ВЛИЯНИЕ НЕЙРОПОДОБНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНЕЙ-РОСТИМУЛЯЦИИ НА НЕВРАЛЬНУЮ ПРОВОДИМОСТЬ И БАЗАЛЬНУЮ МИКРОЦИРКУЛЯЦИЮ У ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2-ГО ТИПА С ПЕРИФЕРИЧЕСКИМИ НЕЙРОПАТИЯМИ

Дробышев В.А.¹, Шпагина Л.А.¹, Логачева Г.С.¹,
Рявкин С.Ю.², Власов А.А.^{2,3}

¹ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России

²ООО «Тронитек», г. Екатеринбург

³ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Екатеринбург

АННОТАЦИЯ

Представлены результаты изучения влияния электроимпульсной терапии на состояние невралной проводимости и микроциркуляторного русла у 60 пациентов с сахарным диабетом 2-го типа (СД2) средней степени тяжести с периферической сенсорной полинейропатией. Проведено сравнительное двойное слепое плацебоконтролируемое исследование включения в реабилитационный курс нейроподобной динамической электростимуляции. К завершению курса реабилитации у пациентов опытной группы зафиксировано повышение скорости распространения возбуждения по большеберцовому и малоберцовому нервам, восстановление нарушенной спонтанной активности деафферентированных центральных нейронов на спинальном и церебральном уровнях, улучшение показателей базальной микроциркуляции.

Ключевые слова: нейроподобная динамическая электростимуляция, диабетическая нейропатия, сахарный диабет, невралная проводимость, базальная микроциркуляция, окклюзионная проба.

INFLUENCE OF NEURO-LIKE DYNAMIC ELECTRICAL STIMULATION ON NEURAL CONDUCTIVITY AND BASAL MICROCIRCULATION IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS WITH PERIPHERAL NEUROPATHY

Drobyshev V.A.¹, Shpagina L.A.¹, Logacheva G.S.¹,
Ryavkin S.Yu.², Vlasov A.A.^{2,3}

¹Novosibirsk State Medical University

²«Tronitek», Ekaterinburg

³Ural State Medical University, Ekaterinburg

ABSTRACT

The results of the study of the electric pulse therapy effect on the state of neural conductivity and microvasculature in 60 patients with moderate type 2 diabetes mellitus (DM2), accompanied by the peripheral sensory neuropathy, are presented. A comparative double-blind, placebo-controlled study of the inclusion of neuro-like dynamic electrical stimulation in the rehabilitation course was carried out. By the end of the rehabilitation course, the patients of the experimental group showed an increase in the velocity of excitation propagation along the tibial and peroneal nerves, restoration of the impaired spontaneous activity of deafferented central neurons at the spinal and cerebral levels, and an improvement of basal microcirculation indices.

Keywords: neuro-like dynamic electrical stimulation, diabetic neuropathy, diabetes mellitus, neural conductivity, basal microcirculation, occlusion test.

Автор, ответственный за переписку

Дробышев Виктор Анатольевич: ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, 630091, г. Новосибирск, Красный пр., 52.
E-mail: doctorvik@yandex.ru

Corresponding author

Drobyshev Viktor Anatol'evich: Novosibirsk State Medical University, 52, Krasny Prospect, Novosibirsk, 630091, Russia.
E-mail: doctorvik@yandex.ru

© ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Сахарный диабет остается актуальной медико-социальной проблемой современности, представляя одну из значимых причин смертности, обусловленной макроангиопатическими ослож-

нениями [1]. В федеральной целевой программе «Сахарный диабет» отмечается важность профилактики нейропатий и ангиопатий у больных СД2, что определяет поиск эффективных, в том числе немедикаментозных методов коррекции

диабетических сенсорных полинейропатий, неразрывно связанных с микро- и макроангиопатиями [2]. Литературные данные по указанной проблеме немногочисленны, что делает востребованным проведение дальнейших исследований [3]. В арсенале применяемых методов лечения диабетической периферической нейропатии (ДПН) важное место отводится использованию технологий, направленных на коррекцию метаболических и сосудистых нарушений, улучшение функционального состояния периферической нервной системы [4].

