнительного проветривания кабинета после процедуры. К современным «аналогам» прижигания (моксо-терапии) можно отнести микроволновое прижигание, лазерное прижигание, электротермическое прижигание, однако реализация на практике данного физического воздействия может представлять существенные технические сложности ввиду отсутствия универсальности применяемой технологии и технических параметров используемого оборудования. Принимая во внимание контролируемую дозируемую диатермию (глубокое тканевое термическое воздействие) как основной преформированный физический фактор TECAR-терапии, данная технология представляет собой весьма перспективную и потенциально высокоэффективную альтернативу применения методики моксо-терапии и других методик прижигания. Положительная эффективность коротковолновой и микроволновой диатермии в стимуляции регенерации нервов подтверждена в нескольких независимых исследованиях [19, 20]. Экспериментальные результаты показали, что тепловая стимуляция через прижигание воздействует как на поверхностные, так и на более глубокие ткани организма, что позволяет проводить таргетное воздействие на поверхностные и глубокие нервные ткани в зависимости от клинической ситуации. Таким образом, коротковолновая и микроволновая диатермия позволяет улучшить электрофизиологические параметры, количество миелиновых волокон и диаметр аксона поврежденного нерва. В практике рефлексотерапевта техника моксо-терапии и прижигания тесно связана с меридианами, участками кожи определенной анатомической локализации и биоактивными точками акупунктуры. Система меридианов состоит из каналов и коллатералей, это пути сообщения внутреннего и внешнего контакта с органами движения «ци» крови и регулирования всего тела. Кожные области являются поверхностной частью двенадцати обычных каналов, питаемых канальной «ци», которые могут показывать состояние «ци» крови от меридианов и органов, а также получать лечебную стимуляцию и затем оказывать обратное воздействие. Акупунктурные точки — это участки на поверхности тела, в которых собирается «ци» органов и меридианов, которые действуют как точки-мишени и точки реагирования на лечение. В процессе диатермии участки кожи и акупунктурные точки являются терминалами системы меридианов, как приемники, по

которым термическая стимуляция («тепло») может передаваться в тело, что позволяет через локальное воздействие добиваться терапевтического эффекта на различные системы организма. Этот принцип был взят нами за основу при использовании технологии TECAR-терапии при коррекции проявлений диабетической периферической нейропатии. Воздействие проводилось лабильной методикой ручкой-манипулятором «Hi-RET», перемещаясь вдоль «поврежденного» канала с регулируемым изменением частоты тока при локализации боли в системе сухожильно-мышечных или разветвляющихся каналов. Мы рекомендуем при явлениях периферической нейропатии во время процедур TECAR проводить воздействие в проекции хода лучевого нерва (точки акупунктуры: P 8,9; GI1, 4, 9 – 11; VB20; E36), локтевого нерва (точки акупунктуры C2, 3, 4, 8, 9, IG1, 3, 4,8; TR1,3, 4, 5, 10; VB20; VG14, E36), срединного нерва (точки акупунктуры MC6, 7, 9; TR5; VB20; VG14, E36) малоберцового нерва (точки акупунктуры E36, E38, E39, E41, E45, VB30, VB34, VB39, VB41, VB44, V39, V60, V67, R3, F3).

