



Шевченко О.И., Лахман О.Л., Сливницына Н.В., Русанова Д.В.

Изменение функциональной активности головного мозга в зависимости от степени выраженности вибрационной болезни, обусловленной воздействием локальной вибрации

ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665826, Ангарск, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Выявление специфики изменения показателей нейрофункциональной активности позволит определить диагностические признаки функциональных нарушений ЦНС у пациентов в зависимости от степени выраженности вибрационной болезни (ВБ), обусловленной воздействием локальной вибрации.

Цель исследования — оценить состояние функциональной активности мозга в зависимости от степени выраженности вибрационной болезни, обусловленной воздействием локальной вибрации.

Материалы и методы. Изучены характеристики уровня постоянного потенциала (УПП), соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП), нейропсихологические особенности 30 пациентов с I степенью ВБ (ВБ I ст.) и 51 пациента со II степенью ВБ (ВБ II ст.).

Результаты. При сравнении показателей обеих групп у пациентов с ВБ II ст. установлено повышение УПП в центральном правом отведении, латентности компонентов N9, N10, P25, снижение функции экспрессивной речи, среднего значения по шкале МоСА. Для ВБ II ст. в отличие от ВБ I ст. характерно снижение функции реципрокной координации, модально-специфической оперативной памяти (зрительной образной), увеличение латентности пиков N11, N13 и усреднённого по двенадцати отведениям УПП.

Ограничения исследований определяются отсутствием результатов воздействия локальной вибрации на церебральную гемодинамику, краткой характеристикой условий труда.

Заключение. В работе показана значимость диагностики изменений функциональной активности ГМ в зависимости от выраженности ВБ, а выявленные патологические изменения расширяют понимание роли центральных механизмов регуляции в динамике прогрессирования профессиональной болезни и могут быть использованы для мониторинга развития функциональных нарушений центральной нервной системы.

Ключевые слова: вибрационная болезнь; функциональная активность мозга; уровень постоянного потенциала; соматосенсорные вызванные потенциалы; нейропсихологическое тестирование; дифференциальная диагностика

Соблюдение этических стандартов. Исследование одобрено Локальным этическим комитетом ФГБНУ ВСИМЭИ (заключения ЛЭК № 3 от 16.02.2021 г. и № 5 от 21.03.2023 г.) и выполнено в соответствии с этическими стандартами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» (с поправками 2024 г.). Все участники дали информированное добровольное письменное согласие на участие в исследовании.

Для цитирования: Шевченко О.И., Лахман О.Л., Сливницына Н.В., Русанова Д.В. Изменение функциональной активности головного мозга в зависимости от степени выраженности вибрационной болезни, обусловленной воздействием локальной вибрации. *Гигиена и санитария*. 2026; 105(9): 982–986. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-9-982-986> <https://elibrary.ru/vlyxus>

Для корреспонденции: Шевченко Оксана Ивановна, e-mail: oich68@list.ru

Вклад авторов: Шевченко О.И. — концепция и дизайн исследования, анализ данных общей базы, сбор данных по НЭК, нейропсихологическое обследование, написание текста, структурирование статьи; Лахман О.Л. — концепция исследования, редактирование; Сливницына Н.В. — сбор и анализ клинических данных; Русанова Д.В. — сбор данных по ССВП. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех её частей.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания по фундаментальным научным исследованиям.

Поступила: 17.04.2026 / Поступила после доработки 23.06.2026 / Принята к печати: 01.07.2026 / Опубликовано: 20.10.2026

Oxana I. Shevchenko, Oleg L. Lakhman, Natalya V. Slivnitsyna, Dina V. Rusanova

Changes in the functional activity of the brain depending on the severity of vibration disease caused by exposure to local vibration

East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665826, Russia Federation

ABSTRACT

Introduction. Identifying the characteristics of changes in indicators characterizing neurofunctional activity will make it possible to determine the diagnostic signs of functional disorders of the central nervous system in patients depending on the severity of vibration disease (VD) caused by exposure to local vibration.

The aim of the study is to identify changes in neurophysiological and neuropsychological indicators depending on the severity of vibration disease caused by exposure to local vibration to assess the state of functional activity of the brain.

Materials and methods. The characteristics of the DC-potential level, SSSP, and neuropsychological features were studied in thirty patients with VD grade I (VD I) and in 51 patients with VD grade II (VD II).

Results. When comparing the indicators in both groups in patients with cerebrovascular accident stage II, an increase in the DC-potential level in the central right lead, the latency of components N9, N10, P25, a decrease in the function of expressive speech, and the average value on the MoCA scale were found. For the VD II, in contrast to the VD I, it is characteristic by a decrease in the function of reciprocal coordination, modality-specific working memory (visual figurative), an increase in the latency of peaks N11 and N13 and the averaged 12-lead DC-potential level.

