



# Влияние диабетической периферической полинейропатии на отдаленный исход у пациентов с сахарным диабетом 2 типа

Корнева К.Г., Сазанова Н.М., Почкина И.Г., Стронгин Л.Г., Шлякова А.А.

ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

**Актуальность.** Диабетическая периферическая нейропатия (ДПН) признана наиболее распространенным микрососудистым осложнением диабета, приводящим к развитию болевого синдрома, нарушению чувствительности и двигательной функции. Роль ДПН как самостоятельного фактора, влияющего на смертность у больных сахарным диабетом 2 типа (СД2) изучена недостаточно.

**Цель.** Оценить влияние ДПН на частоту смерти у пациентов с СД2 в течение 5 лет.

**Материал и методы.** Проведено одноцентровое неконтролируемое исследование с участием 496 пациентов с СД2, госпитализированных в эндокринологическое отделение. Оцениваемым исходом считали смерть от всех причин. Средний период наблюдения составил 1701 + 338 дней. У пациентов изучались клинико-анамнестические данные, оценивались результаты биохимических показателей крови, степень тяжести клинической симптоматики и неврологического дефицита с применением специальных шкал и опросников.

**Результаты.** За пятилетний период наблюдения умер 81 пациент (16,3%). Возраст старше 70 лет, снижение вибрационной чувствительности более 2 баллов и перенесенный острый инфаркт миокарда (ОИМ) были связаны с неблагоприятным исходом. У больных старше 70 лет и у пациентов с ОИМ в анамнезе наблюдалось увеличение риска смерти в 2,5 раза. Показатель вибрационной чувствительности более 2 баллов ассоциировался с увеличением неблагоприятного исхода в 1,8 раза. Также была введена и выполнена балльная оценка предикторов смертельного исхода, проведен ROC-анализ для балльной прогностической модели. Площадь под ROC-кривой составила 0,696 (95% доверительный интервал: 0,629–0,760,  $p < 0,001$ ).

**Заключение.** Определение вибрационной чувствительности – простой и доступный в клинической практике тест, позволяющий не только диагностировать ДПН, риск развития синдрома диабетической стопы, но и оценить долгосрочный прогноз у пациентов с СД2. На основании определения вибрационной чувствительности предложена балльная система прогнозирования риска смерти в течение 5 лет.

**Ключевые слова:** сахарный диабет 2 типа, диабетическая периферическая нейропатия, риск смерти.



**Для цитирования:** Корнева К.Г., Сазанова Н.М., Почкина И.Г., Стронгин Л.Г., Шлякова А.А. Влияние диабетической периферической полинейропатии на отдаленный исход у пациентов с сахарным диабетом 2 типа. FOCUS Эндокринология. 2025; 6(4): 19–25. doi: 10.62751/2713-0177-2025-6-4-03

## Influence of diabetic peripheral polyneuropathy on long-term outcome in patients with type 2 diabetes

Korneva K.G., Sazanova N.M., Pochinka I.G., Strongin L.G., Shlyakova A.A.

Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

**Background.** Diabetic peripheral neuropathy (DPN) is recognized as the most prevalent microvascular complication of diabetes leading to the development of pain syndrome, sensory impairment, and motor function disturbance. The role of DPN as an independent factor influencing mortality in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) remains insufficiently studied.

**Aim.** To assess the impact of DPN on the frequency of death in patients with T2DM over a period of five years.

**Material and methods.** A single-center uncontrolled study was conducted involving 496 patients with T2DM who were hospitalized in the endocrinology department. The evaluated outcome was all-cause mortality. The average follow-up period was 1701 ± 338 days. Clinical and anamnestic data were collected from the patients, laboratory studies of biochemical blood parameters were performed, and the severity of clinical symptoms and neurological deficits were assessed using special scales and questionnaires.

**Results.** During the five-year observation period, 81 patients (16.3%) died. Age over 70 years old, decrease in vibration perception threshold (VPT) by more than 2 points, and history of acute myocardial infarction (AMI) were associated with adverse outcomes. For patients aged over 70 years and those with previous AMI, there was a 2.5-fold increased risk of death. VPT scores exceeding 2 points were associated with an 1.8-fold increase in unfavorable outcomes. A scoring system for predictors of fatal outcomes was introduced. An ROC analysis was conducted for the predictive scoring model. The area under the ROC curve was 0.696 (95% CI: 0.629–0.760,  $p < 0.001$ ).

**Conclusion.** Assessment of VPT is a simple test available in clinical practice that not only allows diagnosing DPN and predicting the risk of developing diabetic foot syndrome but also evaluating long-term prognosis in patients with T2DM. Based on measuring VPT, a point-based system for predicting the risk of death within 5 years has been proposed.