Среди методов контроля динамики нами применялась ЭНМГ. ЭНМГ является базовым и наиболее объективным методом инструментальной диагностики и динамического контроля при проявлениях периферической нейропатии. К наиболее важным параметрам оценки при проведении ЭНМГ при полинейропатии относятся определение скорости распространения возбуждения (СРВ) по двигательным и чувствительным волокнам нервов конечностей, оценка параметров, вызванных М-ответов, резидуальной латентности. Для аксонально-демиелинизирующих вариантов периферических нейропатий характерной является ситуация, при которой скорость проведения по нерву остается нормальной или незначительно снижается, но существенно уменьшается амплитуда М-ответа, которая отражает число мышечных волокон, активируемых при стимуляции нерва снижением потенциала действия моторного нервного волокна. Легкое снижение скорости при аксонопатиях можно объяснить вторичной демиелинизацией или относительным уменьшением числа крупных быстропроводящих волокон. При вторичной демиелинизации выявляют снижение СРВ более чем на 20 % по сравнению с нижней границей нормы, блоки проведения (резкое внезапное снижение амплитуды М-ответа при исследовании коротких сегментов), увеличение латентного периода F-волны (при демиелинизации двигательных волокон в проксимальном отделе), временную дисперсию М-ответа за счет неодинаковой СРВ по различным волокнам нерва [21, 22]. В нашем наблюдении при исследовании моторных ответов с большеберцового нерва через 30 дней после курса TECAR-терапии амплитуды М-волн составили от 2,9 до 4,1 мВ, при исследовании малоберцовых нервов от 1,7 до 2,4 мВ, при аналогичных показателях до курса терапии с большеберцового нерва с 2 сторон от 2,1 мВ, до 3,2 мВ, снижение

амплитуд М-волн при исследовании малоберцового нерва с 2 сторон от 1,2 мВ до 1,9 мВ ($p < 0,05$). Полученные нами данные свидетельствуют в пользу благоприятного воздействия TECAR-терапии на электрофизиологические показатели проведения по данным нервам при диабетической периферической нейропатии. Других значимых изменений электрофизиологических показателей по исследуемым нервам в нашем случае зафиксировано не было. Полученные нами данные в целом согласуются с данными исследования M. Nijalili et al. (2023), в котором было также продемонстрировано улучшение показателей проводимости по большеберцовому нерву после курса из 10 процедур TECAR-терапии [7], хотя применяемые нами методики TECAR и протоколы процедур несколько отличались.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

TECAR-терапия, как технология применения высокочастотной электромагнитной энергии, демонстрирует эффективность в коррекции клинических проявлений диабетической периферической нейропатии, в частности в плане снижения интенсивности нейропатического болевого синдрома и различных проявлений нарушений чувствительной сферы. Эффективность TECAR-терапии в коррекции периферической нейропатии у пациентов с сахарным диабетом подтверждается данными электронейромиографии. Перспективным направлением применения TECAR-терапии в клинической практике являются протоколы процедур, предполагающие воздействие по точкам акупунктуры. Терапевтическая эффективность TECAR-терапии прежде всего определяется методикой проведения процедуры, используемой частотой электрического тока и продолжительностью воздействия, от которых зависит достигаемая глубина направленной диатермии тканей. TECAR-терапия за счет уменьшения сенсорного компонента периферической нейропатии у пациентов с сахарным диабетом позволяет улучшать координаторные функции, в частности уменьшать выраженность сенситивной атаксии, что подтверждается данными стабиллографического контроля. Комплексная оценка терапевтических эффектов TECAR-терапии при диабетической периферической нейропатии, несомненно, требует проведения дополнительных наблюдений и исследований, в том числе в рамках разработки методологии практического применения технологии TECAR и стандартизации протоколов процедур. Перспективными являются дальнейшие исследования оценки эффективности TECAR-терапии в отношении периферической нейропатии с другими этиопатогенетическими механизмами развития поражения периферических нервов с комплексной оценкой влияния технологии TECAR на выраженность сенсорного, моторного компонента нейропатии, а также нейропатической боли.

Конфликт интересов

Автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

Author declares no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Автор подтверждает, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The author confirms that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

Вклад авторов

Яковлев А. А. — концепция и дизайн исследования, научное редактирование; Шидловский В. А. — сбор и обработка материала; Горьковская Е. А. — статистический анализ данных; Яковлева М. В. — написание текста.

Author contributions

Yakovlev A. A. — concept and design of the research, scientific editing; Shidlovskiy V. A. — collecting and processing the material; Gorkovaya E. A. — statistical data analyzing; Yakovleva M. V. — writing the text.

