

ДИАБЕТИЧЕСКАЯ ДИСТАЛЬНАЯ ПОЛИНЕЙРОПАТИЯ: ПРОФИЛАКТИКА, ЛЕЧЕНИЕ И РЕАБИЛИТАЦИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

А.М. Морозов, Т.В. Сорокикова, С.В. Жуков, Ю.Е. Минакова, М.А. Беляк

Тверской государственный медицинский университет, Тверь

Резюме. *Актуальность.* В связи с изменением образа жизни распространенность сахарного диабета возрастает во всем мире. Диабет может в различных формах поражать нервную систему в виде появления когнитивных расстройств, моно- или полиневропатиями, заканчивающимися трофическими нарушениями и «диабетической стопой» и дистальной симметричной сенсорно-моторной полиневропатией. В современной литературе имеется значительное количество исследований в области методов профилактики, лечения и реабилитации больных сахарным диабетом, сопровождающимся поражением нервной системы, однако отсутствует обобщенная информация по комплексному разбору доступных на данный момент методик. *Цель:* изучить доступные и современные методы реабилитации пациентов с диабетическим поражением периферической нервной системы. *Материалы и методы.* В ходе настоящего исследования были проанализированы наиболее актуальные отечественные и зарубежные литературные источники, содержащие информацию о видах диабетического поражения периферической нервной системы, патогенезе и реабилитации пациентов с данными патологиями. *Результаты.* Анализ современной литературы показал большую вариативность профилактики, лечения и реабилитации пациентов с дистальной диабетической полинейропатией. Медикаментозная терапия является эффективной, однако при длительном приеме может сопровождаться осложнениями со стороны систем организма. Физиотерапевтическая терапия не уступает в разнообразии, влияя на нервную, сосудистую и эпителиальную ткань различными методами – электрическим током, магнитным полем, лазерными лучами или фотохромо-излучением можно получить желаемый анальгетический эффект. Необходимость в соблюдении образа жизни также является важнейшей частью терапии пациентов: поддержание нормогликемии, отказ от курения и рациональная физическая нагрузка. *Заключение.* Лечение и реабилитация пациентов с диабетической дистальной болевой полинейропатией – большая проблема для невролога-клинициста. В современных источниках имеется значительное разнообразие методов коррекции данного состояния, как медикаментозных, так и физиотерапевтических. Лекарственные средства в качестве первой линии коррекции соматосенсорных нарушений – необходимый пункт в плане лечения, но следует помнить о побочных действиях любого назначаемого препарата и медленном наступлении желаемого эффекта. Это необходимо для грамотной подготовки пациента к тяжелому и длительному процессу реабилитации. Среди наиболее эффективных препаратов можно выделить препараты группы антиконвульсантов и тиазидовую кислоту. Возможный обход побочных эффектов от медикаментозной терапии – назначение физиотерапии, корректируя медикаментозное лечение. Значительный эффект, на основании представленных исследований, наблюдается при применении магнитотерапии в комплексе с инфракрасным излучением, чрескожной электростимуляции нерва и импульсного тока с вакуумным воздействием.

Ключевые слова: сахарный диабет, диабетическая полинейропатия, «диабетическая стопа», физиотерапия, кинейзиотейпирование.

Для цитирования: Морозов А.М., Сорокикова Т.В., Жуков С.В., Минакова Ю.Е., Беляк М.А. Диабетическая дистальная полинейропатия: профилактика, лечение и реабилитация (обзор литературы). *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2022;12(3):68-77. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.3.CLIN.4>



DIABETIC DISTAL POLYNEUROPATHY: PREVENTION, TREATMENT AND REHABILITATION (REVIEW)

A.M. Morozov, T.V. Sorokovikova, S.V. Zhukov, YU.E. Minakova, M.A. Belyak

Tver State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Tver

Abstract. *Relevance.* Due to lifestyle changes, the prevalence of diabetes mellitus is increasing worldwide. Diabetes can affect the nervous system in various forms in the form of cognitive disorders, mono- or polyneuropathies ending in trophic disorders and "diabetic foot"; and distal symmetrical sensory-motor polyneuropathy. In the modern literature there is a significant amount of research in the field of methods of prevention, treatment and rehabilitation of patients with diabetes mellitus, accompanied by damage to the nervous system, but there is no generalized information on a comprehensive analysis of currently available techniques. *The purpose of study.* To study the available and most modern methods of rehabilitation of patients with diabetic damage to the nervous system with subsequent systematization of information. *Materials and methods.* The most relevant domestic and foreign literature sources containing information on the types of diabetic lesions of the nervous system, pathogenesis and rehabilitation of patients with these pathologies were analyzed. *Results.* An analysis of modern literature has shown a great variability in the prevention, treatment and rehabilitation of patients with distal diabetic polyneuropathy. Drug therapy is effective, however, with long-term use, it can be accompanied by complications from the body systems. Physiotherapeutic therapy is not inferior in variety, affecting the nervous, vascular and epithelial tissue by various methods – electric current, magnetic field, laser beams or photochromo-radiation, you can get the desired analgesic effect. The need for lifestyle is also an important part of patient therapy: maintenance of normoglycemia, smoking cessation and special physical activity. *Conclusion.* Treatment and rehabilitation of patients with diabetic distal painful polyneuropathy is a big problem for a neurologist-clinician. In modern sources, there is a significant variety of methods for correcting this condition, both medication and physiotherapy. Drugs as the first line of correction of somatosensory disorders are a necessary point in the treatment plan, but it is necessary to remember the side effects of any prescribed drug, the slow onset of the desired analgesic effect. This is necessary for the competent preparation of the patient for a difficult and lengthy rehabilitation process. Among the most effective drugs are gabapentin and pregabalin, drugs of the anticonvulsant group and thioctic acid. A possible bypass of side effects from drug therapy is the appointment of physical therapy, adjusting drug treatment. A significant effect, based on the presented studies, is observed when using magnetotherapy in combination with infrared radiation, transcutaneous electrical nerve stimulation and impulse current with vacuum exposure.