**Key words:** type 2 diabetes mellitus, diabetic peripheral neuropathy, risk of death.

**For citation:** Korneva K.G., Sazanova N.M., Pochinka I.G., Strongin L.G., Shlyakova A.A. Influence of diabetic peripheral polyneuropathy on long-term outcome in patients with type 2 diabetes. FOCUS Endocrinology. 2025; 6(4): 19–25. doi: 10.62751/2713-0177-2025-6-4-03

## Введение

Хроническая гипергликемия при сахарном диабете ассоциирована с развитием как микрососудистых, так и макрососудистых осложнений. Диабетическая периферическая нейропатия (ДПН) признана наиболее распространенным микрососудистым осложнением, приводящим к развитию болевого синдрома, нарушению чувствительности и двигательной функции. Недавнее международное исследование, выполненное в 14 странах, показало, что средняя распространенность ДПН среди пациентов с сахарным диабетом 2 типа (СД2) составила 26,7%, со значительной вариабельностью (от 0,58 до 79,6%) в разных странах. В России это осложнение имели 54,8% участников исследования [1]. По данным Российского регистра, ДПН зарегистрирована у 18,6% пациентов с СД2 с колебаниями частоты ее встречаемости от 0,1 до 42,4% случаев в зависимости от региона [2].

Скрининг ДПН рекомендуется проводить всем пациентам с впервые выявленным СД2, и далее ежегодно. Оценка симптомов должна включать сбор анамнеза и исследование температурной, вибрационной, болевой и тактильной чувствительности с использованием контролируемых физиологических стимулов [3].

ДПН в сочетании с атеросклерозом артерий нижних конечностей вызывает развитие синдрома диабетической стопы, к проявлениям которого относятся язвы и гангрена нижних конечностей. Риск ампутаций у больных с диабетом в 22 раза выше в сравнении с общей популяцией. В 80% случаев ампутациям предшествует формирование язвы стопы, что увеличивает риск смерти почти в 2 раза [4]. При этом роль ДПН как самостоятельного фактора, влияющего на смертность у больных СД2, изучена недостаточно.

## Цель исследования

Оценить влияние ДПН на частоту смерти у пациентов с СД2 в течение 5 лет.

## Материал и методы

Проведено 5-летнее одноцентровое обсервационное неконтролируемое исследование, включившее 496 пациентов с СД2, госпитализированных в эндокринологическое отделение ГБУЗ НО «Городская клиническая больница № 13» г. Нижнего Новгорода для коррекции сахароснижающей терапии. Набор пациентов осуществлялся с октября 2016 г. по апрель 2018 г. путем сплошного включения, анализ оценки исхода выполнялся в декабре 2023 г. Оцениваемым исходом считали смерть от всех причин. Средний период наблюдения составил 1701 + 338 дней.

**Критерии включения:** наличие СД2, подписание пациентом информированного согласия об участии в исследовании.

**Критерии исключения:** отказ пациента от подписания информированного согласия об участии в исследовании.

У участников были собраны клинико-анамнестические данные, проведены лабораторные исследования показателей глюкозы плазмы натощак, гликированного гемоглобина (HbA1c), общего холестерина (ОХС), триглицеридов (ТГ), холестерина липопротеидов высокой (ЛПВП) и низкой плотности (ЛПНП), креатинина с расчетной скоростью клубочковой фильтрации (СКФ) по формуле CKD-EPI.

При клиническом обследовании пациентов оценивалась степень тяжести клинической симптоматики и неврологического дефицита с применением специальных шкал и опросников: общей шкалы неврологических симптомов Total Symptom Score (TSS/TCC; Ziegler D., 1997) для оценки выраженности симптомов; шкалы нейропатического симптоматического счета Neuropathy Symptomatic Score (NSS/HCC, Grant J.A., 1999), определяющей наличие симптомов (>3 баллов), их локализацию и время возникновения; шкалы невропатического дисфункционального счета Neuropathy Disability Score (NDS/HDC, Young M.J., 1986), определяющей тяжесть неврологического дефицита и риск возникновения синдрома диабетической стопы.

Болевую чувствительность исследовали посредством болевой стимуляции неврологической иглой, температурную – с использованием термического наконечника Tip-Term, тактильную – при помощи монофиламента массой 10 г. Для температурной, болевой и тактильной чувствительности рассчитывалась средняя сумма значений по обеим нижним конечностям в баллах в зависимости от уровня нарушения чувствительности.

Вибрационная чувствительность оценивалась градуированным камертоном с частотой вибрации 128 Гц от 0 до 8 условных единиц на медиальной поверхности головки первой плюсневой кости и лодыжке с последующим переводом в баллы и расчетом среднего значения по обеим нижним конечностям. Сумма средних значений каждого вида чувствительности и каждого периферического рефлекса на каждой конечности составляла сумму баллов НДС. Наличие ДПН устанавливалось при результате по шкале НДС >4 баллов [5, 6].

