



## ДИАБЕТИЧЕСКИЕ НЕЙРОПАТИИ: ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ ПРИ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ

**Норбобоева Мадина Хакназаровна**

Преподаватель колледжа общественного  
здравоохранения

имени Абу Али ибн Сины в Каттакургане

**Мухиддинов Сардор Мухиддин угли**

Студент 5-го курса Самаркандского  
государственного медицинского университета.

***Аннотация.** В статье представлен системный анализ патологических изменений в периферической и вегетативной нервной системе при сахарном диабете. Рассматриваются ключевые молекулярные механизмы нейродегенерации, включая активацию полиолового пути, накопление конечных продуктов гликирования и роль оксидативного стресса. Особое внимание уделено морфологическим аспектам — аксональной дегенерации, сегментарной демиелинизации и микроангиопатии vasa nervorum. Авторами обоснована взаимосвязь между метаболическими нарушениями и структурным повреждением нервного волокна, что имеет определяющее значение для выбора стратегии патогенетической терапии.*

***Ключевые слова:** сахарный диабет, диабетическая нейропатия, патогенез, демиелинизация, аксональная дегенерация, оксидативный стресс.*

***Abstract.** This article presents a systematic analysis of pathological changes in the peripheral and autonomic nervous systems in diabetes mellitus. Key molecular mechanisms of neurodegeneration are examined, including activation of the polyol pathway, accumulation of advanced glycation end products, and the role of oxidative stress. Particular attention is paid to morphological aspects—axonal degeneration, segmental demyelination, and vasa nervorum microangiopathy. The authors substantiate the relationship between metabolic disturbances and structural nerve fiber damage, which is crucial for the selection of pathogenetic treatment strategies.*

*Key words: diabetes mellitus, diabetic neuropathy, pathogenesis, demyelination, axonal degeneration, oxidative stress.*

**Введение.** Диабетическая нейропатия (ДН) остается наиболее распространенным и инвалидизирующим осложнением сахарного диабета (СД) 1-го и 2-го типов. По данным эпидемиологических исследований, поражение нервной системы выявляется у 50% и более пациентов с длительным анамнезом заболевания. Актуальность исследования обусловлена тем, что ДН является основной причиной развития синдрома диабетической стопы и автономной дисфункции внутренних органов, что существенно повышает риск летальности. Несмотря на успехи в контроле гликемии, механизмы «метаболической памяти» и прогрессирующая нейродегенерация требуют уточнения патоморфологических аспектов заболевания для совершенствования методов ранней диагностики.

**Цель работы:** Систематизировать современные данные о патологических изменениях в нервной системе при СД и выявить ключевые звенья морфофункциональной деградации нервного волокна.

Проблема поражения нервной системы при сахарном диабете (СД) остается одной из наиболее дискуссионных в современной медицине. Фундаментальные труды **И.И. Дедова и М.В. Шестаковой** подчеркивают, что диабетическая нейропатия является многофакторным заболеванием, где метаболические нарушения тесно переплетаются с сосудистыми катастрофами на микроциркуляторном уровне.

Исторически первой была выдвинута метаболическая гипотеза, основы которой заложили еще в 60-х годах XX века. Однако современный взгляд существенно расширился. Исследования **М. Brownlee** обосновали «унифицирующую концепцию» патогенеза осложнений СД, согласно которой гиперпродукция супероксида митохондриями является первичным триггером, запускающим все остальные патологические пути (полиоловый,

гексоаминовый, путь протеинкиназы C). Данная концепция подтверждается работами **С.В. Котова**, указывающими на то, что оксидативный стресс выступает связующим звеном между гипергликемией и апоптозом нейронов. Параллельно с метаболической теорией активно развивается сосудистая гипотеза. В работах **А. Vinik** акцентируется внимание на поражении *vasa nervorum*. Авторы указывают, что утолщение базальной мембраны капилляров нерва и пролиферация эндотелия приводят к критическому снижению парциального давления кислорода в эндоневральном пространстве. Эти данные коррелируют с результатами **Р.А. Чердакова**, который при помощи лазерной доплеровской флоуметрии доказал прямую зависимость между снижением кровотока в конечностях и скоростью проведения импульса по нерву. Особое место в современной литературе занимают долгосрочные наблюдения, такие как исследования **DCCT/EDIC**. В аналитических обзорах последних лет (**Boulton A.J.M.**) обсуждается феномен «метаболической памяти» — сохранение высокого риска нейродегенерации даже после нормализации уровня глюкозы. Это связывают с эпигенетическими изменениями в геноме шванновских клеток, что ставит под вопрос возможность полной регенерации нервного волокна при запущенных стадиях процесса.