Key words: diabetes mellitus, diabetic polyneuropathy, cognitive impairment, physiotherapy, kinesio taping.

Cite as: Morozov A.M., Sorokovikova T.V., Zhukov S.V., Minakova YU.E., Belyak M.A. Diabetic distal polyneuropathy: prevention, treatment and rehabilitation (review). *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2022;12(3):68-77. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.3.CLIN.4>

Актуальность

В связи с изменением образа жизни распространённость сахарного диабета (СД) возрастает во всем мире. С каждым годом увеличивается смертность вследствие развития осложнений данного заболевания – только по данным Всемирной организации здравоохранения ежегодно в мире умирает более

3,8 миллионов человек. Диабет может в различных формах поражать нервную систему, но наиболее распространенным проявлением неврологических осложнений является дистальная полиневропатия, которая значительно снижает качество жизни пациентов, и также представляет серьёзную проблему для общественного здравоохранения [1, 2].

Диабетическая нейропатия – подтверждённое поражение нервных структур, бессимптомное или проявляющееся клинически, развивающееся при любом типе сахарного диабета в отсутствие другой возможной этиологии процесса. В структуре неврологических осложнений сахарного диабета дистальная полинейропатия составляет 70 % поражений периферической нервной системы. На основании различных исследований у 7,5–10 % больных СД 2 типа диагностируется данное осложнение [3, 4]. Следует учитывать, что сахарный диабет может дебютировать с поражения нервной системы, являясь первым диагностируемым симптомом. Присоединение дистальной полинейропатии может говорить о злокачественном течении основного заболевания, наличии долговременной некорректируемой гипергликемии, ухудшения прогнозов для пациента. Поражение периферической нервной системы в виде моно- и полинейропатий может привести к потере равновесия, повышенной травматизации, трофическим нарушениям конечностей и развитию синдрома «диабетической стопы», являясь главным компонентом патогенеза осложнения. Всё это, в конечном итоге, отражается на дополнительных затратах на лечение, в том числе и на хирургическое, и ведёт к потере трудоспособности пациента. Возможности профилактики для людей, входящих в диспансерную группу, а также методы физиотерапевтической и немедикаментозной коррекции расширяются с каждым годом и насчитывают ряд комбинируемых между собой методик, что позволяет персонализировать подход к лечению и реабилитации пациента. Однако, в современной литературе уделяется пристальное внимание рассмотрению какого-либо одного из существующих методов; информация в виде сравнительных характеристик, комплексного разбора доступных современных методик на данный момент отсутствует [5–7].

Цель: изучить доступные и современные методы реабилитации пациентов с диабетическим поражением периферической нервной системы.

Материалы и методы

В ходе настоящего исследования были проанализированы наиболее актуальные отечественные и зарубежные литературные источники, содержащие информацию о видах диабетического поражения периферической нервной системы, патогенезе и реабилитации пациентов с данными патологиями.

Результаты

Диабетические невропатии включают в себя обширный перечень заболеваний нервной системы. Так, Американская диабетологическая ассоциация (2017) выделяет три направленности проявления осложнений: диффузные невропатии, включающие дистальную симметричную сенсомоторную полинейропатию; автономные невропатии, делящиеся на желудочно-кишечную, урогенитальную и сердечно-сосудистую невропатии; а также моно-, радикуло- и полирадикулопатии [8, 9]. Патогенетические основы развития диабетического нарушения неврологических структур заключаются в прогрессировании метаболических нарушений в нервных и эпителиальных клетках вследствие гипергликемии, что, в свою очередь, приводит к повреждению микроциркуляторного русла. Данный процесс обуславливает нарушение васкуляризации и трофики нервных волокон (оксидативный стресс). Следствием дистрофии тканей, нарушения иннервации и васкуляризации является ишемия и некроз тканей, что проявляется в виде одного из симптомов дистальной полинейропатии – трофических язв дистальных конечностей, в том числе и «диабетической стопы». Основными жалобами у пациентов, которые нуждаются в коррекции, являются сопутствующий мучительный болевой синдром, потеря всех видов чувствительности

конечностей, нарушение координации, которое приводит к повышенному травматизму, и потеря функциональной способности конечностей [10, 11]. Нашей задачей являлось рассмотрение вопросов профилактики прогрессирования неврологических нарушений у пациентов с сахарным диабетом любого типа, лечения и реабилитации пациентов с целью восстановления утраченных функций поражённых конечностей.