Limitations. The study is limited due to the lack of results from a study of the impact of local vibration on cerebral hemodynamics and a brief description of working conditions.

Conclusion. This study demonstrates the importance of diagnosing changes in the functional activity of the brain depending on the severity of VD. The identified pathophysiological changes expand our understanding of the role of central regulatory mechanisms in the course of occupational disease progression and can be used to monitor the development of disorders in the functional state of the central nervous system.

Keywords: vibration disease; functional brain activity; DC-potential level; somatosensory evoked potentials; neuropsychological testing; differential diagnostics

Compliance with ethical standards. The study was approved by the Local Ethics Committee (LEC) of the East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research (conclusions of LEC No. 3 of 02/16/2021 and No. 5 of 03/21/2023) and carried out in accordance with the ethical standards of the World Association of

Medical Researchers' Declaration of Helsinki: "Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects" (as amended in 2024). All participants gave informed voluntary written consent to participate in the study.

For citation: Shevchenko O.I., Lakhman O.L., Slivnitsyna N.V., Rusanova D.V. Changes in the functional activity of the brain depending on the severity of vibration disease caused by exposure to local vibration. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2026; 105(9): 982–986. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-9-982-986> <https://elibrary.ru/vlyxus> (In Russ.)

For correspondence: Oksana I. Shevchenko, e-mail: oich68@list.ru

Contribution: Shevchenko O.I. — concept and design of the study, compilation and analysis the data of the general database, collected data on the NEC and neuropsychological examination, writing text, structuring the article; Lakhman O.L. — the concept of the study, editing; Slivnitsyna N.V. — collection and analysis the clinical data; Rusanova D.V. — collection the SSSP data. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The study had no sponsorship.

Received: April 17, 2026 / Revised: June 23, 2026 / Accepted: July 1, 2026 / Published: October 20, 2026

Введение

Благодаря оптимизации комплекса медико-профилактических мероприятий уровень профессиональной заболеваемости в Российской Федерации в 2024 г. по сравнению с 2015 г. снизился на 46,06% (0,89 и 1,65 на 10 000 обследованных соответственно). При этом в 2024 г. в группе профессиональных болезней, связанных с воздействием производственных физических факторов, на долю ВБ приходилось 44,28%. Работники горнодобывающих, обрабатывающих, авиастроительных предприятий подвергались приоритетному воздействию локальной вибрации, являющейся причиной возникновения и развития ВБ. Согласно данным государственного доклада (2024), ВБ, обусловленная воздействием локальной вибрации, преимущественно зарегистрирована в таких профессиональных группах, как проходчики, горнорабочие очистного забоя, сборщики-клепальщики, электрослесари подземные [1].

В результате многолетних исследований установлено, что прогрессирующее снижение афферентной иннервации, вибрационного восприятия, накопление следствий этого патологического процесса способствуют формированию функциональных нарушений центральной нервной системы (ЦНС) в виде вегетативной, гемодинамической и когнитивной дисфункций, дезорганизации показателей биоэлектрической активности с признаками дисфункции лобно-подкоркового пути, соединяющего отдельные участки коры лобной доли, ядра зрительных бугров, субталамические ядра, структуры полосатого тела, гипоталамуса, миндалевидного тела [2–7].

Стрессорное воздействие профессиональной локальной вибрации на функциональное состояние структур головного мозга (ГМ) приводит к расстройству нейрогенной регуляции вегетативных функций как центрального, так и периферического характера и проявляется, как правило, полисистемной соматической патологией (сердечно-сосудистой, дыхательной, желудочно-кишечной, половой, вегетативно-трофической), нарушениями эмоционально-личностной и когнитивной сфер [2, 8–10]. Сотрудниками ФГБНУ ВСИМЭИ были установлены признаки нарушения функциональной активности ГМ при ВБ, обусловленной воздействием локальной вибрации, проявляющиеся дезорганизацией биоэлектрической активности [11], нарушением проведения нервных импульсов по восходящим соматосенсорным путям, функций мышления, памяти, пальцевого гнозиса [3].

