

УДК 616.833-002:616.379-008.64-073.7
DOI: 10.36979/1694-500X-2026-26-5-193-198

ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИЯ В РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ ПОЛИНЕЙРОПАТИИ

*Н.Ш. Усенова, Д.И. Бакаева, Алымжан уулу Болот,
Н.Т. Минбаева, Д.М. Саттарова*

Аннотация. Ранняя диагностика диабетической полинейропатии остаётся ключевой задачей клинической неврологии, поскольку субклинические изменения периферических нервов предшествуют появлению симптомов. В статье представлены возможности электронейромиографии в выявлении ранних аксональных и демиелинизирующих нарушений у пациентов с сахарным диабетом. Особое внимание уделено показателю амплитуд сенсорного ответа икроножного и лучевого нервов как чувствительному маркеру начальных изменений. Полученные данные подтверждают высокую диагностическую ценность электронейромиографии для своевременного начала терапии и профилактики прогрессирования нейропатии. Приведен анализ нейрофизиологического исследования 13 больных с диабетической полинейропатией, с применением коэффициента амплитуд сенсорного ответа икроножного и лучевого нервов, который широко используется для раннего выявления и подтверждения дистальной диабетической сенсорной полинейропатии.

Ключевые слова: сахарный диабет; полинейропатия; сенсорный ответ; соотношения амплитуд сенсорных ответов икроножного и лучевого нервов; икроножный нерв; лучевой нерв; электронейромиография.

ДИАБЕТИК ПОЛИНЕВРОПАТИЯНЫ ЭРТЕ ДИАГНОСТИКАЛООДО ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИЯ

*Н.Ш. Усенова, Д.И. Бакаева, Алымжан уулу Болот,
Н.Т. Минбаева, Д.М. Саттарова*

Аннотация. Диабеттик полинейропатияны эрте аныктоо клиникалык неврологиянын негизги маселелеринин бири болуп саналат, анткени перифериялык нервдердеги субклиникалык өзгөрүүлөр белгилер пайда болгонго чейин эле башталат. Макалада кант диабети бар бейтаптарда эрте аксоналдык жана демиелинизациялык бузулууларды аныктоодо электронейромиографиянын мүмкүнчүлүктөрү каралган. Өзгөчө көңүл балтыр жана нур нервдердин сенсордук жооп амплитудасынын көрсөткүчүнө баштапкы өзгөрүүлөрдүн маркери катары бурулган. Алынган маалыматтар нейропатиянын өнүгүшүн өз убагында баштоо жана алдын алуу үчүн электронейромиографиянын жогорку диагностикалык маанисин тастыктайт. Диабеттик полинейропатиясы бар 13 бейтапта нейрофизиологиялык изилдөөнүн жыйынтыктары келтирилген, анда балтыр жана нур нервдердин сенсордук жооп амплитудасынын коэффициенти колдонулган. Бул ыкма дисталдык диабеттик сенсордук полинейропатияны эрте аныктоо жана тастыктоо үчүн кеңири колдонулат.

Түйүндүү сөздөр: кант диабети; полиневропатия; сезүү реакциясы; суралдык жана радиалдык нервдердин сезүү реакцияларынын амплитудаларынын айырмалары; балтыр нерв; нур нерв; электронейромиография.

ELECTRONEUROMYOGRAPHY IN THE EARLY DIAGNOSIS OF DIABETIC POLYNEUROPATHY

*N.Sh. Usenova, D.I. Bakaeva, Aлымzhan uulu Bolot,
N.T. Minbaeva, D.M. Sattarova*

Abstract. Early diagnosis of diabetic polyneuropathy remains a key challenge in clinical neurology, as subclinical changes in peripheral nerves precede the onset of symptoms. This article presents the capabilities of electroneuromyography in

detecting early axonal and demyelinating abnormalities in patients with diabetes mellitus. Particular attention is given to the amplitude of the sensory response of the sural and radial nerves as a marker of early changes. The obtained data confirm the high diagnostic value of nerve conduction study for the timely initiation of therapy and prevention of neuropathy progression. An analysis of neurophysiological studies in 13 patients with diabetic polyneuropathy is presented, using the coefficient of sensory response amplitudes of the sural and radial nerves. This parameter is widely used for the early detection and confirmation of distal diabetic sensory polyneuropathy.