Современная литература предлагает различные варианты лечения и реабилитации больных сахарным диабетом, имеющих дистальную полинейропатию в анамнезе. Их можно разделить на медикаментозные способы коррекции, физиотерапию, поддержку нормогликемии, разгрузку поражённых конечностей способом коррекции обуви и хирургическим способом, а также на особенности ведения физической нагрузки [12, 13].

Применение медикаментозной терапии обосновывается необходимостью в купировании интенсивного болевого синдрома, снижающего качество жизни. Метод включает в себя применение как системных препаратов, так и наружных, в виде трансдермальной терапевтической системы с лидокаином [14].

Одними из наиболее часто приводимых в современной литературе и клинических рекомендациях средств симптоматической медикаментозной терапии являются трициклические антидепрессанты: амитриптилин, дулоксетин, габапентин и пребагалин. Механизм действия данных препаратов основан на угнетении обратного нейронального захвата катехоламинов в центральной нервной системе. Данный эффект позволяет добиться обезболивания, но всего в половину от ожидаемого результата, в связи с чем пациенты очень часто отказываются от назначенного лечения. Также данная группа препаратов имеет множество противопоказаний в виде антихолинергических эффектов – сухости во рту, запоров, ухудшения зрения, задержка мочи [15].

При более длительном приёме возможно развитие кардиотоксического действия, сексуальной дисфункции. На данный момент в России и во многих странах данные препараты являются первой линией назначения в виде монотерапии или комбинации с наружными методами обезболивания, но в странах Европейского союза и США трициклические препараты практически не используются. Наиболее эффективными считаются габапентин и пребагалин за счёт их минимальной нейротоксичности по сравнению с другими препаратами данной группы. Пребагалин одобрен Food and Drug Administration (FDA) для лечения сенсорной дистальной полинейропатии [16–18].

Анальгезирующее действие можно получить при приёме антиконвульсантов, механизм которых обуславливается изменением активности кальциевых каналов за счёт высокого сродства препарата, блокируя болевую импульсацию. Препараты карбамазепин, фенитоин, вальпроевая кислота, клоназепа и тиропромат особенно действенны при острой и пароксизмальной боли. Учитывая положительное действие препаратов на функциональную способность нервной ткани, уменьшения выраженности апоптозного процесса, снижения импульсной активности сенсорной симптоматики, данные препараты одобрены к применению при дистальной полинейропатии. Побочные действия данных препаратов редки, но на фоне частого приёма может развиваться тормозное действие на центральную нервную систему: астения, сонливость, снижение памяти и когнитивных функций [19, 20].

Наиболее положительно исследователи отзываются о действии альфа-липоевой кислоты (тиоктовой кислоты), считающейся единственной патогенетически обоснованной терапией. Тиоктовая кислота, являясь коэнзимом ключевых ферментов цикла Кребса, увеличивает эффективность утилизации глюкозы. За счёт этого применение препарата обуславливает регресс клинической симпто-

матики и улучшает функциональную способность нервной ткани. Имеются также и побочные эффекты: увеличение внутричерепного давления, крапивница, диарея, точечные кровоизлияния и повышенная склонность к кровотечениям, судороги и анафилактический шок. Ещё одним минусом приёма тиоктовой кислоты является усиление действия глюкокортикостероидов, негативитизация эффектов препаратов с металлами (железа, кальция, магния) за счёт её способности к связыванию этих веществ. На данный момент этот препарат не включён в перечень клинических рекомендаций [21–23].

Также к симптоматическому медикаментозному лечению относят препараты простагландина E₁, обуславливая их применение способностью к улучшению реологических свойств крови, повышению гибкости эритроцитов, уменьшению адгезии и агрегации тромбоцитов. В то же время, данный препарат сложно рекомендовать к назначению, так как серьёзно повышается риск развития аритмий, коронарной смерти и ишемических нарушений миокарда. На данный момент вопрос о приёме простагландинов при диабетической дистальной полинейропатии спорный, хотя в клинических рекомендациях данный препарат предлагают к назначению [24, 25].

К наружным методам лекарственной анальгезии сенсорной диабетической полинейропатии относят трансдермальную терапевтическую систему с 5 %-м лидокаином. Локальное симптоматическое временное обезболивание без системного действия позволяет использовать данную систему в комбинации с пероральными препаратами. В качестве монотерапии данный препарат не эффективен [26, 27].