При постановке диагноза ВБ обычно опираются на характеристики, отражающие специфическое звено патогенеза: выявляют гипоалгезию в зоне иннервации периферических нервов дистальных отделов верхних конечностей, применяют термометрию, тепловидение, холодовые пробы, капилляроскопию, лазерную доплеровскую флоуметрию, реовазографию, ультразвуковую доплерографию, альгезиметрию, паллестезиометрию, электронейромиографию, количественное сенсорное тестирование, УЗИ суставов, рентгенографию, КТ и МРТ суставов и позвоночника [12, 13]. При оценке степени выраженности клинических проявлений ВБ выделяют следующие степени: 0 (нулевая) — доклинические проявления ВБ; I (первая) — начальные про-

явления ВБ; II (вторая) — умеренные проявления ВБ [14]. Однако из-за полиморфной клинической картины ВБ возникают диагностические ситуации, в которых существующие подходы не позволяют определить роль нарушений функциональной активности ГМ в формировании нейро-сенсорного конфликта при начальной (I ст.) и умеренной (II ст.) степени ВБ. Данный факт обосновывает необходимость разработки критериев диагностики, отражающих неспецифическое звено патогенеза ВБ — центральные механизмы регуляции в динамике развития болезни, для различения степени выраженности ВБ. Анализ результатов, полученных при нейрофизиологическом и нейропсихологическом обследовании, позволит определить роль функционального кумулятивного эффекта воздействия профессиональной локальной вибрации в развитии нарушений ЦНС в зависимости от степени выраженности ВБ.

Цель исследования — оценить состояние функциональной активности мозга в зависимости от степени выраженности вибрационной болезни, обусловленной воздействием локальной вибрации.

Материалы и методы

Согласно поставленной цели, при поступлении в клинику до проведения лечения в условиях стационара обследованы пациенты ($n = 81$), которых разделили на группы в зависимости от степени выраженности вибрационной болезни (ВБ), обусловленной воздействием локальной вибрации. Первая группа состояла из пациентов с начальной степенью (I ст.) ВБ (ВБ I ст., $n = 30$, средний возраст на момент обследования составил $46,7 \pm 7,3$ года, средний стаж работы в профессии — $17,3 \pm 3,9$ года). Вторая группа — с умеренной степенью (II ст.) ВБ (ВБ II ст., $n = 51$, средний возраст на момент обследования составил $44,6 \pm 5,9$ года, средний стаж работы в профессии — $19,5 \pm 4,3$ года). В первую группу (ВБ I ст.) вошли сборщики-клепальщики (78,6% случаев), слесари механосборочных работ (1,9% случаев), слесари по изготовлению и доводке деталей летательных аппаратов (3,9% случаев), проходчики (7,9% случаев), крепильщики (3,9% случаев), вальщики леса (1,9% случаев) и рамщики (1,9% случаев). Во вторую группу (ВБ II ст.) вошли сборщики-клепальщики (81,3% случаев), слесари механосборочных работ (4,6% случаев), слесари по изготовлению и доводке деталей летательных аппаратов (3,2% случаев), проходчики (7,8% случаев), крепильщики (1,6% случаев) и горнорабочие очистного забоя (1,5% случаев). Условия труда на исследуемых рабочих местах относились к 3.2–3.3 классам по степени вредности и опасности, характеризовались повышенной тяжестью и напряженностью рабочего процесса. Измеренный уровень локальной вибрации на этих участках достигал значений выше 126 децибел. Кроме того, эквивалентные уровни производственного шума за рабочую смену превышали установленные санитарные нормы на величину от 4 до 12,2 дБА. Критериями включения в группы было установление диагноза ВБ во время работы в контакте с вредным производственным фактором, отсутствие экспозиции вибрацией на момент исследования и зарегистрированного медленно прогрессирующего снижения слуха по типу хро-

Частота встречаемости основных синдромов в зависимости от степени выраженности ВБ, обусловленной воздействием локальной вибрации, на 100 обследованных (%)**Main syndromes and their prevalence depending on the severity of VD due to exposure to local vibration per 100 examined cases (%)**

Синдромы / Syndromes	ВБ I ст. VD I degree n = 30	ВБ II ст. VD II degree n = 51
Вегетативно-сенсорная полинейропатия: / Autonomic sensory polyneuropathy:	100	100
нерезко выраженная на верхних конечностях / indistinctly expressed on the upper extremities	23.52*	0
полинейропатия верхних конечностей без степени выраженности polyneuropathy of the upper extremities without severity	29.41	1.56*
умеренно выраженная на верхних конечностях / moderately pronounced on the upper extremities	47.05	98.36*
Периферический ангиодистонический синдром верхних конечностей Peripheral angio-dystonic syndrome of the upper extremities	35.33	96.15*
Приступы акроангиоспазма пальцев рук / Attacks of acroangiospasm of the fingers	0	3.92*
Остеоартроз локтевых, лучезапястных суставов / Osteoarthritis of the elbow and wrist joints	0	7.81*
Трофические нарушения на кистях / Trophic disorders on the hands	0	3.12*

Примечание. * — различия между показателями статистически значимы, $p = 0,01$.Note: * — differences between indicators are statistically significant, $p = 0.01$.

нической нейросенсорной тугоухости. Критериями исключения были наличие коморбидной патологии, которая могла бы повлиять на результаты исследования функциональной активности ГМ (субфебрильное состояние; наличие в анамнезе болезней и травм ГМ, приводящих к изменению показателей УПП, ССВП, нейропсихологического тестирования; побочное действие лекарственных препаратов; наличие хронических болезней системы кровообращения, приводящих к гемодинамически значимым изменениям реактивности церебральных сосудов).