Включение нейроподобной динамической электронейростимуляции (ДЭНС) в комплексную реабилитацию пациентов с СД2, сопровождающимся периферическими сенсорными нейропатиями нижних конечностей, может влиять на состояние невральной проводимости за счет улучшения микроциркуляторных процессов в периневральных сосудистых сплетениях, уменьшения болевого синдрома вследствие выброса нейропептидов и вегетокорректирующего эффекта, присущего ДЭНС.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выявить влияние нейроподобной динамической электронейростимуляции от аппарата «НЕЙРО-ДЭНС-ПКМ» на микроциркуляцию и нейромышечную проводимость в процессе реабилитации пациентов с СД2 с периферическими нейропатиями.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В условиях амбулаторного диагностического центра ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница № 2» (гл. врач — Л.А. Шпагина) обследовано 60 пациентов — мужчин и женщин в возрасте от 35 до 55 лет (средний возраст $52,7 \pm 6,4$ года) с верифицированным диагнозом: СД2 средней степени тяжести с периферической сенсорной полинейропатией.

Продолжительность заболевания составляла в среднем $12,7 \pm 6,8$ года. В качестве основной терапии инсулин получали 6,7 % пациентов, пероральные сахароснижающие препараты — 93,3 % пациентов. Доклиническая стадия 1Б ДПН, характеризующаяся сочетанием не менее двух объективных симптомов, диагностирована у 25 (41,7 %) пациентов, клиническая стадия 2А (умеренная симптомная, характеризующаяся чувствительными невыраженными двигательными нарушениями при отсутствии признаков слабости сгибателей стопы) — у 35 (58,3 %) больных. Методом случайной выборки обследо-

ванных разделили на три группы: группа 1 — основная (25 чел.) — получала базовый комплекс, включающий сахароснижающие препараты и лечебную гимнастику, дополненный нейроподобной динамической электронейростимуляцией от аппарата «НЕЙРОДЭНС-ПКМ», согласно рекомендациям разработчика, на протяжении 15 дней. В группе 2 (20 чел.), кроме базового лечебного комплекса, пациенты получали плацебо — процедуры ДЭНС. В группе 3 (15 чел.) применено лечение только базового терапевтического комплекса.

Критерии включения в исследование:

- СД2 легкой и средней степени тяжести, фаза субкомпенсации, целевой уровень HbA_{1c} 6,5–7,0 %;

- диабетическая периферическая сенсорная нейропатия;

- возраст 35–55 лет.

Критерии исключения:

- тяжелая гипогликемия в анамнезе, потребовавшая госпитализации или направления в отделение интенсивной терапии;

- тяжелые или нестабильные заболевания печени, желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой (включая застойную сердечную недостаточность III/IV класса по NYHA) и/или дыхательной систем, неврологические, психиатрические, гематологические, почечные, эндокринные, дерматологические заболевания, злокачественные опухоли;

- черепно-мозговые травмы в анамнезе;

- злоупотребление алкоголем или наркотическими/лекарственными препаратами в анамнезе.

Все пациенты дали согласие на участие в исследовании в соответствии с международными этическими требованиями ВОЗ. На выполнение работы получено разрешение локального этического комитета. Обследование включало осмотр эндокринолога, невролога, общий и биохимический анализы крови, клинический анализ мочи. Неврологический осмотр проводился по общепринятой схеме с оценкой функций черепных нервов, двигательной и чувствительной сфер.

Для изучения невральной проводимости выполнялась электронейромиография на аппарате «MBN-нейромиограф». Изучение соматосенсорных вызванных потенциалов, возникающих в ответ на электрическую стимуляцию периферических нервов, проводилось методом электроэнцефалографии от аппарата Neurotask 2. Исследование состояния в микроциркуляторном русле (МЦР) определялось методом лазерной доплер-

ровской флоуметрии (ЛДФ) на лазерном анализаторе скорости поверхностного капиллярного кровотока (ЛАКК-01) в проекции первого пальца стопы. После записи исходного кровотока выполнялась функциональная окклюзионная проба (ОП).