Как можно проследить, медикаментозная терапия в большинстве случаев имеет высокий риск возникновения побочных эффектов, неэффективной анальгезии и увеличения длительности лечения системными препаратами.

В связи с этим, высоким уровнем рекомендаций является применение физиотерапевтических методов лечения и реабилитации [28].

Доказательно использование магнитотерапии на пораженных конечностях при диабетической дистальной полинейропатии. Противоболевой эффект от процедуры достигается за счёт вазодилатирующего эффекта магнитного воздействия, уменьшая воспаление и болезненные ощущения. Ведутся интенсивные исследования в области комбинирования данного метода с инфракрасным излучением (Марченкова Л.А. и др., 2019), усиливая эффект вазодилатации. Воздействуя на области подколенных ямок, голеностопных суставов, икроножных мышц и болевых точек стоп, данный способ уменьшает болевой синдром, дискомфорт и отечность. Проведенные исследования с применением аппарата «Геска-1» наглядно демонстрируют повышение эффективности обезболивающего эффекта по сравнению с обычной магнитотерапией. Хорошая переносимость процедуры, позволяет беспрепятственно пройти курс лечения до конца. Недостатками использования метода является невозможность его назначения пациентам с низким артериальным давлением, сердечной недостаточностью и нарушениями ритма, наличием кардиостимулятора, повышенной функцией щитовидной железы, тромбофлебитами, гнойно-инфекционными и психическими заболеваниями [29–31].

Электротерапия, в качестве физиотерапевтического метода анальгезии диабетической полинейропатии, основана на действии электрического тока и, в отличие от других физиотерапевтических методов, имеет возможности индивидуального подбора метода воздействия – выбор силы, напряжения и частоты переменного или постоянного тока. Электротерапия, применяемая для лечения и реабилитации больных с дистальной полинейропатией, имеет вариации в виде чрескожной электростимуляции нерва высокочастотной электротерапией (TENS), импульсного

тока низкой частоты в комбинации с вакуумным воздействием, диадинамических токов по Бернару и амплипульстерапии синусоидальными модулированными токами [32–34].

Чрескожная электростимуляция нерва оказывает анальгизирующее действие за счёт изменения афферентной нейрональной трансмиссии и скорости проведения электрического импульса, повышения порога ноцицептивного рефлекса, меняя уровень соматосенсорного ответа. При сравнении данного метода с применением amitriptилина было выявлено, что при применении TENS в течение 12 недель уменьшение болезненности было выражено значительно, чем у пациентов, принимающих такое же время amitriptилин. Недостатком применения любых методов электротерапии является невозможность применения методов при наличии гнойно-воспалительных заболеваний (включая т.н. гнойничковые инфекции), аритмий в анамнезе, недостаточности кровообращения 3 стадии, повышенной склонности к тромбообразованию и тромбозов [16, 35].

Импульсный ток низкой частоты (1,52 Гц, 6 мс, пауза 650 мс) в комбинации с отрицательным вакуумным воздействием с частотой 6–8 пульсаций за минуту способен купировать болевой синдром за счёт стимуляции низкочастотными токами, которая ускоряет регенерацию нервной ткани и улучшает функциональную способность нервно-мышечных структур. Вакуумное воздействие, создавая массирующий эффект, способствует скорейшему выходу токсических продуктов обмена из межклеточного пространства, уменьшая клеточную гипоксию. Данный метод в комбинации помимо анальгетического эффекта позволяет достигнуть возвращения всех видов чувствительности при их потере в кратчайшие сроки. Данный эффект временный, требует постоянного повторения курсов. Противопоказания для любого вида электротерапии сходны [20, 36].

Диадинамические токи Бернара, положительно влияя на артериальный, венозный и лимфатический отток, также уменьшают интенсивность болевого синдрома за счёт нивелирования воспалительного процесса. Доказательной базы в современных источниках, рекомендующих использование данного метода, не обнаружено [19].

Амплипульстерапия, или синусоидальные модулированные токи, с никотинамидом улучшает периферическую гемодинамику и микроциркуляцию. Это действие повышает скорость распространения возбуждения, улучшает вибрационную чувствительность. Имеются также данные о противоболевом эффекте процедуры. Данный метод больше приводят в качестве профилактики дистальной полинейропатии, чем лечения [18, 35].

Ещё, в качестве методов профилактики диабетической дистальной неропатии источники указывают лазеротерапию и светодиодную монохроматическую фотохромотерапию красного излучения видимой части спектра. Данные методы не имеют удовлетворяющей доказательной базой, но в источниках указывается, что можно рассматривать применение методик в качестве первой линии терапии для щадящего устранения болевых ощущений [36, 37].

В комплексную терапию неврологических осложнений также входит коррекция образа жизни: достижение длительной нормогликемии, отказ от курения и специализированные комплексы физической нагрузки. Помимо дневной физической активности в виде пеших прогулок, постоянной активной деятельности, пациентам с неврологическими полинейропатиями рекомендована дополнительная лечебная физкультура [17, 38].