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием пакета прикладных программ SPSS (версия 26) и MedCalc (версия 23.0.9). Количественные данные представлены в виде медиан и квартилей (M [25; 75]), категориальные данные – в виде частот (%). Анализ сравнения в группах проводился с помощью непараметрического критерия Манна – Уитни, таблиц сопряженности и критерия  $\chi^2$  Пирсона, анализ выживаемости – методом Каплана – Майера. Прогнозирование риска наступления события выполнялось посредством регрессионного анализа и регрессии Кокса. С помощью ROC-анализа определялся оптимальный порог разделения исследуемых переменных, анализировались чувствительность и специфичность. Различия считали достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом (ЛЭК) при ГБУЗ НО «Городская клиническая больница № 13» г. Нижнего Новгорода (выписка из протокола № 2 от 17.02.2025).

## Результаты

Клиническая характеристика пациентов, включенных в исследование, представлена в таблице 1. В выборке количественно преобладали женщины – 77%. Средний возраст пациентов составил  $63,1 \pm 9,1$  года. Более чем у половины пациентов были диагностированы ожирение и сердечно-сосудистые заболевания: ишемическая болезнь сердца (ИБС), перенесенный острый инфаркт миокарда (ОИМ), хроническая сердечная недостаточность (ХСН). Треть пациентов имели микрососудистые осложнения сахарного диабета, такие как ретинопатия и нефропатия. У большинства участников наблюдалась артериальная гипертензия, дислипидемия и неудовлетворительные показатели компенсации углеводного обмена.

Частота ДПН варьировала в зависимости от используемой шкалы. Симптоматическая ДПН по шкале НСС ( $>3$  баллов) была зарегистрирована в 76,2%, по шкале ТСС ( $>1$  балла) – в 82,5% случаев. Для шкалы НДС ( $>4$  баллов) этот показатель был ниже – 71,3% случаев. У пациентов с отсутствием нейропатических жалоб ( $<3$  баллов по шкале НСС и  $<1$  балла по шкале ТСС) в 15,8 и 13,1% случаев соответственно наблюдались

**Таблица 1. Клиническая характеристика участников исследования (n = 496)**

Признак	Показатель, % (n)/ Ме [Q1; Q3]
Длительность СД2, лет	10 [6; 15]
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	33,0 [29,4; 37,0]
Ожирение	72,3 (358)
Инсулинотерапия	51,3 (255)
Диабетическая ретинопатия	39,1 (194)
Диабетическая нефропатия	30,2 (150)
Диабетическая нейропатия	98,8 (490)
Курение	5,6 (28)
Артериальная гипертензия	94,6 (469)
ИБС	57,6 (286)
Перенесенный ОИМ	13,1 (65)
ХСН	57 (283)
HbA1c, %	9,3 [8,2; 10,2]
Глюкоза натощак, ммоль/л	8 [6,8; 9,8]
ОХС, ммоль/л	5,8 [4,8; 6,8]
ТГ, ммоль/л	2,1 [1,5; 3]
ЛПНП, ммоль/л	3,7 [3; 4,5]
ЛПВП, ммоль/л	1,2 [1,0; 1,4]
Креатинин, ммоль/л	84,2 [72,1; 95,6]
СКФ, мл/мин.	70 [57; 80]

**Примечание:** СД2 – сахарный диабет 2 типа; ИМТ – индекс массы тела; ИБС – ишемическая болезнь сердца; ОИМ – острый инфаркт миокарда; HbA1c – гликрированный гемоглобин; ОХС – общий холестерин; ТГ – триглицериды; ЛПНП – холестерин липопротеидов низкой плотности; ЛПВП – холестерин липопротеидов высокой плотности; СКФ – скорость клубочковой фильтрации.

те или иные нарушения чувствительности по шкале НДС ( $>4$  баллов).

За 5-летний период наблюдения умер 81 пациент, что составило 16,3% от общего числа участников исследования. Более чем у половины больных причиной смерти были сердечно-сосудистые заболевания (ОНМК, ОИМ, ХСН). Среди осложнений СД2 у трети пациентов причиной смерти стала гангрена нижней конечности. Частота различных причин смерти в исследованной когорте представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1. Причины смерти в исследованной когорте пациентов с сахарным диабетом 2 типа. СД – сахарный диабет**

Больные в группе неблагоприятного исхода характеризовались старшим возрастом, большей длительностью СД2, большей частотой применения инсулинотерапии в качестве сахароснижающего лечения, наличием диабетической ретинопатии, сердечно-сосудистых заболеваний, снижением функции почек, а также более высокой частотой нарушений чувствительности, оцененной по шкале НДС (табл. 2).

Распространенность и выраженность симптомов ДПН по шкале ТСС  $>1$  балла оказалась сопоставимой среди пациентов с благоприятным и неблагоприятным исходами (81,8 против 86,4%;  $p > 0,05$ ). Процентное соотношение пациентов с наличием признаков ДПН по шкале НСС  $>3$  баллов также не имело статистически достоверных различий (76,4 против 75,3%;  $p > 0,05$ ). При этом частота нарушений различных видов чувствительности, оцененная по шкале НДС  $>4$  баллов, различалась между группами исхода (64,5 против 79%;  $p = 0,011$ ).