Keywords: diabetes mellitus; polyneuropathy; sensory response; ratio of amplitudes of sensory responses of the calf and radial nerves; calf nerve; radial nerve; electroneuromyography.

В настоящее время в мире 589 млн взрослых людей от 20 до 79 лет страдают сахарным диабетом, что составляет около 11,1 % взрослого населения [1]. Согласно прогнозам, к 2050 году число людей с сахарным диабетом может увеличиться до 853 млн – примерно 1 из 8 взрослых. 81 % больных сахарным диабетом проживают в странах с низким и средним уровнем дохода. Ежегодно диабет приводит к смерти примерно 3,4 млн людей во всем мире, около 43 % людей с диабетом, а именно 252 млн человек, остаются недиагностированными, что усугубляет риск тяжёлых осложнений [2]. Расходы на здравоохранение, связанные с диабетом, оцениваются в порядке 1 трлн долларов в год, и они продолжают расти из-за увеличения числа пациентов и осложнений [3].

Диабетическая полинейропатия является одной из наиболее частых осложнений сахарного диабета и встречается примерно у 40–66 % пациентов с длительным течением заболевания, что делает её важной проблемой клинической практики и здравоохранения [4]. Приблизительно половина пациентов из них имеет выраженную болевую форму, что существенно снижает качество жизни и вызывает ограничения повседневной активности. Диабетическая нейропатия участвует в формировании хронических осложнений, включая язвы стоп и ампутации, и считается важным фактором инвалидизации у больных диабетом. По данным регистра осложнений, в некоторых популяциях она выявляется у 44 % больных с сахарным диабетом 1-го типа и у более 50 % – с диабетом 2-го типа [5].

Распространенность диабетической полинейропатии значительно возрастает при использовании электрофизиологических методов, и показатели поражения нервов могут достигать до 90 %, в отличие от только клинической оценки неврологического статуса у больных.

Электронейромиография позволяет выявлять как клинические, так и субклинические формы полинейропатии, которые могут оставаться невидимыми при стандартном неврологическом обследовании [6]. В одном крупном исследовании после включения электронейромиографии к клиническому обследованию распространенность диабетической полинейропатии увеличилась с 40,4 до 62,2 % [7]. Электрофизиологические показатели, включая скорость нервной проводимости, амплитуды и латентности, позволяют классифицировать типы поражения – аксональное или демиелинизирующее, что важно для прогнозирования и терапии.

Одним из ключевых маркеров электронейромиографического исследования при сахарном диабете является значение соотношения амплитуд сенсорных ответов икроножного и лучевого нервов, который позволяет выявить дистальную сенсорную полинейропатию на ранних стадиях [8]. Известно, что поражение нервов при сахарном диабете начинается с дистальных отделов нижних конечностей. Признаками дистальной полинейропатии являются: снижение амплитуды сенсорного ответа, главным образом с икроножного нерва, замедление проводимости, удлинение F-волны [9, 10]. Стандартные исследования нервной проводимости остаются «золотым стандартом» диагностики. Соотношение амплитуд сенсорных ответов икроножного и лучевого нервов (SRAR) является ранним маркером дистальной диабетической полинейропатии. В ранних исследованиях показана чувствительность этого показателя до 85 % и его значимая прогностическая ценность [11]. В исследовании 2021 года SRAR показал очень высокую чувствительность – до 100 % – в выявлении дистальной полинейропатии и может использоваться как часть скринингового алгоритма ранней диагностики [12]. Амплитудные соотношения позволяют выявлять

нейропатию при нормальных стандартных параметрах, низкие значения SRAR ассоциированы с высоким риском полинейропатии [13, 14]. Однако интерпретация должна проводиться в комплексе с клиническими данными и стандартными параметрами нервной проводимости [15, 16].