Бабановым Н.Д. и соавт. (2021) был изобретен метод тренинга с визуальной обратной связью, используемый для реабилитации пациентов с двигательными нарушениями вследствие диабетического поражения нервной ткани, а также при когнитивных расстройствах [4, 16]. Сами упражнения включают в

себя удержание баланса стоя на силовой платформе за счет визуального удержания цели на мишени, изображенной перед пациентом на экране на расстоянии 1,5 метра на уровне глаз. Данные упражнения выполняются по 9 сессий за раз с усложнением за счет изменения чувствительности платформы. Предлагаемая методика выполняет сразу несколько задач – тренировку пациентов с проблемами чувствительной атаксии, а также усиление связи между двигательными и когнитивными компонентами нервной системы [15, 39].

Существуют данные и в области применения кинезиотейпирования – эластичной хлопковой ленты с гипоаллергенным липким слоем, активизирующимся при контакте с кожей. При этом воздействие происходит двумя путями – механически тейп оттягивает кожный покров, улучшая лимфоотток за счет декомпрессии, и убирает отечность, тем самым улучшая кровоток и трофику поврежденных нервных и эпителиальных тканей. Также указывается нейрорефлекторный способ, который приводит к эффекту обезболивания, но данный механизм действия в случае с полиневропатией необходимо изучить в дальнейшем [40, 41].

Заключение

Лечение и реабилитация пациентов с диабетической дистальной болевой полинейропатией – большая проблема для невролога-клинициста. В современных источниках приводится значительное разнообразие методов коррекции данного состояния, как медикаментозных, так и физиотерапевтических. Лекарственные средства в качестве первой линии коррекции соматосенсорных нарушений – необходимый пункт в плане лечения, но необходимо помнить о побочных действиях любого назначаемого препарата, медленном наступлении желаемого анальгетического эффекта. Это необходимо для грамотной подготовки пациента к тяжелому и длительному процессу реабилитации. Среди наиболее эффективных препаратов можно выделить препараты группы антиконвульсантов и тиоктовую кислоту. Возможный обход побочных эффектов от медикаментозной терапии – назначение физиотерапии, корректируя медикаментозное лечение. Значительный эффект, на основании представленных исследований, наблюдается при применении магнито-терапии в комплексе с инфракрасным излучением, чрескожной электростимуляции нерва и импульсного тока с вакуумным воздействием.

Литература/References

- 1 Котова О.В., Акарачкова Е.С., Беляев А.А. Неврологические осложнения сахарного диабета. *Медицинская сестра*. 2019;9:40-44. [Kotova O.V., Akarachkova E.S., Belyaev A.A. Neurological complications of diabetes mellitus. *Nurse*. 2019;9:40-44. (In Russ)].
- 2 Строков И.А. Новые возможности лечения неврологических осложнений сахарного диабета. *Эндокринология: Новости. Мнения. Обучение*. 2018;1(22):37-41. [Strokov I.A. New possibilities of treatment of neurological complications of diabetes mellitus. *Endocrinology: News. Opinions. Training*. 2018;1(22):37-41. (In Russ)].
- 3 Сергеенко Е.Ю., Ромашина О.М., Лобышева А.А., Житарева И.В., Барышева О.В. Сочетанное применение импульсного тока низкой частоты и вакуумного воздействия в реабилитации пациентов с диабетической полинейропатией. *Вестник восстановительной медицины*. 2019;5(93):40-46. [Sergeenko E.Yu., Romashina O.M., Lobysheva A.A., Zhitareva I.V., Barysheva O.V. Combined use of low-frequency pulse current and vacuum exposure in the rehabilitation of patients with diabetic polyneuropathy. *Bulletin of Restorative Medicine*. 2019; 5(93):40-46. (In Russ)].
- 4 Бабанов Н.Д., Фролов Д.В., Крюков Е.В., Панова Е.Н., Кубряк О.В. Исследование регуляции двигательной нагрузки тренинга с визуальной обратной связью у пациентов с диабетической полинейропатией. *Сахарный диабет*. 2021;1:58-64. [Babanov N.D., Frolov D.V., Kryukov E.V., Panova E.N., Kubryak O.V. Study of motor

