

Шавловская О.А.

Отдел неврологии, Научно-исследовательский центр ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва, Россия
119021, Москва, ул. Россолимо, 11

Нарушение функции нейромоторного аппарата верхних конечностей, вызванное локальной вибрацией

Вибрационная болезнь (ВБ) занимает ведущее место среди профессиональных заболеваний. Длительное применение вибрирующих инструментов представляет высокий профессиональный риск для здоровья. Клиническая картина ВБ, обусловленная локальной вибрацией, включает нейросенсорные расстройства и нарушения опорно-двигательного аппарата верхних конечностей, которые характеризуются полиморфностью, полисиндромностью и не всегда специфичны. В Международном списке профессиональных болезней (2010) для определения ВБ используются термины «синдром белого пальца» (vibration induced white finger – VWF) и «синдром воздействия локальной вибрации на кисти рук» (hand-arm vibration syndrome – HAVS). VWF как проявление вторичного синдрома Рейно является наиболее заметным сосудистым поражением при HAVS. Согласно рекомендациям Международной организации труда (2011) и приказу Минздрава России (2012), к клиническим проявлениям локальной вибрации относятся полиневропатия верхних конечностей, вторичный феномен Рейно, синдром карпального канала (СКК).

Рассматриваются подходы к дифференциальной диагностике СКК и HAVS, первичного и вторичного синдрома Рейно, а также клинические, лабораторные и электродиагностические методы исследования. При длительном воздействии вибрации происходит поражение толстых (Ab) миелинизированных волокон, отвечающих за тактильное прикосновение, давление и вибрацию. У пациентов с VWF нередко выявляется гиперреактивность симпатической нервной системы, что отражается на дистальном сосудистом тоне и проявляется снижением температуры кожи кончиков пальцев.

Обсуждаются некоторые возможные механизмы патогенеза вибрационной невропатии (например, демиелинизация периферического нервного волокна), участие плазменного эндотелина 1 в сосудистой реакции на холод как одного из звеньев патогенеза сосудистых нарушений. Высказывается мнение о заинтересованности ЦНС (корковая реорганизация, феномен пластичности) в формировании и поддержании вибрационной невропатии.

Ключевые слова: профессиональные заболевания; вибрационная болезнь; вибрационные нарушения; локальная вибрация; полиневропатия; сенсомоторная полиневропатия; туннельные невропатии; синдром карпального канала.

Контакты: Ольга Александровна Шавловская; shavlovskaya@mma.ru

Для ссылки: Шавловская ОА. Нарушение функции нейромоторного аппарата верхних конечностей, вызванное локальной вибрацией. Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2015;7(2):67–74.

Upper extremity neuromotor dysfunction caused by local vibration Shavlovskaya O.A.

Department of Neurology, Research Center, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia
11, Rossolimo St., Moscow 119021

Vibration disease (VD) (pneumatic hammer disease) is a leader among occupational diseases. The prolonged use of vibrating tools is a high occupational health risk. The clinical picture of VD caused by local vibration includes sensorineural and upper extremity locomotor impairments that are polymorphic, polysyndromic, and not always specific. The International List of Occupational Diseases (2010) defines VD using the terms «vibration-induced white finger» (VWF) and «hand-arm vibration syndrome» (HAVS). VWF as a manifestation of secondary Raynaud's syndrome is the most noticeable vascular injury in HAVS. According to the recommendations of the International Labor Organization (2011) and the order of the Ministry of Health of Russia (2012), the clinical manifestations of local vibration include upper extremity polyneuropathy, secondary Raynaud's phenomenon, and carpal tunnel syndrome (CTS). The paper considers approaches to differentially diagnosing CTS and HAVS, primary and secondary Raynaud's syndrome, as well as clinical, laboratory, and electrodiagnostic studies. Prolonged exposure to vibration may affect the large myelinated (Ab) fibers responsible for tactile touch, pressure, and vibration. Patients with VWF are frequently found to have hyperresponsiveness of the sympathetic nervous system, which affects digital vascular tone and appears as lower fingertip skin temperature. The paper discusses some possible mechanisms for the pathogenesis of vibration neuropathy (e.g. demyelination of peripheral nerve fiber), as well as the involvement of plasma endothelin-1 in vascular response to cold as one of the components of the pathogenesis of vascular disorders. The central nervous system (cortical reorganization, plasticity phenomenon) is believed to be implicated in the development and maintenance of vibration neuropathy.