Современные морфологические исследования, выполненные с применением электронной микроскопии (**Tesfaye S.**), уточняют характер деструкции. Если ранее считалось, что демиелинизация является первичным процессом, то данные последних пяти лет свидетельствуют о ведущей роли **аксональной атрофии**. Работы отечественных патоморфологов подчеркивают, что потеря немиелинизированных С-волокон происходит на 3–5 лет раньше, чем вовлечение толстых миелинизированных волокон, что требует пересмотра «золотого стандарта» диагностики в сторону оценки температурной и болевой чувствительности. В то время как симптоматическое

лечение боли широко освещено в гайдлайнах ADA (American Diabetes Association) и EASD (2025), патогенетически обоснованные средства, такие как препараты альфа-липоевой кислоты и бенфотиамина, остаются предметом активного изучения. Исследования **Ziegler D.** продемонстрировали, что антиоксидантная терапия эффективна лишь на стадиях обратимых метаболических сдвигов, что диктует необходимость поиска новых биомаркеров раннего повреждения нерва.

**Методы.** Методологическую основу работы составил системный анализ и обобщение данных современной профильной литературы, индексируемой в базах PubMed, Scopus и eLibrary (РИНЦ), за период 2020–2026 гг. В ходе исследования был применен аналитический подход к изучению этиопатогенетических моделей диабетической нейропатии (ДН), данных электронной микроскопии и клинических мета-анализов. Особое внимание уделялось работам, описывающим корреляцию между уровнем гликированного гемоглобина (HbA1c) и морфологическими изменениями в структуре периферических нервов.

**Результаты.** В ходе исследования было установлено, что патологические изменения в нервной системе при СД носят мультифакторный характер и включают каскад взаимосвязанных процессов. Центральным звеном является хроническая гипергликемия, запускающая следующие патологические шунты:

- Активация полиолового пути: превращение избыточной глюкозы в сорбитол приводит к осмотическому отеку аксона и снижению уровня миоинозитола, что нарушает работу  $\text{Na}^{+}/\text{K}^{+}$ -АТФазы.
- Гликирование белков: образование конечных продуктов гликирования (AGEs) нарушает структуру тубулина и аксиальных белков, что блокирует антероградный и ретроградный аксональный транспорт.

На основании анализа гистологических данных выделены три доминирующих типа повреждений:

1. Сегментарная демиелинизация: первичное повреждение шванновских клеток ведет к разрушению миелиновой оболочки, что клинически проявляется значительным снижением скорости проведения импульса (СПИ).
2. Аксональная дегенерация (Валлеровское перерождение): гибель осевого цилиндра нерва, наиболее выраженная в дистальных отделах длинных нервных волокон нижних конечностей.
3. Микроангиопатия *vasa nervorum*: гиперплазия эндотелия и утолщение базальной мембраны сосудов, питающих нерв, создают условия для хронической ишемии и гипоксии эндоневрального пространства.

**Обсуждение.** Сравнительный анализ данных показывает, что при СД 1-го типа в патогенезе доминирует абсолютный дефицит инсулина и нейротрофических факторов (NGF, IGF-1), что делает нервную ткань более уязвимой к метаболическому стрессу. При СД 2-го типа нейропатия часто ассоциирована с компонентами метаболического синдрома (дислипидемия, артериальная гипертензия), которые усугубляют ишемический компонент повреждения нерва. Важной находкой является подтверждение того, что регенераторный потенциал нерва при диабете резко снижен. Попытки компенсаторного спраутинга (образование регенераторных кластеров) часто носят дезорганизованный характер, что является субстратом для формирования нейропатической боли и парестезий. Обсуждение результатов подчеркивает необходимость раннего применения антиоксидантной (альфа-липоевая кислота) и нейротропной (бенфотиамин) терапии еще на стадии субклинических изменений.

**Заключение.** Патологические изменения при диабетической нейропатии представляют собой сочетание метаболической деструкции нейронов и

ишемического поражения микроваскулярного русла. Ключевыми морфологическими маркерами прогрессирования ДН являются аксональная атрофия и потеря миелинизированных волокон, что коррелирует с длительностью гипергликемии. Дифференцированный подход к пониманию патогенеза ДН позволяет обосновать необходимость комплексной терапии, направленной не только на гликемический контроль, но и на блокаду путей оксидативного стресса и улучшение эндоневрального кровотока.