ЛИТЕРАТУРА

1. Szabo D. A., Neagu N., Teodorescu S. et al. TECAR Therapy Associated with High-Intensity Laser Therapy (Hilt) and Manual Therapy in the Treatment of Muscle Disorders: A Literature Review on the Theorised Effects Supporting Their Use // *J. Clin. Med.* – 2022. – Vol. 11. – P. 6149. <https://doi.org/10.3390/jcm11206149>.

2. Негруцкий Б. С. Мягкий и эффективный метод пермеабилзации клеток животных и человека // *Биополимеры и клетка.* – 1997. – Т. 13, № 1. – С. 69–73. <https://doi.org/10.7124/bc.00046A>.

3. Gabriel S., Lau R. W., Gabriel C. The dielectric properties of biological tissues: III. Parametric models for the dielectric spectrum of tissues // *Phys. Med. Biol.* – 1996. – Vol. 41. – P. 2271–2293.

4. Vahdatpour B., Haghghat S., Sadri L. et al. Effects of Transfer Energy Capacitive and Resistive On Musculoskeletal Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Galen Med J.* – 2022. – Vol. 11. – P. e2407.

5. Laufer Y., Dar G. Effectiveness of thermal and a thermal short-wave diathermy for the management of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis // *Osteoarthritis and cartilage.* – 2012. – Vol. 20, № 9. – P. 957–66. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2012.05.005>.

6. Sorrentino M., Ferrari D., Zais I. Effectiveness of a long-term Tecar Therapy treatment on Knee Pain: building T.T.E.S.S.K., an evaluating scale A systematic review and meta-analysis // *Research Square.* – 2022. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1208847/v1>.

7. Nijalili M., Roostayi M. M., Daryabor A. et al. The effect of Tecar therapy on neurological disorders and nerve conduction velocity of lower limbs in peripheral neuropathy of type 2 diabetic patients: A six-week follow-up study // *Turk J Phys Med Rehab.* – 2023. – Vol. 69, № 4. – P. 479–487. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2023.11875>.

8. Жукова Л., Лебедев Т., Гуламов А. Количественная оценка выраженности нейропатии у больных сахарным диабетом, ее профилактика и лечение: методические рекомендации // *Новые медицинские технологии.* – 2005. – № 5. – С. 43–65.

9. Nogueira L. R. N., Silva A. A. O., Nogueira C. M. et al. Behavior of neuropathy symptom score and neuropathy disability score in patients with and without peripheral diabetic neuropathy: A retrospective cohort study // *Journal of Bodywork & Movement Therapies.* – 2024. – Vol. 37. – P. 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.11.030>.

10. Freynhagen R., Baron R., Gockel U., Tölle T.R. painDETECT: a new screening questionnaire to identify neuropathic components in patients with back pain // *Current Medical Research and Opinion.* – 2006. – Vol. 22, № 10. – P. 1911–1920.

11. Gélinas C., Puntillo K. A., Levin P. et al. The Behavior Pain Assessment Tool for critically ill adults: A validation study in 28 countries // *Pain.* – 2017. – Vol. 158. – P. 811–821.

12. Livenson J. A., Dong M. M. Laboratory reference for clinical neurophysiology // *Pain.* – 2005. – P. 313–314.

13. Fukuda T. The stepping test: two phases of the labyrinthine reflex // *Acta Otolaryngol.* – 1959. – Vol. 50, № 2. – P. 95–108.

14. Fabri S., Lacaze F., Cornea R., Constantinides A. A new concept of dynamic neuromuscular reprogramming using Huber device // *Proceedings of the 16th European Congress of Physical and Rehabilitation Medicine; June 3-6, 2008; Brugge, Belgium. Edizioni Minerva Medica.*

15. Jensen T. S., Baron R., Haanpää M. et al. A new definition of neuropathic pain // *Pain.* – 2011. – Vol. 152, № 10. – P. 2204–2205. PMID: 21764514.

16. Jafree D. J., Zakrzewska J. M., Bhatia S. et al. Accuracy of the painDETECT screening questionnaire for detection of neuropathic components in hospital-based patients with orofacial pain: a prospective cohort study // *J Headache Pain.* – 2018. – Vol. 19. – P. 103. <https://doi.org/10.1186/s10194-018-0932-5>.