- load regulation of training with visual feedback in patients with diabetic polyneuropathy. *Diabetes mellitus*. 2021;1:58-64. (In Russ)].
- 5 Марченкова Л. А., Кочемасова Т. В., Макарова Е. В., Кончугова Т. В., Кульчицкая Д. Б. Совершенствование комплексных подходов к лечению и медицинской реабилитации пациентов с диабетической нейропатией. *Лечащий врач*. 2017;12:48. [Marchenkova L. A., Kochemasova T. V., Makarova E. V., Konchugova T. V., Kulchitskaya D. B. Improving integrated approaches to the treatment and medical rehabilitation of patients with diabetic neuropathy. *Attending physician*. 2017;12:48. (In Russ)].
 - 6 Agashe S., Petak S. Cardiac Autonomic Neuropathy in Diabetes Mellitus. *Methodist Debaque Cardiovasc J*. 2018;14(4):251-256. <https://doi.org/10.14797/mdcj-14-4-251>
 - 7 Castelli G., Desai K.M., Cantone R.E. Peripheral Neuropathy: Evaluation and Differential Diagnosis. *Am Fam Physician*. 2020;102(12):732-739.
 - 8 Calcutt N.A. Diabetic neuropathy and neuropathic pain: a (con)fusion of pathogenic mechanisms? *Pain*. 2020;161(1):S65-S86. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001922>
 - 9 Головачева В. А. Ранняя диагностика и лечение диабетической и алкогольной полиневропатии в амбулаторной практике. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2020;6:96-103. [Golovacheva V. A. Early diagnosis and treatment of diabetic and alcoholic polyneuropathy in outpatient practice. *Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics*. 2020;6:96-103. (In Russ)].
 - 10 López-Moral M., Lázaro-Martínez J.L., García-Morales E., García-Álvarez Y., Álvaro-Afonso F.J., Molines-Barroso R.J. Clinical efficacy of therapeutic footwear with a rigid rocker sole in the prevention of recurrence in patients with diabetes mellitus and diabetic polyneuropathy: A randomized clinical trial. *PLoS One*. 2019;14(7):e0219537. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219537>
 - 11 Гурьева И. В., Солдатенкова Н. А., Спивак Б. Г., Светлова О. В., Воронин А. В. Особенности профилактики и комплексной реабилитации при синдроме диабетической стопы. *Эндокринология: Новости. Мнения. Обучение*. 2020;4(33):39-46. [Guryeva I. V., Soldatenkova N. A., Spivak B. G., Svetlova O. V., Voronin A. V. Features of prevention and complex rehabilitation in diabetic foot syndrome. *Endocrinology: News. Opinions. Training*. 2020;4(33):39-46. (In Russ)].
 - 12 Бельская Г. Н., Сергиенко Д. А., Павлов Ю. И., Крочек И. В. Мультидисциплинарное ведение пациентов с синдромом диабетической стопы. *Медицинская сестра*. 2018;1:70-76. [Belskaya G. N., Sergienko D. A., Pavlov Yu. I., Krochek I. V. Multidisciplinary management of patients with diabetic foot syndrome. *Nurse*. 2018;1:70-76. (In Russ)].
 - 13 Дробышев В. А., Шпагина Л. А., Логачева Г. С., Рявкин С. Ю., Власов А. А. Эффективность коррекции клинических проявлений у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа с периферическими нейропатиями методом электроимпульсной терапии с биологической обратной связью. *Сибирский медицинский вестник*. 2020;4:21-26. [Drobyshev V. A., Shpagina L. A., Logacheva G. S., Ryavkin S. Yu., Vlasov A. A. Effectiveness of correction of clinical manifestations in patients with type 2 diabetes mellitus with peripheral neuropathies by electro-pulse therapy with biofeedback. *Siberian Medical Bulletin*. 2020;4:21-26. (In Russ)].
 - 14 Nather A., Cao S., Chen J.L.W., Low A.Y. Prevention of diabetic foot complications. *Singapore Med J*. 2018;59(6):291-294. <https://doi.org/10.11622/smedj.2018069>
 - 15 Гордеева И. Е., Ансаров Х. Ш., Соколова В. Ю. Применение нейротрофической терапии для коррекции когнитивных нарушений пациентов с сахарным диабетом. *Consilium Medicum*. 2020;2:35-40. [Gordeeva I. E., Ansarov H. Sh., Sokolova V. Yu. The use of neurotrophic therapy for the correction of cognitive disorders in patients with diabetes mellitus. *Consilium Medicum*. 2020;2:35-40. (In Russ)].
 - 16 Хаитбаева Ш. Х., Садыкова Г. К., Исмаилов З. Н. Клинико-параклинические особенности заболевания ПНС у детей и оптимизация лечения (обзор литературы). *Academic research in educational sciences*. 2021;11:251-267. [Khaitbaeva Sh. Kh., Sadykova G. K., Ismailov Z. N. Clinical and paraclinical features of PNS disease in children and optimization of treatment (literature review). *Academic research in educational sciences*. 2021;11:251-267. (In Russ)].
 - 17 Стяжкина С. Н., Неклюдова А. С., Давтян М. Б. Особенности клинического течения, диагностики и лечения синдрома диабетической стопы. *StudNet*. 2020; 2: 326-330. [Styazhkina S. N., Neklyudova A. S., Davtyan M. B. Features of the clinical course, diagnosis and treatment of diabetic foot syndrome. *StudNet*. 2020;2:326-330. (In Russ)].
 - 18 Искра Д. А., Ковальчук В. В., Баранцевич Е. Р. Роль патогенетической терапии при диабетической полиневропатии. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2021;1:44-50. [Iskra D. A., Kovalchuk V. V., Barantsevich E. R. The role of pathogenetic therapy in diabetic polyneuropathy. *Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics*. 2021;1:44-50. (In Russ)].