Состояние афферентных путей от дистального отдела нервного ствола до соматосенсорной зоны коры ГМ оценивали посредством регистрации ССВП, стимулируя срединный нерв в области запястья. Использовали миограф «Нейро-ЭМГ-Микро» фирмы «Нейрософт» (Россия, Иваново). Анализировали показатели латентности компонентов N9, N10, N11, N13, N18, N20, P25, N30 и межпиковых интервалов N10–N13, N11–N13, N13–N18, N18–N20, N13–N20 [15]. УПП, являющийся по своему происхождению сосудистым потенциалом и отражающий особенности энергозатрат, связанных с функциональным состоянием головного мозга, нервной системы в целом, определяли методом нейрорезергокартирования (НЭК) [16]. Исследования проводили на аппаратно-программном комплексе для топографического картирования электрической активности «Нейро-КМ» (ТУ 9442-001-28910376-2008, регистрационное удостоверение № ФСР 2009/05370, сертификат соответствия № РОСС RU.0001.11ИМ25, Россия, Москва) при 12-канальном отведении. Активные неполяризуемые хлорсеребряные электроды устанавливали на голове по схеме 10×20 , пассивный электрод — на запястье ведущей руки. Рассчитывали интегральный уровень интенсивности энергетического обмена по 12 отделам для каждого испытуемого с помощью усредненного УПП $X_{\text{ср}}$ [16, 17]. Для оценки интеллекта, памяти, праксиса, гнозиса применяли нейропсихологические тесты из схемы А.Р. Лурии, которые подробно описаны нами в предыдущих работах [7, 18]. Для скрининга когнитивных нарушений использовали Монреальскую когнитивную шкалу (MoCA, от англ. Montreal Cognitive Assessment) [19]. Информацию обрабатывали с помощью пакета прикладных программ Microsoft Office 2003 (в ОС Windows XP), программных средств Microsoft Excel, статистического программного обеспечения Jamovi (version 2.3). Проверку нормальности распределения выполняли с использованием критерия Шапиро — Уилкса. Результаты исследований отображены в виде медианы (Me), верхнего и нижнего квартилей (Q_1 – Q_3), среднего (M), стандартного отклонения (σ).

Различия между количественными показателями в независимых выборках доказывали с помощью U -критерия Манна — Уитни. Статистическую значимость различий показателей, выраженных в процентах, вычисляли по методу углового преобразования Фишера. Для выявления среди полученных в ходе исследования наиболее информативных показателей использовали многофакторный дискриминантный анализ. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Соблюдение этических стандартов. Исследование одобрено Локальным этическим комитетом ФГБНУ ВСИМЭИ (заключения ЛЭК № 3 от 16.02.2021 г. и № 5 от 21.03.2023 г.) и выполнено в соответствии с этическими стандартами Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» (с поправками 2024 г.), не ущемляло прав и не подвергало опасности благополучие субъектов исследования, проведено с их согласия.

Результаты

Клиническая картина ВБ характеризовалась полиморфностью клинической симптоматики, зависящей от степени выраженности профессиональной болезни (см. таблицу). Преобладающие жалобы пациентов с ВБ I ст.: онемение, слабость и боли в руках, нарушения сна, зябкость пальцев на холоде. У пациентов с ВБ II ст. наряду с перечисленными выше жалобами отмечали побеление пальцев рук на холоде, ограничение подвижности и болезненность локтевых суставов.

В таблице представлены основные синдромы и частота их встречаемости в зависимости от степени выраженности ВБ. Для ВБ I ст. были характерны нейрососудистые нарушения рук и (или) незначительно выраженная сенсорная или вегетативно-сенсорная полинейропатия. При ВБ II ст. дополнительно отмечались приступы ангиоспазма пальцев рук, остеоартроз с различной степенью выраженности функциональной недостаточности, трофические нарушения в руках.

При сравнении медианных значений УПП и ССВП обеих групп отмечено, что у лиц с ВБ II ст. значимо повышался показатель УПП по правому центральному отведению Cd [17,5 (13,1–24,3) и 27,1 (17–32,3) мкВ при $p = 0,006$ соответственно], возрастал латентный период компонентов N9 [8,7 (8,4–9) и 9,2 (8,6–9,8), $p = 0,01$ соответственно], N10 [10,2 (10–10,6) и 10,6 (10,2–11,2), $p = 0,002$ соответственно] и P25 [23,7 (23,1–24,9) и 25 (23,6–26), $p = 0,008$ соответственно]. Кроме того, у пациентов с ВБ II ст. наиболее уязвимой оказалась функция экспрессивной речи (тест

на повторение дизъюнктивных пар звуков и оппозиционных фонем) при сопоставлении с таковой у пациентов с ВБ I ст. [0 (0–1) и 1,5 (1–2) балла при $p = 0,03$ соответственно], характеризующая низкий спонтанный компенсаторный потенциал ГМ в правом полушарии и (или) подкорковом уровне. Статистически значимое снижение значения по шкале МоСА [25 (23–26) и 23 (22–24) балла при $p = 0,04$ соответственно] указывало на негативную динамику легко выраженной когнитивной дисфункции по мере увеличения степени выраженности ВБ.