С помощью ROC-анализа была оценена диагностическая значимость применявшихся шкал относительно конечных клинических исходов. Площадь под ROC-кривой для шкалы ТСС составила 0,552 (95% доверительный интервал (ДИ): 0,507–0,597;  $p > 0,05$ ), а для шкалы НСС – 0,503 (95% ДИ: 0,458–0,548;  $p > 0,05$ ), что свидетельствует о низкой дискриминационной способности этих шкал. Напротив, шкала НДС показала предсказанную точность с площадью под ROC-кривой 0,631 (95% ДИ: 0,586–0,674;  $p < 0,001$ ), при этом оптимальное значение cut-off в максимальной точке Юдена составило 7,75 баллов, обеспечивая чувствительность 63% и специфичность 62%.

Параметры, по которым группы исхода статистически значимо различались, были включены в одно-

**Таблица 2. Характеристика исследованных больных сахарным диабетом 2 типа в зависимости от исхода**

Параметр	Благоприятный исход (n = 415)	Неблагоприятный исход (n = 81)	p
Женщины, %	78,6	70,4	0,108
Возраст, лет	63 [57; 68]	67 [46; 87]	<0,001
АГ, %	94,9	93,5	
ИБС, %	54,3	72,7	0,003
ХСН, %	53,6	72,2	0,006
Перенесенный ОИМ, %	10,2	26	<0,001
Ожирение, %	73,4	66,7	0,213
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	33 [29,5; 37]	32 [29; 36,6]	0,237
Длительность СД2, годы	10 [6; 15]	12 [8; 19]	0,033
Инсулинотерапия, %	48,8	64,2	0,011
Диабетическая ретинопатия, %	38,7	40,8	0,921
Диабетическая нефропатия, %	27,5	43,4	0,006
Диабетическая нейропатия, %	98,6	100	0,964
HbA1с, %	9,4 [8,2; 10,2]	9,1 [8,2; 10,5]	0,887
Глюкоза натощак, ммоль/л	7,9 [6,8; 9,8]	8,2 [6,9; 10,3]	0,236
Холестерин общий, ммоль/л	5,8 [4,9; 6,9]	5,5 [4,7; 6,4]	0,074
ЛПНП, ммоль/л	3,7 [3; 4,5]	3,7 [3; 4,4]	0,475
ЛПВП, ммоль/л	1,2 [1; 1,4]	1,2 [1; 1,4]	0,949
ТГ, ммоль/л	2,2 [1,5; 3]	1,7 [1,4; 2,8]	0,013
Креатинин, мкмоль/л	82,2 [71,8; 93,6]	91,3 [77,9; 108,5]	0,001
СКФ, мл/мин.	70 [58; 81]	62 [50; 77]	0,004
ВАШ боли, балл	3 [0; 10]	3 [0; 5]	0,302
Шкала НСС, балл	5 [3; 7]	4 [2,5; 7]	0,945
Шкала НСС покалывание, балл	1 [0; 1]	1 [0; 1,5]	0,480
Шкала НСС жжение, балл	0 [0; 1]	0 [0; 1]	0,652
Шкала НСС онемение, балл	1 [0; 2]	1 [0; 2]	0,878
Шкала НСС ноющая боль, балл	1 [0; 2]	1 [0; 2]	0,841
Шкала НСС гиперстезии, балл	0 [0; 0,5]	0 [0; 1]	0,132
Шкала НСС судороги, балл	1 [0; 2]	1 [0; 2]	0,149
Шкала ТСС, балл	3,66 [3; 6,66]	4,3 [2,2; 7,2]	0,128
Шкала ТСС жжение, балл	0 [0; 2]	0 [0; 2]	0,832
Шкала ТСС боль, балл	1 [0; 2,33]	2 [0; 2,33]	0,084
Шкала ТСС покалывание, балл	1 [0; 2]	1,33 [0; 2]	0,080
Шкала ТСС онемение, балл	1 [0; 2,33]	1 [0; 2,33]	0,553
Шкала НДС >4 баллов, %	64,5	79	0,011
Шкала НДС рефлексы >0 баллов, %	71,2	74,1	0,429
Шкала НДС тактильная чувствительность >0 баллов, %	22,2	40,7	<0,001
Шкала НДС болевая чувствительность >0 баллов, %	22,1	34,6	0,013
Шкала НДС температурная чувствительность >0 баллов, %	61,2	75,3	0,001
Шкала НДС вибрационная чувствительность >2 баллов	36,5	56,3	0,001

**Примечание:** АГ – артериальная гипертензия; ИБС – ишемическая болезнь сердца; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; СД2 – сахарный диабет 2 типа; ОИМ – острый инфаркт миокарда; ИМТ – индекс массы тела; HbA1с – гликированный гемоглобин; ОХС – общий холестерин; ТГ – триглицериды; ЛПНП – холестерин липопротеидов низкой плотности; ЛПВП – холестерин липопротеидов высокой плотности; СКФ – скорость клубочковой фильтрации; ВАШ – визуально-аналоговая шкала; НСС – шкала нейропатического функционального счета; ТСС – шкала общего симптоматического счета; НДС – шкала нейропатического дисфункционального счета.