Key words: occupational diseases; vibration disease; vibration disturbances; local vibration; polyneuropathy; sensorimotor polyneuropathy; tunnel neuropathies; carpal tunnel syndrome.

Contact: Olga Aleksandrovna Shavlovskaya; shavlovskaya@mma.ru

For reference: Shavlovskaya OA. Upper extremity neuromotor dysfunction caused by local vibration. Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics. 2015;7(2):67–74.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14412/2074-2711-2015-2-67-74>

Вибрационная болезнь (ВБ) занимает ведущее место среди профессиональных заболеваний. В настоящее время в России в условиях вибрации работают 579 тыс. человек [1]. Различают локальную (от ручных инструментов) и общую (от станков, оборудования, движущихся машин) вибрацию. Продолжительному воздействию локальной вибрации, оказывающей влияние преимущественно на руки, подвергаются лица, работающие с ручными механизированными инструментами ударного или вращательного действия [1]. Длительное применение вибрирующих инструментов представляет высокий профессиональный риск для здоровья, способствуя развитию различных неврологических заболеваний, которые проявляются сенсорными расстройствами (боль, снижение тактильной чувствительности), сопровождающимися угасанием ловкости рук, уменьшением силы сжатия кисти, непереносимостью холода [2]. К группе риска возникновения ВБ относятся лица, имеющие стаж работы в условиях локальной и общей вибрации более 10 лет [3]. Основные параметры вибрации: частота колебаний (в Гц), скорость (в м/с) и уровень (в дБ). В производственных условиях вибрация представляет собой колебательный процесс с широким диапазоном частот, ее оценка проводится в 8–10 октавах; локальная вибрация может быть низкочастотной (8–16 Гц), среднечастотной (31,5–63 Гц) и высокочастотной (125–1000 Гц). Наибольшая опасность развития ВБ возникает при работе вибрационной техники с частотой 16–200 Гц [4].

Сегодня используется несколько классификаций и определений ВБ и ее клинических проявлений. В отечественной и зарубежной медицине имеются различия в трактовке проявлений ВБ. Согласно определению МКБ-10 (Т.75.2), ВБ – профессиональное заболевание, характеризующееся полиморфностью клинической картины (поражение опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой и нервной системы) и особенностями течения, обусловленное продолжительным (3–5 лет) регулярным вибрационным воздействием на организм человека [5]. В соответствии с приказом Минздрава России от 27.04.2012 г. №417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний» [6] был сформирован новый перечень профессиональных заболеваний. В группу II «заболевания, их последствия, связанные с воздействием производственных физических факторов» включены «заболевания, связанные с воздействием производственной вибрации» (п. 2.6). В приложении к этому приказу значится «вибрационная болезнь вследствие локальной вибрации» (п. 2.6.1). Ее проявления: полиневропатия верхних конечностей, в том числе с сенсорными и вегетативно-трофическими нарушениями, периферический ангиодистонический синдром верхних конечностей, в том числе синдром Рейно), синдром карпального канала – СКК (компрессионная невропатия срединного нерва), миофиброз предплечий и плечевого пояса, артрозы и периартрозы лучезапястных и локтевых суставов. Согласно рекомендациям экспертов ВОЗ, диагноз вибрационной полиневропатии является достоверным при наличии сенсорных наруше-

ний дистальной локализации в сочетании с двигательными расстройствами [7]. Отсюда следует, что клинические проявления ВБ, обусловленные локальной вибрацией, включают в себя нейрососудистые расстройства и трофические нарушения в мышцах и костях верхних конечностей, которые характеризуются полиморфностью, полисиндромностью и не всегда специфичны.

В последние 30 лет установлена последовательность вовлечения в патологический процесс периферической нервной системы при воздействии локальной вибрации – формирование на начальном этапе мононевропатии верхних конечностей [8] по типу СКК с поражением срединного нерва. Для создания единых требований и подходов к оценке вибрационных нарушений, согласно рекомендациям Международной организации труда, Г.Н. Лагутиной [9] предложена классификация клинических проявлений вследствие воздействия локальной вибрации (табл. 1).

Чувствительные нарушения при ВБ в виде гиперестезии (в ранних стадиях) и гипестезии локализуются в области пальцев, кисти, нижней трети предплечья по типу «длинных перчаток». Трофические нарушения проявляются в виде гиперкератоза на ладонной поверхности кистей, боковых поверхностях пальцев, а также в виде округлых бледных гладких образований на тыле межфаланговых суставов (пахидермия); нередко наблюдается стертость кожного рисунка на дистальных фалангах, ногти, как правило, утолщены, деформированы. В редких случаях может определяться гипотрофия мелких мышц кисти. Перечисленные симптомы могут расцениваться как проявления полиневропатии, сопровождающейся сосудистыми и трофическими нарушениями. Таким образом, клиническая картина неврологических нарушений вследствие локальной вибрации неспецифична.