Применение дискриминантного анализа позволило выделить признаки нарушения нейрофункциональной активности в зависимости от степени выраженности ВБ. При сопоставлении показателей обеих групп получено пять наиболее значимых критериев, при которых F -включения и уровень достоверности были статистически значимыми: показатели, характеризующие межполушарные двигательные координации (проба Озерского; $F_{\text{вкл.}} = 15,75$; $p = 0,0004$), состояние зрительной образной памяти (тест «Запоминание групп картинок при трёхкратном воспроизведении»; $F_{\text{вкл.}} = 4,91$; $p = 0,03$), время постсинаптической активации задних рогов спинного мозга (латентность компонентов N11 и N13; $F_{\text{вкл.}} = 5,42$ и $5,68$; $p = 0,02$ и $0,02$ соответственно), а также средний по 12 отведениям УПП (УПП $X_{\text{ср.}}$; $F_{\text{вкл.}} = 4,57$; $p = 0,03$), отражающий уровень интенсивности энергетических процессов в мозге. Наибольшая чувствительность установлена у показателя пробы Озерского, связанного с состоянием межполушарных отношений ГМ (двигательных координаций). Совокупность полученных признаков позволяет отслеживать развитие симптомов функциональных нарушений ЦНС у пациентов в зависимости от степени выраженности ВБ, обусловленной воздействием локальной вибрации.

Обсуждение

Поскольку работники горнодобывающих, обрабатывающих, авиастроительных предприятий подвергаются приоритетному воздействию локальной вибрации, являющейся профессиональным стрессором и причиной возникновения и развития ВБ, очевидна необходимость дальнейшего изучения как специфического, так и неспецифического звеньев патогенеза ВБ — центральных механизмов регуляции в динамике развития болезни. Анализ данных клинического исследования степени выраженности ВБ выявил у пациентов с ВБ II ст. по сравнению с группой с ВБ I ст. статистически значимое увеличение частоты диагностируемых показателей: умеренно выраженной вегетативно-сенсорной полинейропатии и периферического ангиодистонического синдрома верхних конечностей, приступов акроангиоспазма пальцев рук, остеоартроза локтевых, лучезапястных суставов, трофических нарушений кистей. Несмотря на отсутствие явных признаков патологии ЦНС в клинической картине ВБ, в исследованиях показано, что у пациентов с ВБ присутствовали функциональные неврологические расстройства, проявлявшиеся неврозоподобной реакцией с вегетативной дисфункцией, когнитивными и гемодинами-

ческими нарушениями ГМ, ретинопатией, демиелинизацией нервных волокон [2, 3, 5, 7, 11, 20]. Данные нарушения закономерны, так как афферентные сигналы периферической нервной системы провоцируют рефлекторные реакции в нейронах спинного мозга, симпатических узлах, ретикулярной формации, промежуточном мозге, коре больших полушарий ГМ [21].

В нашем исследовании установлено, что при увеличении степени выраженности ВБ ухудшается состояние функциональной деятельности ГМ. У пациентов с ВБ II ст. выявлено усиление функциональных церебральных проблем, проявляющихся в виде повышения энергетического обмена в центральной области правого полушария, ухудшения экспрессивности речи, снижения среднего значения по шкале МоСА, нарушения проведения импульса по афферентным проводящим структурам до соматосенсорной зоны коры ГМ (возрастание латентности компонента P25).

Итоги работы демонстрируют, что для ВБ II ст. характерны в отличие от ВБ I ст. нарушения реципрокной координации, модально-специфической оперативной памяти (зрительной образной), постсинаптической активации задних рогов спинного мозга (латентность пиков N11 и N13), среднего по 12 отведениям УПП. Аналогичные изменения, по данным литературы [15, 16, 22], могут быть сопряжены с дисфункцией мозолистого тела и других межполушарных проводящих структур, затылочной доли (ассоциативной области) левого полушария, изменением скорости проведения нервного импульса по миелинизированным волокнам восходящих проводящих путей ЦНС, усилением церебрального энергетического обмена. Результаты работы подчёркивают важность диагностики изменений функциональной активности ГМ в зависимости от степени выраженности ВБ, а выявленные патофизиологические изменения расширяют понимание роли центральных механизмов регуляции в динамике прогрессирования профессиональной патологии.