- 19 Feldman E.L., Callaghan B.C., Pop-Busui R., Zochodne D.W., Wright D.E., Bennett D.L., Bril V., Russell J.W., Viswanathan V. Diabetic neuropathy. *Nat Rev Dis Primers*. 2019;13;5(1):42. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0097-9>
- 20 Selvarajah D., Kar D., Khunti K., Davies M.J., Scott A.R., Walker J., Tesfaye S. Diabetic peripheral neuropathy: advances in diagnosis and strategies for screening and early intervention. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2019;7(12):938-948. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(19\)30081-6](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(19)30081-6)
- 21 Танащян М.М., Антонова К.В., Лагода О.В., Шабалина А.А. Решённые и нерешённые вопросы цереброваскулярной патологии при сахарном диабете. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2021;3:5-14. [Tanashyan M.M., Antonova K.V., Lagoda O.V., Shabalina A.A. Solved and unresolved issues of cerebrovascular pathology in diabetes mellitus. *Annals of Clinical and Experimental Neurology*. 2021;3:5-14. (In Russ)].
- 22 Rosenberger D.C., Blechschmidt V., Timmerman H., Wolff A., Treede R.D. Challenges of neuropathic pain: focus on diabetic neuropathy. *J Neural Transm (Vienna)*. 2020;127(4):589-624. <https://doi.org/10.1007/s00702-020-02145-7>
- 23 Eid S., Sas K.M., Abcouwer S.F., Feldman E.L., Gardner T.W., Pennathur S., Fort P.E. New insights into the mechanisms of diabetic complications: role of lipids and lipid metabolism. *Diabetologia*. 2019;62(9):1539-1549. <https://doi.org/10.1007/s00125-019-4959-1>
- 24 Елизарьева Т. А., Малыгина Т. Е. Профилактика и лечение диабетической нейропатии. *Бюллетень Северного государственного медицинского университета*. 2019;43:152-153. [Elizarieva T.A., Malygina T.E. Prevention and treatment of diabetic neuropathy. *Bulletin of the Northern State Medical University*. 2019;43:152-153. (In Russ)].
- 25 Головачева В.А., Строков И.А. Диабетическая полиневропатия: диагностика, профилактика и лечение. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2020;12(4):113-118. [Golovacheva V. A., Strokov I.A. Diabetic polyneuropathy: diagnosis, prevention and treatment. *Neurology, neuropsychiatry, psychosomatics*. 2020;12(4):113-118. (In Russ)].
- 26 Hicks C.W., Selvin E. Epidemiology of Peripheral Neuropathy and Lower Extremity Disease in Diabetes. *Curr Diab Rep*. 2019;19(10):86. <https://doi.org/10.1007/s11892-019-1212-8>
- 27 Kobayashi M., Zochodne D.W. Diabetic neuropathy and the sensory neuron: New aspects of pathogenesis and their treatment implications. *J Diabetes Investig*. 2018;9(6):1239-1254. <https://doi.org/10.1111/jdi.12833>
- 28 Liu X., Xu Y., An M., Zeng Q. The risk factors for diabetic peripheral neuropathy: A meta-analysis. *PLoS One*. 2019;14(2):e0212574. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212574>
- 29 Everett E., Mathioudakis N. Update on management of diabetic foot ulcers. *Ann N Y Acad Sci*. 2018;1411(1):153-165. <https://doi.org/10.1111/nyas.13569>
- 30 Мисникова И. В. Ведение пациентов с сахарным диабетом и сопутствующими осложнениями: диабетической нейропатией и цереброваскулярной болезнью. *Эффективная фармакотерапия*. 2018;30:24-33. [Misnikova I. V. Management of patients with diabetes mellitus and concomitant complications: diabetic neuropathy and cerebrovascular disease. *Effective pharmacotherapy*. 2018;30:24-33. (In Russ)].
- 31 Pérez-Panero A.J., Ruiz-Muñoz M., Cuesta-Vargas A.I., González-Sánchez M. Prevention, assessment, diagnosis and management of diabetic foot based on clinical practice guidelines: A systematic review. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(35):e16877. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016877>
- 32 LeRoith D., Biessels G.J., Braithwaite S.S., Casanueva F.F., Draznin B., Halter J.B., Hirsch I.B., McDonnell M.E., Molitch M.E., Murad M.H., Sinclair A.J. Treatment of Diabetes in Older Adults: An Endocrine Society. Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab*. 2019;104(5):1520-1574. <https://doi.org/10.1210/je.2019-00198>
- 33 Brocco E., Ninkovic S., Marin M., Whisstock C., Bruseghin M., Boschetti G., Viti R., Forlini W., Volpe A. Diabetic foot management: multidisciplinary approach for advanced lesion rescue. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2018;59(5):670-684. <https://doi.org/10.23736/S0021-9509.18.10606-9>
- 34 Burgess J., Frank B., Marshall A., Khalil R.S., Ponirakis G., Petropoulos I.N., Cuthbertson D.J., Malik R.A., Alam U. Early Detection of Diabetic Peripheral Neuropathy: A Focus on Small Nerve Fibres. *Diagnostics (Basel)*. 2021;11(2):165. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11020165>
- 35 Coffey L., Mahon C., Gallagher P. Perceptions and experiences of diabetic foot ulceration and foot care in people with diabetes: A qualitative meta-synthesis. *Int Wound J*. 2019;16(1):183-210. <https://doi.org/10.1111/iwj.13010>
- 36 Бреговская А.В., Бабенко А.Ю., Гринева Е.В. Ранняя диагностика диабетической полинейропатии и применение альфа-липоевой кислоты для профилактики ее прогрессирования. *Русский медицинский журнал*. 2018;1-1(26):41-46. [Bregovskaya A.V., Babenko A.Yu., Grineva E.V. Early diagnosis of diabetic polyneuropathy and the use of alpha-lipoic acid to prevent its progression. *Russian Medical Journal*. 2018;1-1(26):41-46. (In Russ)].