При организации процедур динамической электростимуляции использовался электростимулятор чрескожный универсальный «НЕЙРОДЭНС-ПКМ» (регистрационное удостоверение на мед. изделие Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения (Росздравнадзор) от 02.12.2019 г. № РЗН 2019/9330) с различными маркировками, ни пациент, ни исследователь не знали, какой из аппаратов является плацебо, что соответствовало требованиям двойного слепого плацебоконтролируемого исследования. При выполнении процедуры пациент сидел в кресле или лежал в удобном для него положении на кушетке. Воздействие проводилось медицинской сестрой с помощью выносных зональных электродов: на пояснично-крестцовую зону (ромб Михаэлиса) — через ДЭНАС-аппликатор, частота 1077 Гц, мощность до 35 единиц, 20 мин; на стопы — через ДЭНАС-Рефлексо, частота 125 Гц, мощность до 40 единиц, 20 мин.

Курс воздействия составил 15 процедур, проводимых 1 раз в день в утренние часы, с перерывом на выходные дни.

Статистическая обработка полученных данных исследования проводилась на персональном компьютере с использованием пакета программ SPSS 11.5. Для оценки достоверности нормальности распределения полученных данных использовался метод Колмогорова — Смирнова. Сравнительные внутригрупповые оценки результатов до и после лечения проводились по *t*-критерию Вилкоксона. Уровень статистической значимости принят за 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Включение нейроподобной динамической электростимуляции от аппарата «НЕЙРОДЭНС-ПКМ» в программу реабилитации пациентов с диабетическими полинейропатиями способствует коррекции сенсорных нарушений, что подтверждалось результатами электромиографии (табл. 1). Скорость распространения возбуждения по большеберцовому и малоберцовому нервам в районе голени и стопы у пациентов в группе 1 выросла по завершении лечебного курса в 1,2 раза ($p = 0,036$), тогда как в группах 2 и 3 она практически не изменилась.

При сопоставлении результатов исследования оказалось, что итоговые значения скорости распространения возбуждения по нервным стволам нижних конечностей у обследованных в группе 1 превышали таковые в группах сравнения в 1,12 раза по большеберцовому нерву в области голени и стопы ($p = 0,057$) и в 1,11 раза по малоберцовому нерву в области голени и стопы ($p = 0,063$). Можно предположить, что на состояние невральной проводимости оказало влияние улучшение гемоперфузии в районе периневральной микрососудистой сети.

Изучение вызванных потенциалов на стимуляцию нижних конечностей у пациентов с СД2 и диабетическими периферическими нейропатиями нижних конечностей показало снижение исходно повышенного времени задержки, что отражало нарушения проводимости по дистальному отрезку периферической нервной системы (рис. 1). Вместе с тем у обследованных в группе 1 изменения носили значимый характер — на 16,9 % ($p = 0,044$), тогда как в группе 2 — вдвое меньше, на 9,1 % ($p = 0,064$), в группе 3 — на 5,9 % ($p = 0,071$). Полученные данные свидетельствовали о том, что включение нейроподобной динамической электростимуляции от аппарата «НЕЙРОДЭНС-ПКМ» в программу ре-

Таблица 1

Изменения невральной проводимости в сравниваемых группах пациентов до и после реабилитации, мс