Ограничения исследования обусловлены отсутствием регистрации показателей церебральной гемодинамики при проведении ультразвуковой доплерографии, краткой характеристикой условий труда.

Заключение

С увеличением степени выраженности ВБ, обусловленной воздействием локальной вибрации, усугубляются нарушения церебрального энергетического обмена (по НЭК) в центральной области правого полушария и в подкорковых церебральных структурах (патологическое повышение УПП); демиелинизирующие изменения в нервных волокнах плечевого сплетения (возрастание латентного периода пиков N9, N10), нарушения активности нейронов соматосенсорной зоны (увеличение латентности компонента P25); прогрессирование когнитивной дисфункции. Наиболее значимыми функциональными признаками нарушения нейрофункциональной активности при ВБ II ст., обусловленной воздействием локальной вибрации, являются реципрокная координация, зрительная образная память, латентность компонентов N11 и N13, интегральный показатель УПП.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 году». М.: 2025.
2. Трошин В.В., Морозова П.Н. Роль цереброваскулярной патологии и системная профилактика вибрационной болезни у работающих в машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности. *Здоровье населения и среда обитания* — *ЗНУСО*. 2015; (1): 24–7. <https://elibrary.ru/tqmidl>
3. Шевченко О.И., Лахман О.Л., Русанова Д.В. Оценка функциональной активности у пациентов с вибрационной болезнью, связанной с воздействием локальной вибрации. *Медицина труда и промышленная экология*. 2023; 63(11): 709–14. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-11-709-714> <https://elibrary.ru/brfvcsc>
4. Шпагина Л.А., Герасименко О.Н., Новикова И.И., Радоуцкая Е.Ю., Горбунова А.М., Сергеева Я.С. Клинико-функциональная и молекулярная характеристика вибрационной болезни в сочетании с артериальной гипертензией. *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 62(3): 146–58. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-3-146-158> <https://elibrary.ru/cnluqwu>
5. Куприна Н.И., Шилов В.В., Улановская Е.В. Особенности ультразвукового исследования периферического ангиодистонического синдрома при вибрационной болезни I стадии от локальной вибрации. *Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*. 2020; 15(1): 581–8. <https://elibrary.ru/aepkrx>
6. Дьякович М.П., Рукавишников В.С., Панков В.А., Лахман О.Л., Кулешова М.В. Обоснование использования показателей неспецифического звена патогенеза и дозы воздействия локальной вибрации при прогнозировании риска развития вибрационной болезни. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(10): 1049–55. <https://elibrary.ru/zoalal>
7. Шевченко О.И., Лахман О.Л. Нейропсихологические критерии диагностики когнитивных нарушений у пациентов с профессиональными заболеваниями от воздействия физических факторов. *Acta Biomedica Scientifica*. 2022; (7): 164–72. <https://doi.org/10.29413/ABS.2022-7.5-2.17> <https://elibrary.ru/zqttug>
8. Швалев О.В., Колесова Е.Б., Федорова С.Б. Современные аспекты патогенеза вибрационной болезни. *Медицина труда и промышленная экология*.