17. Сингх Д. Практическая энциклопедия восточной терапии. Акупунктура и моксотерапия. – М.: АСТ, 1997. – 464 с.

18. Fu T., Lineaweaver W. C., Zhang F., Zhang J. Role of shortwave and microwave diathermy in peripheral neuropathy // *Journal of International Medical Research.* – 2019. – Vol. 47, № 8. – P. 3569–79.

19. Hare G. M. T., Evans P. J., Mackinnon S. E. et al. Walking track analysis: a long term assessment of peripheral nerve recovery // *Plastic Reconstr Surg.* – 1992. – Vol. 89. – P. 251–258.

20. Руяткина Л. А., Полторацкая Е. С., Пахомов И. А. и др. Электронейромиография в диагностике ранних стадий диабетической нейропатии – приглашение к дискуссии эндокринологов, неврологов, электрофизиологов // *Медицинский совет.* – 2016. – № 10. – С. 158–164. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2016-10-156-162>.

21. Кузнецова Е. Б., Шоломов И. И., Герасимов С. В. Эндокринные аксоно- и миелопатии: особенности и сравнительная характеристика // *Клиническая неврология.* – 2013. – Т. 1. – С. 12–15.

REFERENCES

1. Szabo D. A., Neagu N., Teodorescu S. et al. TECAR Therapy Associated with High-Intensity Laser Therapy (Hilt) and Manual Therapy in the Treatment of Muscle Disorders: A Literature Review on the Theorised Effects Supporting Their Use // *J. Clin. Med.* 2022;11:6149. <https://doi.org/10.3390/jcm11206149>.

2. Negrutsky B. S. A mild and effective method of permeabilization of animal and human cells // *Biopolymers and*

cell. 1997;13(1):69–73. (In Russ.). <https://doi.org/10.7124/bc.00046A>.

3. Gabriel S., Lau R. W., Gabriel C. The dielectric properties of biological tissues: III. Parametric models for the dielectric spectrum of tissues // *Phys. Med. Biol.* 1996;41:2271–2293.

4. Vahdatpour B., Haghghat S., Sadri L. et al. Effects of Transfer Energy Capacitive and Resistive On Musculoskeletal Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Galen Med J.* 2022;11:e2407.

5. Laufer Y., Dar G. Effectiveness of thermal and a thermal short-wave diathermy for the management of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis // *Osteoarthritis and cartilage.* 2012;20(9):957–66. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2012.05.005>.

6. Sorrentino M., Ferrari D., Zais I. Effectiveness of a long-term Tecar Therapy treatment on Knee Pain: building T.T.E.S.S.K., an evaluating scale A systematic review and meta-analysis // *Research Square.* 2022. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1208847/v1>.

7. Niajalili M., Roostayi M. M., Daryabor A. et al. The effect of Tecar therapy on neurological disorders and nerve conduction velocity of lower limbs in peripheral neuropathy of type 2 diabetic patients: A six-week follow-up study // *Turk J Phys Med Rehab.* 2023;69(4):479–487. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2023.11875>.

8. Zhukova L., Lebedev T., Gulamov A. Quantitative assessment of the severity of neuropathy in patients with diabetes mellitus, its prevention and treatment: methodological recommendations // *New medical technologies.* 2005;(5):43–65. (In Russ.).

9. Nogueira L. R. N., Silva A. A. O., Nogueira C. M. et al. Behavior of neuropathy symptom score and neuropathy disability score in patients with and without peripheral diabetic neuropathy: A retrospective cohort study // *Journal of Bodywork & Movement Therapies.* 2024;37:76–82. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.11.030>.

10. Freynhagen R., Baron R., Gockel U., Tölle T.R. pain-DETECT: a new screening questionnaire to identify neuropathic components in patients with back pain // *Current Medical Research and Opinion.* 2006;22(10):1911–1920.

11. Gélinas C., Puntillo K. A., Levin P. et al. The Behavior Pain Assessment Tool for critically ill adults: A validation study in 28 countries // *Pain.* 2017;158:811–821.