**Таблица 3. Однофакторный регрессионный анализ исходов у исследованных пациентов с сахарным диабетом 2 типа**

Параметр	Относительный риск [95% доверительный интервал]	p
Возраст	1,059 [1,032–1,087]	0,000
ХСН	2,216 [1,312–3,743]	0,003
ПИКС	2,598 [1,561–4,325]	0,000
Длительность СД2	1,029 [1,001–1,057]	0,042
Лечение инсулином	1,766 [1,121–2,781]	0,014
ДАРП	1,847 [1,173–2,907]	0,008
ТГ	0,925 [0,799–1,072]	0,303
СКФ	0,983 [0,971–0,995]	0,008
НДС	1,079 [1,036–1,124]	0,000
Тактильная чувствительность	1,421 [1,146–1,763]	0,001
Болевая чувствительность	1,205 [1,019–1,426]	0,029
Температурная чувствительность	1,257 [1,110–1,423]	0,000
Вибрационная чувствительность	1,361 [1,146–1,616]	0,000

**Примечание:** ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ОИМ – острый инфаркт миокарда; СД2 – сахарный диабет 2 типа; ДАРП – диабетическая ретинопатия; ТГ – триглицериды; СКФ – скорость клубочковой фильтрации; НДС – шкала нейропатического дисфункционального счета.

**Таблица 4. Результаты многофакторной модели пропорциональных рисков Кокса**

Признак	β	Отношение шансов	95% доверительный интервал	p
Возраст старше 70 лет	0,928	2,530	1,575–4,067	0,001
Перенесенный острый инфаркт миокарда	0,941	2,563	1,523–4,311	0,000
Снижение вибрационной чувствительности более 2 баллов	0,603	1,828	1,154–2,896	0,010

факторный регрессионный анализ. Все включенные в анализ параметры, за исключением уровня ТГ, достигли статистической значимости, что указывает на их существенный вклад в развитие неблагоприятного исхода (табл. 3).

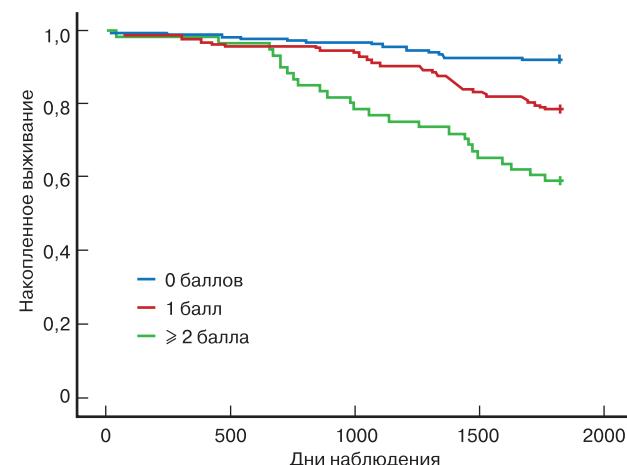
Дискриминационная способность количественных признаков, по которым оценивалась статистическая значимость при прогнозировании смертельного исхода, была оценена с помощью анализа ROC-кривых. Для определения оптимальной точки разделения использовался индекс Юдена. С помощью регрессии Кокса был выполнен анализ путем пошагового включения переменных. Конечная модель включала 3 фактора: возраст старше 70 лет, перенесенный ОИМ и показатель вибрационной чувствительности более 2 баллов. Согласно корреляционной матрице, корреляции между предикторами составили <0,2, что исключает взаимодействие переменных, способных оказать влияние на полученную модель (табл. 4).

Возраст старше 70 лет, снижение вибрационной чувствительности более 2 баллов и перенесенный ОИМ были ассоциированы с неблагоприятным исходом. У больных старше 70 лет и у пациентов с ОИМ в анамнезе наблюдается увеличение риска смерти в 2,5 раза. Показатель вибрационной чувствительности более 2 баллов связан с увеличением неблагоприятного исхода в 1,8 раза.

Нами была введена балльная оценка предикторов смертельного исхода. Коэффициенты уравнения регрессии ( $\beta$  в табл. 4) округлены до целых чисел, каждому из обсуждаемых предикторов был присвоен 1 балл.

В результате получена следующая шкала с диапазоном от 0 до 3: 0 баллов – отсутствие предикторов; 1 балл – наличие 1 предиктора; 2 балла – наличие 2 предикторов; 3 балла – наличие 3 предикторов.