В Международном списке профессиональных болезней (2010) используется термин «синдром белого пальца» (vibration-induced white finger – VWF) [10, 11], обусловленный вибрацией. Распространенность этого синдрома в северных странах, по мнению некоторых исследователей [12], достигает 100%. В последнее время в зарубежной литературе широко используется термин «синдром воздействия локальной вибрации на кисти рук» (hand-arm vibration syndrome – HAVS) [13, 14]. Под HAVS подразумевают последствия вибрационного воздействия, которые включают в себя сосудистые изменения, дистальную невропатию и наруше-

Таблица 1. *Классификация клинических проявлений ВБ вследствие воздействия локальной вибрации (2011) [9]*

Степень выраженности ВБ	Клинические проявления
I	Полиневропатия верхних конечностей нерезко выраженная, сенсорная форма Вторичный феномен Рейно (VWF – редкие приступы) СКК (компрессионная невропатия срединного нерва – ирритативная стадия)
II	Полиневропатия верхних конечностей умеренно выраженная, сенсорная форма Вторичный феномен Рейно (VWF – частые приступы) СКК (компрессионная невропатия срединного нерва – дефицитарная стадия)

ния опорно-двигательного аппарата [13]. Локальное воздействие низкочастотной вибрации передается через верхние конечности и проявляется нарушениями функции плечевого пояса, высокочастотное воздействие характеризуется периферическими симптомами в области запястья. Периодическое воздействие вибрации на руки приводит к ухудшению тактильного восприятия в пальцах, при этом между развитием нейросенсорных симптомов и степенью кумулятивного влияния вибрации имеется прямая зависимость. Описывается связь между уровнем вибрационного воздействия на кисти рук и развитием VWF, нейросенсорных проявлений и СКК [14]. Формированию HAVS способствует воздействие вибрации в течение не менее 25% рабочего времени [15]. Локальную вибрацию также рассматривают как одну из причин травмы периферических нервов по типу сегментарной демиелинизации [15], аксональной атрофии, дегенерации и первичных нарушений клеточных тел, также могут иметь место фиброз, пролиферация шванновских клеток и повреждение чувствительных рецепторов [13].

На основании клинических и лабораторных исследований были предложены основные тесты для оценки синдрома HAVS [13]: 1) количественное сенсорное тестирование (Quantitative Sensory Testing – QST), включающее в себя оценку функционального состояния нескольких сенсорных модальностей (прикосновение, вибрация, ощущения тепла – холода и боли) и позволяющее определить наличие гипералгезии и гипестезии; 2) исследование скорости проведения возбуждения (СПВ) по толстым миелинизированным волокнам для оценки степени выраженности повреждения периферического нерва. Поскольку исследование СПВ не позволяет определить степень нарушения вибрационной чувствительности, то QST-тест остается наиболее чувствительным методом оценки функции толстых, тонких и немиелинизированных волокон. Основным показателем QST-теста является индекс чувствительности.

Нарушение температурной чувствительности может быть связано с кумулятивным эффектом вследствие локальной вибрации. Однако важно учитывать и возрастные изменения в восприятии как температурой, так и вибротактильной чувствительности. Снижение теплового восприятия может выявляться у молодых работников после короткого периода воздействия вибрации [16]. При длительном воздействии вибрации происходит поражение толстых миелинизированных волокон, отвечающих за тактильное прикосновение, давление и вибрацию. Кроме того, длительное воздействие вибрации может привести к мышечной дисфункции, которая является следствием нарушения чувствительности, изменениям в мышцах или сосудах [17]. Мышцы кисти рук вовлекаются в патологический процесс раньше, чем мышцы предплечья, поэтому оценка силы хвата (сжатия) кисти может использоваться для ранней диагностики мышечной дисфункции, вызванной вибрацией.