Показатели	До реабилитации			После реабилитации		
	Группа 1 ($n = 25$)	Группа 2 ($n = 20$)	Группа 3 ($n = 15$)	Группа 1 ($n = 25$)	Группа 2 ($n = 20$)	Группа 3 ($n = 15$)
Большеберцовый нерв:						
голень	$35,3 \pm 0,2$	$36,1 \pm 0,3$	$35,8 \pm 0,2$	$42,3 \pm 0,3^*$	$37,3 \pm 0,2$	$37,5 \pm 0,4$
стопа	$36,1 \pm 0,2$	$37,0 \pm 0,2$	$36,9 \pm 0,4$	$43,0 \pm 0,1^*$	$38,9 \pm 0,3$	$39,2 \pm 0,2$
Малоберцовый нерв:						
голень	$37,4 \pm 0,2$	$38,5 \pm 0,3$	$37,8 \pm 0,5$	$44,6 \pm 0,2^*$	$40,2 \pm 0,3$	$39,4 \pm 0,5$
стопа	$37,2 \pm 0,3$	$35,8 \pm 0,2$	$36,7 \pm 0,2$	$44,3 \pm 0,3^*$	$37,4 \pm 0,2$	$38,8 \pm 0,3$

* Достоверность внутригрупповых различий $p < 0,05$.

Рис. 1. Значения соматосенсорных вызванных потенциалов у больных в сравниваемых группах до и после реабилитации (* — критерий достоверности внутригрупповых различий)

абилитации пациентов с диабетическими полинейропатиями способствует улучшению функционального состояния нервной системы, восстановлению нарушенной спонтанной активности деафферентированных центральных нейронов на спинальном и церебральном уровнях.

Следствием оптимизированной реабилитации стало улучшение микроциркуляторных процессов (табл. 2). Так, показатель базальной микроциркуляции (ПМ) возрос у обследованных в группе 1 в 1,4 раза ($p = 0,33$), амплитуда вазомоторных колебаний (LF) — в 1,7 раза ($p = 0,001$), амплитуда пульсовых колебаний (CF) — в 1,2 раза ($p = 0,039$), что свидетельствовало об уменьшении спазма артериол. В группах 2 и 3 цифровые значения базальной микроциркуляции по завершении курса достоверно не отличались от исходных значений.

По окончании курса реабилитации в группе 1 показатель резерва капиллярного кровотока (РКК) в окклюзионной пробе снизился в 1,6 раза от первоначальных значений ($p = 0,028$), что может объясняться активацией ранее не функционирующих капилляров и увеличением эластичности сосудистой стенки. В группах 2 и 3 измене-

ния были меньшими — в 1,15 раза ($p = 0,057$) и не достигали нормативных показателей (рис. 2).

Подтверждением вышесказанного могло стать увеличение у пациентов группы 1 к завершению реабилитационного курса времени полувосстановления кровотока при проведении окклюзионной пробы в 1,7 раза от исходных значений (рис. 3).

На большее, чем в других группах, улучшение микроциркуляции в группе ДЭНС-воздействия указывало увеличение такого параметра, как «биологический ноль» — показатель микроциркуляции в отсутствии артериального притока, регистрируемого при окклюзионной пробе (рис. 4). У пациентов в группе 1 уровень «биологического нуля» увеличился на 41 %, что значительно отличалось от аналогичных показателей во 2-й и 3-й группах, где изменения не носили значимого характера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Включение нейроподобной динамической электростимуляции от аппарата «НЕЙРО-ДЭНС-ПКМ» в комплексы реабилитации у пациентов с СД2 и ДПН нижних конечностей спо-

Таблица 2

Изменение показателей периферической микроциркуляции в сравниваемых группах до и после реабилитации

Показатель	Группа 1 (n = 25)		Группа 2 (n = 20)		Группа 3 (n = 15)	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
ПМ исход, перф. ед.	3,08 ± 0,18	4,25 ± 0,13*	3,04 ± 0,12	3,08 ± 0,16	3,03 ± 0,16	3,06 ± 0,12
LF, перф. ед.	1,84 ± 0,19	1,09 ± 0,15*	1,85 ± 0,14	1,76 ± 0,13	1,82 ± 0,13	1,75 ± 0,14
CF, перф. ед.	0,39 ± 0,03	0,47 ± 0,04*	0,40 ± 0,05	0,41 ± 0,02	0,40 ± 0,04	0,43 ± 0,03

Примечание: * — критерий достоверности внутригрупповых различий, $p < 0,05$; ПМ — показатель периферической микроциркуляции; LF — вазомоторные колебания; CF — пульсовые колебания.