12. Livenson J. A., Dong M. M. Laboratory reference for clinical neurophysiology // *Pain.* 2005:P. 313–314.

13. Fukuda T. The stepping test: two phases of the labyrinthine reflex // *Acta Otolaryngol.* 1959;50(2):95–108.

14. Fabri S., Lacaze F., Cornea R., Constantinides A. A new concept of dynamic neuromuscular reprogramming using Huber device // *Proceedings of the 16th European Congress of Physical and Rehabilitation Medicine; June 3-6, 2008; Brugge. Belgium. Edizioni Minerva Medica.*

15. Jensen T. S., Baron R., Haanpää M. et al. A new definition of neuropathic pain // *Pain.* 2011;152(10):2204–2205. PMID: 21764514.

16. Jafree D. J., Zakrzewska J. M., Bhatia S. et al. Accuracy of the painDETECT screening questionnaire for detection of neuropathic components in hospital-based patients with orofacial pain: a prospective cohort study // *J Headache Pain.* 2018;19:103. <https://doi.org/10.1186/s10194-018-0932-5>.

17. Singh D. *Practical encyclopedia of Oriental therapy. Acupuncture and moxotherapy.* Moscow, AST, 1997. 464 p. (In Russ.).

18. Fu T., Lineaweaver W. C., Zhang F., Zhang J. Role of shortwave and microwave diathermy in peripheral neuropathy // *Journal of International Medical Research.* 2019;47(8):3569–79.

19. Hare G. M. T., Evans P. J., Mackinnon S. E. et al. Walking track analysis: a long term assessment of peripheral nerve recovery // *Plastic Reconstr Surg.* 1992;89:251–258.

20. Ruyatkina L. A., Poltoratskaya E. S., Pakhomov I. A. et al. Electroneuromyography in the diagnosis of early stages of diabetic neuropathy – an invitation to a discussion of endocrinologists, neurologists, and electrophysiologists // *Medical Council.* 2016;(10):158–164. (In Russ.). <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2016-10-156-162>.

21. Kuznetsova E. B., Sholomov I. I., Gerasimov S. V. Endocrine axon and myelopathy: course features and comparative characteristics. *Clinical Neurology.* 2013;1:12–15. (In Russ.).

Информация об авторах

Шидловский Виктор Александрович, врач-невролог неврологического отделения № 2 клиники НИИ неврологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0009-0003-6193-1159; **Яковлев Алексей Александрович**, кандидат медицинских наук, врач высшей категории, врач-невролог, врач лечебной физкультуры и спортивной медицины, врач-рефлексотерапевт, зав. неврологическим отделением № 2 клиники НИИ неврологии, ассистент кафедры неврологии и мануальной медицины, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0003-2577-411X; **Горькова Евгения Андреевна**, врач-невролог неврологического отделения № 2 клиники НИИ неврологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0001-5021-7177; **Смочилин Андрей Геннадьевич**, врач-невролог неврологического отделения № 2 клиники НИИ неврологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0001-5371-7345; **Яковлева Мария Васильевна**, врач-невролог, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0009-0001-8328-6424.

Information about authors

Shidlovskiy Viktor A., Neurologist of the Neurological Department № 2 of the Clinic of the Research Institute of Neurology, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0009-0003-6193-1159; **Yakovlev Aleksei A.**, Cand. of Sci. (Med.), Doctor of the Highest Category, Neurologist, Doctor of Physical Therapy and Sports Medicine, Reflexologist, Head of the Neurological Department № 2 of the Clinic of the Research Institute of Neurology, Assistant of the Department of Neurology and Manual Medicine, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0003-2577-411X; **Gorkovaya Evgeniia A.**, Neurologist of the Neurological Department № 2 of the Clinic of the Research Institute of Neurology, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0001-5021-7177; **Smochilin Andrei G.**, Neurologist of the Neurological Department № 2 of the Clinic of the Research Institute of Neurology, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0001-5371-7345; **Yakovleva Mariia V.**, Neurologist, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0009-0001-8328-6424.