При проведении ROC-анализа для балльной прогностической модели площадь под ROC-кривой составила 0,696 (95% ДИ 0,629–0,760;  $p < 0,001$ ). Пороговое значение в точке cut-off, которой соответствовало наивысшее значение индекса Юдена, равнялось 2 баллам. При уровне баллов  $\geq 2$  чувствительность модели составляет 17,6%, специфичность – 86,2%. На рисунке 2 представлены кривые выживаемости пациентов с разным количеством баллов.

**Рисунок 2. Кривые выживаемости Каплана – Майера по балльной модели оценки предикторов смертельного исхода ( $p < 0,001$ )**

## Обсуждение

В представленной работе исследовалось влияние ДПН на отдаленный клинический прогноз у пациентов с СД2. На основании клинических жалоб частота ДПН, оцененная суммарно с помощью трех нейропатических шкал, составила около 67%, что согласуется с другими данными [7]. В группах с неблагоприятным исходом наблюдалось снижение всех видов чувствительности, определенных по шкале НДС. Однако выраженность и тяжесть нейропатических жалоб по шкалам ТСС и НСС была сопоставима и не различалась в группах. Чувствительность и специфичность скрининговых тестов для диагностики нейропатии имеют достаточно большие вариации, однако при субклинических бессимптомных формах ДПН применение количественной оценки нарушений чувствительности с помощью шкалы НДС увеличивало вероятность положительного диагноза ДПН, что подчеркивает необходимость использования дополнительных физиологических стимулирующих неврологических тестов даже в отсутствии жалоб пациента [8].

Кроме того, применение шкалы НДС, в отличие от оценки субъективных жалоб по шкалам НСС и ТСС, показало потенциальную способность предсказывать неблагоприятный клинический исход, хотя чувствительность и специфичность этого метода оказались не очень высокими.

Мы обнаружили, что старший возраст, наличие сердечно-сосудистых заболеваний, длительность СД2, необходимость инсулинотерапии, а также снижение всех видов чувствительности, верифицированное при помощи шкалы НДС, связаны с повышенным риском смерти. Продолжительность СД2 безусловно ассоциируется с увеличением частоты микрососудистых осложнений. В одном из исследований диабетическая ретинопатия, снижение функции почек и наличие автономной, но не диабетической полинейропатии, были связаны с сокращением ожидаемой продолжительности жизни на 1,3–2,6 года и обладали синергическим эффектом [9]. Наши наблюдения также подтверждают неблагоприятное влияние на выживаемость диабетической ретинопатии и нефропатии. Дополнительно было выявлено, что в группе неблагоприятного исхода доля пациентов с нарушениями чувствительности, но не сухожильными рефлексами оказалась достоверно выше по всем видам этих нарушений.

В соответствии с результатами однофакторного регрессионного анализа возраст, длительность СД2, лечение инсулином, наличие микрососудистых и сердечно-сосудистых событий, снижение почечной функции значимо влияли на общую выживаемость, что указывало на существенную роль этих переменных. Нарушения всех видов чувствительности по шкале НДС, особенно тактильной и вибрационной, также ассоциировались с неблагоприятным исходом. В одном из исследований наличие ДПН в 1,7 раза увеличивало смертность от всех причин и в 3,8 раза – у пациентов с длитель-

ностью диабета 10 лет и более. Данные научных работ свидетельствуют, что снижение чувствительности, особенно вибрационной, при ДПН может выступать недооцененным фактором риска общей смертности у пациентов с СД2 [10].

Механизмы повышенного риска смертельного исхода у пациентов с ДПН могут включать несколько аспектов. Снижение периферической чувствительности способствует повышенному риску незначительных травм стоп. Длительное игнорирование таких повреждений ведет к формированию трудноизлечимых язвенных дефектов, инфекционному локальному и генерализованному процессу. ДПН служит не только основным фактором риска развития синдрома диабетической стопы и последующих ампутаций нижних конечностей, но и ассоциируется со снижением выживаемости даже в отсутствии предшествующих язвенных дефектов или ампутаций [11]. Это может быть связано с тем, что ДПН является маркером системной нейропатии, в том числе автономной. Автономная нейропатия сопряжена с нарушением адаптации частоты сердечных сокращений, рефлекторной регуляции артериального давления, с повреждением мелких сосудов миокарда и кардиомиоцитов, что повышает риск развития хронической сердечной недостаточности и инфаркта миокарда, аритмий, безболевой ишемии миокарда и внезапной сердечной смерти [12]. Также ДПН связана с атеросклеротическим поражением артерий – основной причиной смерти у больных с СД2. Нейропатия мелких волокон непосредственно участвует в формировании эндотелиальной дисфункции, что является важной предпосылкой возрастания риска сердечно-сосудистых заболеваний [13].

ДПН может быть маркером других тесно связанных между собой микрососудистых осложнений. Так, прогрессирующая диабетическая болезнь почек формирует ряд неблагоприятных нарушений (артериальную гипертензию, гипоксию тканей, электролитные нарушения), ассоциированных с увеличением риска смерти [14]. Совокупность перечисленных выше механизмов объясняет высокую смертность пациентов с ДПН.