Рис. 2. Изменение резерва капиллярного кровотока (РКК) при окклюзионной пробе в сравниваемых группах до и после реабилитации (* — критерий достоверности внутригрупповых различий)

Рис. 3. Время полувосстановления кровотока при окклюзионной пробе в сравниваемых группах до и после реабилитации (* — критерий достоверности внутригрупповых различий)

Рис. 4. Изменение показателя «биологического нуля» при окклюзионной пробе в сравниваемых группах до и после реабилитации (* — критерий достоверности внутригрупповых различий)

способствует повышению скорости распространения возбуждения по большеберцовому и малоберцовому нервам в районе голени и стопы в 1,2 раза ($p = 0,036$), в то время как в группах сравнения остается на прежнем уровне.

Включение нейрореподобной динамической электронейростимуляции от аппарата «НЕЙРОДЭНС-ПКМ» в программу реабилитации пациентов с ДПН способствует восстановлению нарушенной спонтанной активности деафферентированных центральных нейронов на спинальном и церебральном уровнях, уменьшая исходно повышенное время задержки соматосенсорных вызванных потенциалов на 16,9 % ($p = 0,044$), тогда как в группах сравнения изменения не носят значимого характера.

По завершении курса реабилитации, оптимизированного воздействием нейрореподобной динамической электронейростимуляции от аппарата «НЕЙРОДЭНС-ПКМ», у пациентов с СД2 и ДПН нижних конечностей улучшились параметры базальной микроциркуляции в группе 1 в 1,4 раза ($p = 0,33$), амплитуды вазомоторных колебаний (LF) — в 1,7 раза ($p = 0,001$), амплитуды пульсовых колебаний (CF) — в 1,2 раза ($p = 0,039$), снизился показатель резерва капиллярного кровотока (РКК) в окклюзионной пробе в 1,6 раза от первоначальных значений ($p = 0,028$), увеличилось время полувосстановления кровотока в 1,7 раза от исходных значений, а также увеличился уровень «биологического нуля» на 41 %, что достоверно отличалось от аналогичных показателей в группах 2 и 3.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балаболкин М. И., Клебанова Е. М., Креминская В. М. Возможности лечения сахарного диабета 2 типа на современном этапе // Рус. мед. журн. 2002. Т. 10, № 11. С. 496–500.
2. Дедов И. И., Шестакова М. В. Федеральная целевая программа «Сахарный диабет». Методические рекомендации. М., 2006. 104 с.
3. Елизаров А. Н., Разумов А. Н., Фролков В. К. Немедикаментозная коррекция метаболических нарушений при абдоминальном ожирении // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. 2007. № 1. С. 21–23.
4. Храмылин В. Н., Демидова И. Ю. Симптоматическая терапия болевого синдрома при диабетической периферической полинейропатии // Фарматека. 2004. № 12. С. 20–25.

Поступила 30.11.2020

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дробышев Виктор Анатольевич — д-р мед. наук, главный физиотерапевт Новосибирской области, профессор кафедры госпитальной терапии и медицинской реабилитации ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Шпагина Любовь Анатольевна — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной терапии и медицинской реабилитации ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Логачева Галина Степановна — канд. мед. наук, доцент кафедры госпитальной терапии и медицинской реабилитации ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Рявкин Сергей Юрьевич — канд. мед. наук, генеральный директор ООО «Тронитек», г. Екатеринбург.

Власов Андрей Александрович — зам. генерального директора ООО «Тронитек» по медицине, канд. мед. наук, доцент кафедры семейной медицины ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Екатеринбург.

Образец цитирования: Дробышев В.А., Шпагина Л.А., Логачева Г.С., Рявкин С.Ю., Власов А.А. Влияние нейрореподобной динамической электронейростимуляции на невральную проводимость и базальную микроциркуляцию у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа с периферическими нейропатиями // Сиб. мед. вестн. 2021. № 1. С. 51–56.