Патофизиологические механизмы сосудистого поражения при HAVS до конца не изучены [18]. У пациентов с VWF нередко выявляется гиперреактивность симпатической нервной системы, что отражается на дистальном сосудистом тоне и проявляется снижением температуры кожи кончиков пальцев. Для диагностики сосудистых изменений в кисти применяют следующие методы [18]: 1) оценку времени восстановления кровотока после сдав-

ления ногтя в течение 10 с или после погружения пальцев в холодную воду (10 °C) на 10 мин; чувствительность метода >70%, специфичность >90%; 2) капиллярную микроскопию ногтевого валика *in vivo*, которую осуществляют с помощью офтальмоскопа, стереоскопа, фотомикрографии и компьютерного анализа изображения. При первичном феномене Рейно показатели в норме, при вторичном отмечаются снижение упругости капилляров, ишемия, расширение капилляров и микрогеморрагии, а также уменьшение количества капиллярных петель; 3) термометрию и термографию кожи всех пальцев кисти, которую проводят после изучения холодовой стресс-реакции, при этом наиболее достоверным тестом считается погружение пальцев рук на 1 мин в холодную воду (5 °C); чувствительность метода >60%, специфичность – 100%; 4) лазерную доплерометрию – постоянный мониторинг микрососудистого кровотока (перемещение эритроцитов в лазерном луче); чувствительность метода – 81%, специфичность – 100%; 5) плетизмографию – измерение систолического давления в пальцах рук после местной холодовой провокации; отмечается падение давления на 75%; чувствительность метода – 44–61%, специфичность – 91–95%.

Распространенность сосудистых симптомов при HAVS может превышать 70%. VWF как проявление вторичного синдрома Рейно – наиболее заметный признак сосудистого поражения при HAVS. Рассматриваются несколько механизмов формирования сосудистого поражения, одним из которых является увеличение симпатической активности с сосудосуживающей реакцией на холод, участие плазменного эндотелина 1 (ЭТ1) и др. Y. Kawano и соавт. [11] изучали образцы плазмы крови пациентов с VWF. Оценивали потенциальные биомаркеры этого синдрома, в том числе ЭТ1. Обследовано две группы пациентов, подвергавшихся вибрационному воздействию не менее 16 лет: у пациентов 1-й группы (n=86) имелись проявления VWF, у пациентов 2-й группы (n=97) таких проявлений не было; 84 обследованных, не подвергавшихся воздействию вибрации, составили контрольную группу. Плазму крови получали до и после проведения холодовой пробы при температуре 7 °C в течение 25 мин, далее ее замораживали при температуре -80 °C. Проводили иммуноферментный анализ ЭТ1. У пациентов 2-й группы концентрация ЭТ1 до и после выполнения пробы была выше, чем в группе контроля, в то время как у пациентов 1-й группы она не отличалась от нормы. Изменение уровня ЭТ1 определялось у большего процента больных в 1-й группе, чем во 2-й и контрольной группах, максимальный прирост уровня ЭТ1 отмечен также в 1-й группе. Авторы пришли к выводу, что ЭТ1, по-видимому, играет роль в патофизиологии VWF.

Многочисленные исследования, в которых оценивали последствия локальной вибрации, свидетельствуют о преимущественном поражении периферических нервов рук, проявляющемся нарушением тактильной, температурной, вибрационной чувствительности, что ведет к изменению функции мелкой моторики кисти и затрудняет профессиональную деятельность. В ряде исследований применялись новые методы обследования и предлагались способы восстановления функции кисти.

L. Gerhardsson и соавт. [13] с 2005 г. наблюдали 71 рабочего, подвергавшегося воздействию вибрации. Из этой группы было отобрано 47 рабочих (средний возраст

50,4±12,4 года), которые находились под влиянием вибрации около 16 лет и имели клинические симптомы заболевания в кисти (онемение, покалывание). Целью исследования была оценка восстановления функции кисти по результатам проведения повторных тестов. Состояние мелкой моторики кисти оценивали с помощью количественного сенсорного тестирования: сила сжатия кисти (динамометрия), сложение пальцев кисти «в щепотку» (захват ключа), самозахват и растяжение тремя пальцами на обеих руках по типу «сцепление» (оценка мышечной силы пальцев), определение теплого и вибрационного порога восприятия. Вибротест включал в себя последовательные вибропробы с частотой 8, 16, 32, 64, 128, 256 и 512 Гц, которые выполняли на кончиках указательного пальца и мизинца на обеих кистях, при этом температура кожи пальца была выше +28 °С. Порог восприятия холод/тепло определяли с помощью температурного тактильного теста с постепенным снижением температуры на 1 °С начиная от +32 °С, пробы проводили на кончике указательного пальца и мизинца (тест работоспособности указательного пальца). Ни у кого из обследованных не выявлено признаков СКК (симптомы Фалена и Тинеля). При вибрационной невропатии у пациентов снижается порог восприимчивости к холоду, но не изменяется восприимчивость к тепловому воздействию. Нарушение тепловой и холодовой чувствительности выявлено в указательных пальцах обеих рук и в мизинце левой кисти, в мизинце правой кисти определялось только нарушение восприятия тепла. Установлено увеличение порога вибрационной чувствительности у рабочих. Результаты исследования показали высокую чувствительность и специфичность QST-теста для диагностики вибрационной невропатии (в частности, СКК) и оценки тяжести заболевания.