- 2019; 59(9): 807. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-807-808> <https://elibrary.ru/ksfckj>
9. Бабанов С.А., Азовскова Т.А., Вакурова Н.В., Бараева Р.А. Модификация классификационных представлений о вибрационной болезни и современные дефиниции. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2019; (3): 44–8. <https://elibrary.ru/iyankj>
 10. Кулешова М.В. Влияние вибрации на психологическое здоровье работающих. *Медицина труда и промышленная экология*. 2023; 63(1): 47–52. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-1-47-52> <https://elibrary.ru/txnij>
 11. Катаманова Е.В., Сливнищина Н.В., Нурбаева Д.Ж. Топографическое картирование ЭЭГ при воздействии физических и химических производственных факторов. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; 57(9): 86–7. <https://elibrary.ru/zfqjtp>
 12. Бабанов С.А., Азовскова Т.А., Киришина Т.М., Лотков В.С., Агаркова А.С., Безшанова А.Е. и др. Вибрационная болезнь: эволюция классификационных представлений, диагностика, вопросы экспертизы. *Врач*. 2023; 34(4): 11–7. <https://doi.org/10.29296/25877305-2023-04-02> <https://elibrary.ru/ezyljk>
 13. Ямщикова А.В., Гидаятова М.О., Флейшман А.Н., Кунгурова А.А. Анализ поражения периферической нервной системы при вибрационной болезни. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(7): 765–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-7-765-769> <https://elibrary.ru/jscnrm>
 14. Боденкова Г.М., Дунаева С.А., Еремеев Р.Б., Катаманова Е.В., Кулаева И.В., Лагутина Г.Н. и др. Профессиональные заболевания нервной и скелетно-мышечной систем: национальное руководство. В кн.: *Профессиональная патология: Национальное руководство*. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2024: 417–516. <https://elibrary.ru/tmpktu>
 15. Николаев С.Г. *Электронейромиография: клинический практикум*. Иваново: ПресСто; 2019.
 16. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В. *Энергетическая физиология мозга*. М.: Антидор; 2003. <https://elibrary.ru/yucorb>
 17. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В. Способ оценки энергетического состояния головного мозга. Патент РФ № 2135077С1; 2019.
 18. Шевченко О.И., Лакхман О.Л., Катаманова Е.В., Русанова Д.В., Пятков Ю.С., Кодинец И.Н. Оценка взаимоотношений показателей, характеризующих нейрофункциональную активность при вибрационной болезни. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(11): 1341–6. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-11-1341-1346> <https://elibrary.ru/swqpxd>
 19. Комиссарова Н.В., Бывальцева В.П., Мичурин М.А., Газизова Г.И., Кашапова А.Р. Оценка когнитивных функций по шкале MoCA у пациентов эндокринологического и кардиологического профиля. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье*. 2021; (2): 106–12. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2021.2.CLIN.10> <https://elibrary.ru/ciwvyy>
 20. Малышева С.С., Петров С.А. Связь микроциркуляции сосудов сетчатки органа зрения с общей гемодинамикой у лиц с вибрационной болезнью. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; (3): 186. <https://elibrary.ru/tysjep>
 21. Русанова Д.В., Сливнищина Н.В., Лакхман О.Л. Изменения состояния нервной системы у пациентов с вибрационной болезнью. *Гигиена и санитария*. 2023; 102(9): 934–40. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-9-934-940> <https://elibrary.ru/wtdzvu>
 22. Корсакова Н.К., Москвичихута Л.И. *Клиническая нейропсихология*. 2-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт; 2025.