Цель исследования – оценить диагностическую информативность коэффициента соотношения амплитуд сенсорных ответов икроножного и лучевого нервов у пациентов с сахарным диабетом, определить его чувствительность, специфичность и прогностическую ценность, а также обосновать его использование в качестве раннего нейрофизиологического маркера дистальной диабетической сенсорной полинейропатии.

Задачи исследования

1. Рассчитать значения амплитуд сенсорных ответов икроножного и лучевого нервов у пациентов с диабетической полинейропатией.

2. Проанализировать распределение соотношения амплитуд сенсорных ответов икроножного и лучевого нервов и частоту его снижения.

3. Оценить межстороннюю асимметрию сенсорных ответов икроножного и лучевого нервов.

4. Исследовать связь соотношения амплитуд сенсорных ответов икроножного и лучевого нервов с возрастом, полом и длительностью сахарного диабета.

Материалы и методы исследования.

Объектом исследования явились 13 пациентов с сахарным диабетом. Средний возраст обследованных составил $58,3 \pm 5,8$ года (диапазон 48–67 лет). Средняя длительность заболевания – $5,4 \pm 3,8$ года (от 1 до 12 лет), что указывает на преобладание пациентов со средней продолжительностью заболевания.

Критериями включения являлись наличие установленного диагноза сахарного диабета и клиническое подозрение на диабетическую полинейропатию.

Критериями исключения служили другие возможные причины полинейропатий (алкогольная, токсическая, воспалительная, наследственная), а также выраженные сопутствующие заболевания, способные влиять на результаты нейрофизиологического исследования.

Методами исследования являлись неврологический осмотр и стимуляционная электронейромиография верхних и нижних конечностей. Исследование проводилось по стандартной методике с оценкой сенсорных ответов икроножного и лучевого нервов. Анализировались следующие параметры: амплитуда сенсорного ответа, скорость проведения возбуждения (при наличии данных). Основным исследуемым показателем являлся коэффициент соотношения амплитуд сенсорных ответов икроножного и лучевого нервов (SRAR), рассчитываемый как отношение амплитуды ответа икроножного нерва к амплитуде ответа лучевого нерва. Исследования проводились в стандартных условиях с контролем температуры конечностей (не ниже 32°C), что позволило минимизировать влияние температурного фактора на показатели проводимости. Полученные данные сравнивались с референсными значениями *remember*, принятыми в лаборатории. Оценивались абсолютные значения амплитуд сенсорных ответов, а также изменения коэффициента SRAR как потенциального маркера ранних нейрофизиологических нарушений.

Статистическая обработка данных включала методы описательной статистики с представлением результатов в виде средних значений и стандартных отклонений. Для оценки взаимосвязей применялся корреляционный анализ с использованием коэффициента Спирмена.

Результаты и обсуждение. Средняя длительность диабета у обследованных больных составляла $5,4 \pm 3,8$ года (от 1 до 12 лет), что указывает на преобладание пациентов со средним стажем заболевания. Амплитуды сенсорных ответов икроножного нерва справа были в пределах $2,29 \pm 1,18$ мкВ, минимум – 0,29 мкВ, максимум – 4,8 мкВ. Слева: $1,95 \pm 1,16$ мкВ, минимум – 0,9 мкВ, максимум – 5,1 мкВ. Амплитуды сенсорных ответов лучевого нерва справа были равны $17,9 \pm 8,3$ мкВ, минимум – 0,8 мкВ, максимум – 31,3 мкВ. Слева: $18,3 \pm 7,6$ мкВ, минимум – 1,9 мкВ, максимум – 30,1 мкВ.

Асимметрия сниженной амплитуды сенсорного ответа с икроножного нерва, превышающая 30 %, наблюдалась у 11 пациентов – 84,6 % случаев (рисунок 1).