Полученная многофакторная модель позволила установить синергический эффект комбинации таких факторов, как возраст, перенесенный ОИМ и снижение вибрационной чувствительности, в отношении смертности от всех причин, что подтверждает клиническую ценность комплексного скрининга у пациентов с СД2 для лучшей стратификации риска неблагоприятного прогноза. Более низкие показатели вибрационной чувствительности (<2 балла) и возраст <70 лет указывали на возможное снижение риска неблагоприятного исхода в данной когорте. Иными словами, более легкие формы нарушений вибрационной чувствительности и младший возраст не попадут в группу неблагоприятного исхода и будут пропущены. Тем не менее определение вибрационной чувствительности при использовании шкалы НДС в целом имеет положительную

прогностическую ценность 90,3% с чувствительностью 50% и специфичностью 84,2% в диагностике ДПН, что свидетельствует о низкой частоте ложноположительных результатов [15]. Было показано, что такие факторы, как возраст, диабетическая ретинопатия и нефропатия, равно как и перенесенный ОИМ, повышают вероятность развития ДПН, что подчеркивает важность выявления последней при вышеуказанных ассоциированных состояниях [16]. В свою очередь, согласно предложенной балльной оценке предикторов неблагоприятного исхода, лишь 14% пациентов при наличии комбинации возраст + перенесенный ОИМ +

снижение вибрационной чувствительности >2 баллов будут классифицированы как ложноотрицательные.

## Заключение

Оценка вибрационной чувствительности – простой и доступный в клинической практике тест, позволяющий не только диагностировать ДПН, риск развития синдрома диабетической стопы, но и оценивать долгосрочный прогноз у пациентов с СД2. На основании определения вибрационной чувствительности предложена балльная система прогнозирования риска смерти в течение 5 лет.

## Литература/References

1. Lu Y, Xing P, Cai X, Luo D, Li R, Lloyd C et al. Prevalence and risk factors for diabetic peripheral neuropathy in type 2 diabetic patients from 14 countries: Estimates of the INTERPRET-DD Study. *Front Public Health*. 2020;8:534372. doi: 10.3389/fpubh.2020.534372.
2. Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К. Эпидемиология сахарного диабета в Российской Федерации: клинико-статистический анализ по данным Федерального регистра сахарного диабета. *Сахарный диабет*. 2017;20(1):13–41. doi: 10.14341/DM8664.
3. Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю., Мокрышева Н.Г., Андреева Е.Н., Безлекина О.Б. с соавт. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. Под редакцией И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова. 11-й выпуск. *Сахарный диабет*. 2023;26(S2):1–157. doi: 10.14341/DM13042.
4. Lazzarini PA, Raspovic KM, Meloni M, van Netten JJ. A new declaration for feet's sake: Halving the global diabetic foot disease burden from 2% to 1% with next generation care. *Diabetes Metab Res Rev*. 2024;40(3):e3747. doi: 10.1002/dmrr.3747.
5. Yu Y. Gold standard for diagnosis of DPN. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021;12:719356. doi: 10.3389/fendo.2021.719356.
6. Григорьева В.Н., Белова А.Н. Клиническое неврологическое обследование. Учебное пособие. М.: Практическая медицина. 2018; 400 с. ISBN: 978-5-98811-373-7.
7. Галстян Г.Р., Старостина Е.Г., Яхно Н.Н., Гурьева И.В., Чурукяню М.В., Стреков И.А. с соавт. Диагностика и рациональная терапия болевой формы диабетической периферической нейропатии: междисциплинарный консенсус экспертов. *Сахарный диабет*. 2019;22(4):305–327. doi: 10.14341/DM9625.
8. Carmichael J, Fadavi H, Ishibashi F, Shore AC, Tavakoli M. Advances in screening, early diagnosis and accurate staging of diabetic neuropathy. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021;12:671257. doi: 10.3389/fendo.2021.671257.
9. Sacchetta L, Chiriacò M, Nesti L, Leonetti S, Forotti G, Natali A et al. Synergistic effect of chronic kidney disease, neuropathy, and retinopathy on all-cause mortality in type 1 and type 2 diabetes: A 21-year longitudinal study. *Cardiovasc Diabetol*. 2022;21(1):233. doi: 10.1186/s12933-022-01675-6.
10. Hicks CW, Wang D, Matsushita K, Windham BG, Selvin E. Peripheral neuropathy and all-cause and cardiovascular mortality in U.S. adults : A prospective cohort study. *Ann Intern Med*. 2021;174(2):167–74. doi: 10.7326/M20-1340.
11. Rastogi A, Goyal G, Kesavan R, Bal A, Kumar H, Mangalanadanam et al. Long term outcomes after incident diabetic foot ulcer: Multicenter large cohort prospective study (EDI-FOCUS investigators) epidemiology of diabetic foot complications study: Epidemiology of diabetic foot complications study. *Diabetes Res Clin Pract*. 2020;162:108113. doi: 10.1016/j.diabres.2020.108113.
12. Тюрюпов М.С., Однокол П.О., Кутевлев Г.Г., Комарова У.А. Новый лик сахарного диабета – нарушение ритма и проводимости. *Известия Российской Военно-медицинской академии*. 2024;43(2):193–201. doi: 10.17816/rmmr627539.
13. Ando A, Miyamoto M, Saito N, Kotani K, Kamiya H, Ishibashi S, Tavakoli M. Small fibre neuropathy is associated with impaired vascular endothelial function in patients with type 2 diabetes. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021;12:653277. doi: 10.3389/fendo.2021.653277.
14. Шамхалова М.Ш., Викулова О.К., Железнякова А.В., Исаков М.А., Шестакова М.В., Дедов И.И., Мокрышева Н.Г. Эпидемиология хронической болезни почек у пациентов с диабетом в Российской Федерации по данным Федерального регистра сахарного диабета (2010–2022 гг.). *Сахарный диабет*. 2023;26(5):404–417. doi: 10.14341/DM13090.
15. Galiero R, Caturano A, Vetrano E, Beccia D, Brin C, Alfano M et al. Peripheral neuropathy in diabetes mellitus: Pathogenetic mechanisms and diagnostic options. *Int J Mol Sci*. 2023;24(4):3554. doi: 10.3390/ijms24043554.
16. Peto A, Toth LI, Hernyak M, Lorincz H, Molnar A, Nagy AC et al. Correlations between distal sensorimotor polyneuropathy and cardiovascular complications in diabetic patients in the North-Eastern region of Hungary. *PLoS One*. 2024;19(7):e0306482. doi: 10.1371/journal.pone.0306482.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Корнева Ксения Георгиевна** – к.м.н., доцент кафедры эндокринологии и внутренних болезней ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России. ORCID: 0000-0003-3293-4636; eLibrary SPIN: 5945-3266; e-mail: ksenkor@mail.ru