References

1. The State report «On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2024». Moscow; 2025. (in Russian)
2. Troshin V.V., Morozova P.N. Role of cerebrovascular pathology. Systemic prevention of vibration disease in workers of engineering and metal-working industries. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2015; (1): 24–7. <https://elibrary.ru/tqmldl> (in Russian)
3. Shevchenko O.I., Lakhman O.L., Rusanova D.V. Assessment of neurofunctional activity in patients with vibration disease caused of local vibration. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2023; 63(11): 709–14. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-11-709-714> <https://elibrary.ru/brfvsc> (in Russian)
4. Shpagina L.A., Gerasimenko O.N., Novikova I.I., Radoutskaia E.Yu., Gorbunova A.M., Sergeeva Ya.S. Clinical, functional and molecular characteristics of vibration disease in combination with arterial hypertension. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2022; 62(3): 146–58. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-3-146-158> <https://elibrary.ru/cnlqwg> (in Russian)
5. Kuprina N.I., Shilov V.V., Ulanovskaya E.V. Ultrasound features of peripheral angiodystonic syndrome in vibration disease stage 1 due to local vibration. *Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya*. 2020; 15(1): 581–8. <https://elibrary.ru/aepkrx> (in Russian)
6. Dyakovich M.P., Rukavishnikov V.S., Pankov V.A., Lakhman O.L., Kuleshova M.V. The rationale for the use of indices of a non-specific link of pathogenesis and the dose of local vibration when predicting the risk of developing a vibrational disease. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(10): 1049–55. <https://elibrary.ru/zoalal> (in Russian)
7. Shevchenko O.I., Lakhman O.L. Neuropsychological criteria for diagnosing cognitive impairment in patients with occupational diseases caused by physical factors. *Acta Biomedica Scientifica*. 2022; (7): 164–72. <https://doi.org/10.29413/ABS.2022-7.5-2.17> <https://elibrary.ru/zqttug> (in Russian)
8. Shvalev O.V., Kolesova E.B., Fedorova S.B. Modern aspects of the pathogenesis of vibration disease. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(9): 807. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-9-807-808> <https://elibrary.ru/ksfckj> (in Russian)
9. Babanov S.A., Azovskova T.A., Vakurova N.V., Barayeva R.A. Modification of classification ideas about vibration disease and modern definitions. *Vestnik neurologii, psikiatrii i neirokhirurgii*. 2019; (3): 44–8. <https://elibrary.ru/iyankj> (in Russian)
10. Kuleshova M.V. Impact of vibration on the workers' psychological health. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2023; 63(1): 47–52. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2023-63-1-47-52> <https://elibrary.ru/txnij> (in Russian)
11. Katamanova E.V., Slivnitsina N.V., Nurbaeva D.Zh. Topographic EEG mapping under exposure to physical and chemical occupational factors. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2017; 57(9): 86–7. <https://elibrary.ru/zfqjtp> (in Russian)
12. Babanov S.A., Azovskova T.A., Kiryushina T.M., Lotkov V.S., Agarkova A.S., Bezshanova A.Ye., et al. Vibration disease: evolution of classification views, diagnosis, problems of examining. *Vrach*. 2023; 34(4): 11–7. <https://doi.org/10.29296/25877305-2023-04-02> <https://elibrary.ru/ezyljk> (in Russian)
13. Yamshechikova A.V., Gidayatova M.O., Fleishman A.N., Kungurova A.A. Analysis of disorders of the peripheral nervous system in vibration disease. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(7): 765–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-7-765-769> <https://elibrary.ru/jscnrm> (in Russian)
14. Bodienkova G.M., Dunaeva S.A., Eremeev R.B., Katamanova E.V., Kudayeva I.V., Lagutina G.N., et al. Occupational diseases of the nervous and musculoskeletal systems: national guidelines. In: *Occupational Pathology: National Guidelines [Professional'naya patologiya: Natsional'noe rukovodstvo]*. 2nd ed., revised and add. Moscow: GEOTAR-Media; 2024: 417–516. <https://elibrary.ru/tmpktu> (in Russian)
15. Nikolaev S.G. *Electroneuromyography: Clinical Practice [Elektro-neiromiografiya: klinicheskii praktikum]*. Ivanovo: PresSto; 2019. (in Russian)
16. Fokin V.F., Ponomareva N.V. *Energy Physiology of the Brain [Energeticheskaya fiziologiya mozga]*. Moscow: Antidor; 2003. (in Russian)
17. Fokin V.F., Ponomareva N.V. A method for assessing the energy state of the brain. Patent RF № 2135077C1; 2019. (in Russian)
18. Shevchenko O.I., Lakhman O.L., Katamanova E.V., Rusanova D.V., Pyatkov Yu.S., Kodinets I.N. Evaluation of the interrelationships of indicators characterizing neurofunctional activity in vibration disease. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(11): 1341–6. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-11-1341-1346> <https://elibrary.ru/swqpxd> (in Russian)
19. Komissarov N.V., Byvaltseva V.P., Michurin M.A., Gazizova G.I., Khashapova A.R. Assessment of cognitive functions on the MoCA scale in patients with endocrinological and cardiologic profiles. *Vestnik meditsinskogo instituta «REAVIZ». Reabilitatsiya, Vrach i Zdorov'e*. 2021; (2): 106–12. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2021.2.CLIN.10> <https://elibrary.ru/ciwvyy> (in Russian)
20. Malysheva S.S., Petrov S.A. Communication of microcirculation of vessels of a retina of an organ of vision with the general haemodynamic at patients with a vibration illness. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015; (3): 186. <https://elibrary.ru/tysjep> (in Russian)
21. Rusanova D.V., Slivnitsina N.V., Lakhman O.L. Alterations of the nervous system in patients with vibration disease. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(9): 934–40. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-9-934-940> <https://elibrary.ru/wtdzvu> (in Russian)
22. Korsakova N.K., Moskvichyute L.I. *Clinical Neuropsychology [Klinicheskaya neiropsikhologiya]*. 2nd ed., corrected and add. Moscow: Yurait; 2025. (in Russian)

Сведения об авторах

Шевченко Оксана Ивановна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. профессиональной и экологически обусловленной патологии ФГБНУ ВСИМЭИ, 665826, Ангарск, Россия. E-mail: oich68@list.ru

Лакхман Олег Леонидович, доктор мед. наук, профессор, профессор РАН, директор ФГБНУ ВСИМЭИ, 665826, Ангарск, Россия. E-mail: lakhman_o_1@mail.ru

Сливнищина Наталья Валерьевна, канд. мед. наук, зав. неврологическим отделением ФГБНУ ВСИМЭИ, 665826, Ангарск, Россия. E-mail: knvspi@mail.ru

Русанова Дина Владимировна, доктор биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. профессиональной и экологически обусловленной патологии ФГБНУ ВСИМЭИ, 665826, Ангарск, Россия. E-mail: dina.rusanova@yandex.ru

About the authors

Oksana I. Shevchenko, PhD (Biology), senior researcher, Laboratory of the professional and ecologically caused pathology, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-4842-6791> E-mail: oich68@list.ru

Oleg L. Lakhman, DSc (Medicine), director, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-0013-8013> E-mail: lakhman_o_1@mail.ru

Natalya V. Slivnitsyna, PhD (Medicine), head, Neurology Department, East Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-8984-2452> E-mail: knvspi@mail.ru

Dina V. Rusanova, DSc (Biology), senior researcher, Laboratory of the professional and ecologically caused pathology, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1355-3723> E-mail: dina.rusanova@yandex.ru