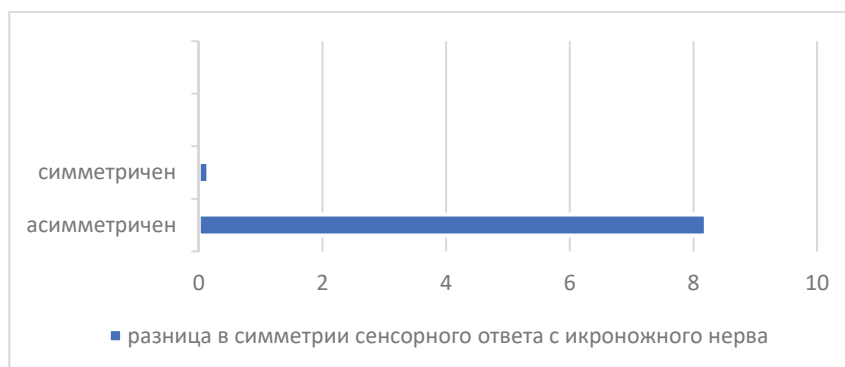


Рисунок 1 – Разница в симметрии сенсорного ответа с икроножного нерва



Рисунок 2 – Разница в симметрии сенсорного ответа с лучевого нерва

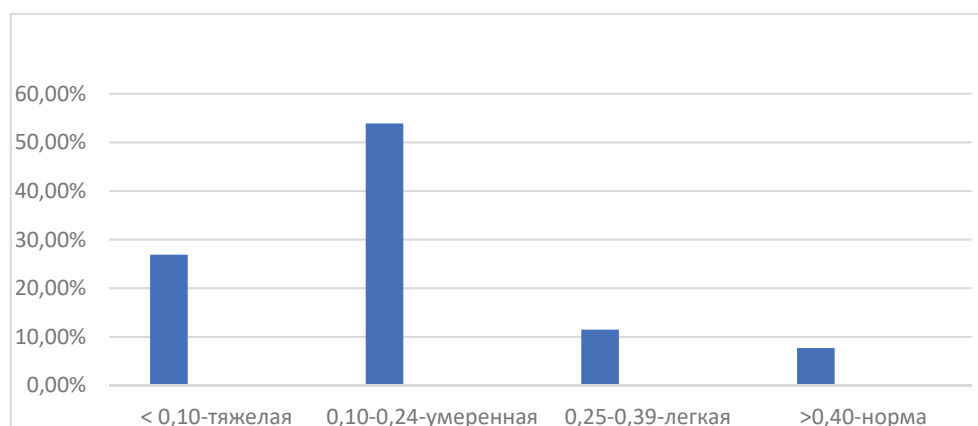


Рисунок 3 – Распределение уровней соотношения икроножного сенсорного нерва к лучевому у исследованных больных

Значительная асимметрия снижения сенсорного ответа с радиального нерва присутствовала только у 3 пациентов, в 23,1 % случаев (рисунок 2).

Значимых корреляций между длительностью диабета и уровнем соотношения сенсорного икроножного и лучевого нервов обнаружено не было (коэффициент корреляции Спирмена $\rho = 0,06$; $p = 0,83$ или с возрастом корреляция также отсутствовала (коэффициент корреляции Спирмена $\rho = 0,39$; $p = 0,19$).

Среднее значение соотношения амплитуд сенсорных ответов икроножного и лучевого нервов по всем конечностям ($n = 26$) составило $0,143 \pm 0,125$, что соответствует выраженному поражению, при норме не более 0,4. Значения соотношения амплитуд сенсорных ответов икроножного и лучевого нервов у 53,9 % больных были ниже 0,25 (рисунок 3).

Выводы

1. В большинстве случаев амплитуды лучевых нервов сохранены или снижены умеренно, однако наличие минимальных значений, а именно: < 2 мкВ у части пациентов указывает на генерализацию аксонального поражения при более выраженных формах полинейропатии. Во всей выборке наблюдается достоверный дистально-проксимальный градиент: амплитуды икроножных нервов существенно ниже, чем лучевых, средние значения икроножного нерва примерно в 8–10 раз ниже, чем лучевого. Преобладали значения SRAR в диапазоне умеренного снижения (0,10–0,24) у 53,9 % пациентов.