- 37 Зилов А.В. Варианты диабетической автономной полинейропатии: возможные пути коррекции. *Доктор.Ру*. 2021;2(20):60-66. [Zilov A.V. Variants of diabetic autonomous polyneuropathy: possible ways of correction. *Doctor.ru*. 2021;2(20):60-66. (In Russ)].
- 38 Малков А.Б. Проспективная оценка эффективности различных методов профилактики прогрессирования доклинической формы диабетической дистальной нейропатии. *Медицинские новости*. 2018;7(286):61-67. [Malkov A.B. Prospective evaluation of the effectiveness of various methods of preventing the progression of pre-clinical form of diabetic distal neuropathy. *Medical news*. 2018;7(286):61-67. (In Russ)].
- 39 Воробьева О. В. Современные стандарты лечения диабетической полиневропатии. *Эффективная фармакотерапия*. 2018;12:14-20. [Vorobyeva O. V. Modern standards of treatment of diabetic polyneuropathy. *Effective pharmacotherapy*. 2018;12:14-20. (In Russ)].
- 40 Стяжкина С.Н., Михайлов А.Ю., Завалина М.А., Лиховских С.И. Кинезиотейпирование в комплексном лечении пациентов с диабетической полинейропатией нижних конечностей, профилактике синдрома диабетической стопы. *Современные проблемы науки и образования*. 2019;6:164-173. [Styazhkina S.N., Mikhailov A.Yu., Zavalina M.A., Likhovskikh S.I. Kinesiotaping in the complex treatment of patients with diabetic polyneuropathy of the lower extremities, prevention of diabetic foot syndrome. *Modern problems of science and education*. 2019;6:164-173. (In Russ)].
- 41 Шестаков Д.Б., Александров Д.В., Журкина Е.А. Профилактика осложнений сахарного диабета. Естественные и медицинские науки. *Студенческий научный форум*. 2018:104-114. [Shestakov D.B., Alexandrov D.V., Zhurkina E.A. Prevention of complications of diabetes mellitus. *Natural and medical sciences. Student Scientific Forum*. 2018:104-114. (In Russ)].

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Funding. This research received no external funding.

Авторская справка

Морозов Артем Михайлович

кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей хирургии, Тверской государственный медицинский университет, Тверь, Россия
ORCID 0000-0003-4213-5379, SPIN-код 6815-9332
Вклад в статью 20 % – разработка концепции исследования

Сорокикова Татьяна Викторовна

кандидат медицинских наук, доцент кафедры неврологии, реабилитации и нейрохирургии, Тверской государственный медицинский университет, Тверь, Россия
ORCID 0000-0002-6443-0793, SPIN-код 5501-2061
Вклад в статью 20 % – анализ данных литературы

Жуков Сергей Владимирович

доктор медицинских наук, заведующий кафедрой медицины катастроф и скорой медицинской помощи, Тверской государственный медицинский университет, Тверь, Россия
ORCID 0000-0002-3145-9776, SPIN-код 7604-1244
Вклад в статью 20 % – анализ данных литературы

Минакова Юлия Евгеньевна

студентка лечебного факультета, Тверской государственный медицинский университет, Тверь, Россия
ORCID 0000-0001-5816-1681, SPIN-код 9524-1617
Вклад в статью 20 % – формирование заключения

Беяк Мария Александровна

студентка 4 курса лечебного факультета, Тверской государственный медицинский университет, Тверь, Россия
ORCID 0000-0001-6125-7676, SPIN-код 5449-65802
Вклад в статью 20 % – подготовка выводов, общее редактирование работы

Статья поступила 20.03.2022

Одобрена после рецензирования 28.04.2022

Принята в печать 17.05.2022

Received March, 20th 2022

Approved after reviewing April, 28th 2022

Accepted for publication May, 17th 2022