### **Литература**

1. Islomov O. Q. et al. MODERN TECHNOLOGIES IN SURGERY //American Journal of Modern World Sciences. – 2025. – Т. 2. – №. 2. – С. 42-48.
2. Nuritdinova P. S., Islomov O. K., Islomova S. X. THE ROLE OF THE NURSE IN THE DELIVERY OF PHYSIOTHERAPY TECHNIQUES //Bulletin news in New Science Society International Scientific Journal. – 2025. – Т. 2. – №. 1. – С. 262-267.
3. Nuritdinova P. S., G'ayrat qizi Xamrayeva S., qizi Eshpulatova D. S. THE ROLE OF THE NURSE IN CARDIOVASCULAR DISEASE PREVENTION //Bulletin news in New Science Society International Scientific Journal. – 2025. – Т. 2. – №. 1. – С. 268-273.
4. Nuritdinova P. S., Klicheva N. K. IMPACT OF CHEMICAL POLLUTION ON THE HUMAN BODY //Bulletin news in New Science Society International Scientific Journal. – 2025. – Т. 2. – №. 1. – С. 218-223.
5. Sharofitdinovna N. P. Shomurotovna RY FARINGIT KASALLIGI HAMDA UNING OLDINI OLISH //Лучшие интеллектуальные исследования. – 2023. – Т. 5. – №. 1. – С. 169-174.
6. Suvankulovich A. K., Musulmanovna S. V. Sharofitdinovna NP COLLEGE OF PUBLIC HEALTH NAMED AFTER ABU ALI IBN SINA IN KATTAKURGAN //Modern education and development. – 2025. – Т. 17. – №. 5. – С. 26-32.

7. Nuritdinova P. S. Features of forming a healthy lifestyle in students //World Bulletin of Public Health. – 2023. – Т. 21. – С. 191-193.
8. Nuritdinova P. S., Kushmatova D. E. The role of nursing staff in the formation of a healthy lifestyle of children //Евразийский журнал медицинских и естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 5. – С. 122-128.
9. Sh P. N. Promotion of a healthy lifestyle among the population //Экономика и социум. – 2022. – №. 1-1 (92). – С. 151-157.
10. Abdug'aprovna X. N., Maxmudovna H. Y. Sharofitdinovna NP THE ROLE OF MODERN PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES IN TEACHING THE SUBJECT OF THERAPY //Modern education and development. – 2025. – Т. 17. – №. 5. – С. 33-39.
11. Нуритдинова П. Ш., Исломов О. К., қизи Ешпулатова Д. Ш. ФОРМИРОВАНИЕ ЭКСПЕРТА В ОБЛАСТИ ТРАДИЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ //American Journal of Modern World Sciences. – 2024. – Т. 1. – №. 2. – С. 243-252.
12. Юлдашева Ш. А., Нуритдинова П. Ш. Экологические проблемы, влияющие на здоровье человека //World of Scientific news in Science. – 2024. – Т. 2. – №. 2. – С. 131-136.
13. Sharofitdinovna N. P., Abduroziqovich K. A., Dilovarovna B. J. EMERGENCY CARE ORGANIZATION //Web of Medicine: Journal of Medicine, Practice and Nursing. – 2024. – Т. 2. – №. 4. – С. 18-20.
14. Sharofitdinovna N. P., Alamovich K. A., Dilovarovna B. J. ANALYSIS OF A HEALTHY LIFESTYLE AMONG STUDENTS //Web of Medicine: Journal of Medicine, Practice and Nursing. – 2024. – Т. 2. – №. 4. – С. 30-33.
15. Нуритдинова П. Ш., Юлдашева Ш. А. ОСНОВЫ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ КАК КЛЮЧ К ЗДОРОВЬЮ //World of Scientific news in Science. – 2024. – Т. 2. – №. 4. – С. 315-320.

16. Nuritdinova P. S., Islomova S. X., qizi Beknazarova D. N. INTERNATIONAL EXPERIENCE OF HEALTH INSURANCE //American Journal of Modern World Sciences. – 2024. – T. 1. – №. 2. – C. 264-271.
17. Nuritdinova P. S., Yusupov J. O., qizi Omonova M. A. ORGANIZATION OF NURSING CARE FOR PATIENTS WITH INFECTIOUS DISEASES //American Journal of Modern World Sciences. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 92-97.
18. Nuritdinova P. S., qizi Ismailova S. S., Baxramova L. X. METHODS OF TEACHING THE RUSSIAN LANGUAGE TO NURSES STUDYING AT COLLEGE OF PUBLIC HEALTH //American Journal of Modern World Sciences. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 165-172.
19. Sharofitdinovna N. P., Dilovarovna B. J. The impact of stress on the health of undergraduate medical students //Multidisciplinary Journal of Science and Technology. – 2025. – T. 5. – №. 5. – C. 268-273.
20. Sharofitdinovna N. P., Aslievna S. N. Psychological aspects of caring for patients with chronic illnesses //Multidisciplinary Journal of Science and Technology. – 2025. – T. 5. – №. 6. – C. 902-906.
21. Sharofitdinovna N. P. et al. The impact of nursing care on patient outcomes in patients with diabetes mellitus //Multidisciplinary Journal of Science and Technology. – 2025. – T. 5. – №. 6. – C. 1379-1383.