2. Важным результатом этого исследования стала высокая распространенность асимметрии амплитуд потенциала действия икроножного нерва между сторонами. Это наблюдение подчеркивает гетерогенный и часто асимметричный характер поражения дистальных нервов при диабетической полинейропатии, особенно на ранних и умеренных стадиях заболевания.

3. Отсутствие значимой корреляции между соотношением амплитуд сенсорных ответов икроножного и лучевого нервов и длительностью диабета или возрастом согласуется с предыдущими исследованиями в литературе и отражает скорее характер поражения нервов, чем длительность нейропатического поражения.

4. У всех пациентов электронейромиографическое исследование было выполнено впервые, у большинства больных на пятом году развития сахарного диабета, что свидетельствует о поздней диагностике диабетической полинейропатии.

Поступила: 11.02.2026;

рецензирована: 25.02.2026; принята: 27.02.2026.

Литература

1. Zhou B. et al. Worldwide trends in diabetes prevalence and treatment: 1990–2022 // *Lancet*. 2024.
2. Shahid S.M. et al. Global epidemiology and burden of type 2 diabetes mellitus in adults // *Journal of Public Health*. 2025.
3. Satyanarayana K. et al. The prevalence of neuropathy and relationship with risk factors in diabetic patients: a single-center experience // *Med Princ Pract*. 2006; 15 (3): 190–194.
4. Perkins B.A., Olaleye D., Zinman B., Bril V. Simple screening tests for peripheral neuropathy in the diabetes clinic // *Diabetes Care*. 2001; 24 (2): 250–256.
5. Dyck P.J., Albers J.W., Andersen H. et al. Diabetic polyneuropathies: update on research definition, diagnostic criteria and estimation of severity // *Diabetes Metab Res Rev*. 2011; 27 (7): 620–628. DOI:10.1002/dmrr.1226.
6. Tesfaye S., Boulton A.J.M., Dyck P.J. et al. Diabetic neuropathies: update on definitions, diagnostic criteria, estimation of severity, and treatments // *Diabetes Care*. 2010; 33 (10): 2285–2293.
7. England J.D., Gronseth G.S., Franklin G. et al. Practice parameter: evaluation of distal symmetric polyneuropathy // *Neurology*. 2009; 72 (2): 177–184.
8. Perkins B.A., Bril V. Diagnosis and management of diabetic neuropathy // *Curr Diab Rep*. 2003; 3 (6): 495–500.
9. England J.D., Gronseth G.S., Franklin G. et al. Practice guideline: evaluation of distal symmetric polyneuropathy: updated recommendations // *Neurology*. 2021; 97 (20): e2000–e2012.
10. Tankisi H., Pugh K., Beniczky S., Andersen H. Nerve conduction studies and EMG in diabetic neuropathy: past, present and future // *Clinical Neurophysiology*. 2021; 132 (10): 2390–2405.
11. Carmichael J., Fadavi H., Ishibashi F. et al. Advances in screening, early diagnosis and staging of diabetic neuropathy // *Frontiers in Endocrinology*. 2021; 12: 671257.

12. Gupta R., Bansal R., Singh R. et al. Standard clinical screening tests, nerve conduction studies and sural-radial amplitude ratio in diabetic neuropathy // Indian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2021; 25 (6): 512–518.
13. Albers J.W., Pop-Busui R. Diabetic neuropathy: mechanisms, emerging treatments, and electrophysiological markers // Current Diabetes Reports. 2022; 22 (4): 123–134.
14. Stino A.M., Smith A.G. Peripheral neuropathy in prediabetes and the metabolic syndrome // Journal of Diabetes Investigation. 2021; 12 (5): 646–655.
15. Kim S.H. et al. Diagnostic value of sural-radial amplitude ratio in early diabetic neuropathy // Muscle & Nerve. 2022; 66 (3): 345–352.
16. Bukharaeva E. et al. Electrophysiological biomarkers in diabetic polyneuropathy: focus on amplitude ratios // Clinical Neurophysiology Practice. 2023; 8: 120–128.