\***Сазанова Надежда Михайловна** – ассистент кафедры эндокринологии и внутренних болезней ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России. ORCID: 0000-0002-0182-1156; eLibrary SPIN: 9873-1140; e-mail: dubininam@yandex.ru

**Починка Илья Григорьевич** – д.м.н., доцент, заведующий кафедрой эндокринологии и внутренних болезней ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России. ORCID: 0000-0001-5709-0703; eLibrary SPIN: 8743-7793; e-mail: pochinika4@yandex.ru

**Стронгин Леонид Григорьевич** – д.м.н., профессор, профессор кафедры эндокринологии и внутренних болезней ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России. ORCID: 0000-0003-2645-2729; Researcher ID: ABD-1913-2020; Scopus Author ID: 6506336513; eLibrary SPIN: 9641-8130; e-mail: malstrong@mail.ru

**Шлыкова Анна Андреевна** – к.м.н., ассистент кафедры эндокринологии и внутренних болезней ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России. ORCID: 0000-0001-8421-8688; eLibrary SPIN: 6668-8549; e-mail: anna.shlyakova@mail.ru

\*Автор, ответственный за переписку: dubininam@yandex.ru

Рукопись получена 03.08.2025. Рецензия получена 15.09.2025. Принята к публикации 10.10.2025.

**Conflict of interests.** The authors declare that there is not conflict of interests.

**Kseniya G. Korneva** – C. Sci (Med), Associate Professor, Department of endocrinology and internal medicine, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia. ORCID: 0000-0003-3293-4636; eLibrary SPIN: 5945-3266; e-mail: ksenkor@mail.ru

\***Nadezhda M. Sazanova** – Assistant at the Department of endocrinology and internal medicine, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia. ORCID: 0000-0002-0182-1156; eLibrary SPIN: 9873-1140; e-mail: dubininam@yandex.ru

**Ilya G. Pochinka** – D. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of endocrinology and internal medicine, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia. ORCID: 0000-0001-5709-0703; eLibrary SPIN: 8743-7793; e-mail: pochinika4@yandex.ru

**Leonid G. Strongin** – D. Sci. (Med.), Professor, Department of endocrinology and internal medicine, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia. ORCID: 0000-0003-2645-2729; Researcher ID: ABD-1913-2020; Scopus Author ID: 6506336513; eLibrary SPIN: 9641-8130; e-mail: malstrong@mail.ru

**Anna A. Shlyakova** – C. Sci (Med), Assistant, Department of endocrinology and internal medicine, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia. ORCID: 0000-0001-8421-8688; eLibrary SPIN: 6668-8549; e-mail: anna.shlyakova@mail.ru

\*Corresponding author: dubininam@yandex.ru

Received: 03.08.2025. Revision Received: 15.09.2025. Accepted: 10.10.2025.