Для клинической оценки нейросенсорных компонентов HAVS применяют рутинные методы диагностики функционального состояния кисти (иглы, камертон, монофиламент).

Боль в кисти, нарушение чувствительности вследствие вибрации являются мощнейшим стрессовым фактором, который ведет к снижению производительности труда и нарушению работоспособности. При обследовании рабочих, подвергавшихся воздействию вибрации, L.Gerhardsson и M. Hagberg [17] выявили повышение порогов температурной и вибрационной чувствительности по сравнению с таковыми у рабочих, которые не испытывали действия вибрации. Увеличение порога вибротактильной чувствительности существенно ухудшает профессиональные навыки, так как снижаются сила сжатия и функция рук. При исследовании больных с вибрационной полиневропатией Н.П. Яньшин и соавт. [19], Е.Н. Яньшина [20] также выявили повышение порога тактильной чувствительности на кистях на 23,9%, а болевого порога на 67,5%.

V. Rosen и соавт. [21] представили результаты длительного наблюдения 9 пациентов с вибрационной невропатией верхних конечностей по типу СКК, обусловленной длительной работой с ручными вибрирующими инструментами: 4 обследованных постоянно подвергались воздействию высокочастотной вибрации от стоматологических инструментов (стоматолог-гигиенист, зубной техник), а 5 — низкочастотной вибрации от механического устройства (водитель грузовика, механик дорожно-строительной техники). Основные жалобы были связаны с проявлениями локальной

вибрации и сопровождались сенсорными нарушениями в кисти, вследствие чего произошла утрата трудоспособности. У пациентов в верхних конечностях выявлены сенсорные (изменения поверхностной чувствительности и тактильного гнозиса, ночное онемение кистей) и моторные (утрата ловкости мелкой моторики кисти, уменьшение силы хвата) нарушения. Авторы использовали в качестве терапии метод временной селективной кожной анестезии с неоднократным нанесением на предплечье лидокаин-содержащего крема. Принцип лечения основан на концепции пластичности мозга: кожная деафферентация приводит к улучшению сенсорной функции в области проекции представленности смежных полей кожи в головном мозге. Данный метод способствует улучшению функции кисти посредством восстановления тактильной чувствительности.

По данным отечественных исследователей [22], распространенность вегетативно-сенсорной полиневропатии (ВСП), вызванной воздействием локальной вибрации, составляет более 70%. Она проявляется болевой гипестезией по полиневропатическому типу в дистальных участках верхних конечностей (100%), трофическими нарушениями в кистях в виде изменения ногтей, кожного рисунка, гиперкератоза (93,3%), симптомами нарушения периферического кровотока (симптом белого пятна, проба Боголепова — 86,7%), дистрофическими нарушениями в скелетно-мышечной системе по типу миофиброза предплечий, эпикондилезом плечевых костей, плечелопаточным периартрозом (73,3%).

В другом исследовании [23] проанализировано развитие заболеваний периферической нервной системы, в том числе ВСП, и опорно-двигательного аппарата у рабочих горно-обогатительных комбинатов с 2006 по 2010 г. Анализ 653 историй болезни пациентов, наблюдавшихся в клинике Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана в 1999—2010 гг., показал, что в структуре профессиональных заболеваний наиболее часто встречается ВБ, в клинической картине доминирует ВСП (94,8%), которая характеризуется наличием периферических нейрососудистых нарушений в верхних конечностях, сопровождающихся стойким болевым синдромом (96,1%), парестезиями/онемением (67,3%), ощущением зябкости (45,7%), трофическими расстройствами [23].

При анализе профессиональной заболеваемости в Самарской области за 1980—2010 гг. отмечена стабильно высокая распространенность ВБ [3]. В исследовании проанализирован клинический статус больных ВБ, отмечены неспецифичность жалоб при данной патологии и, соответственно, невозможность ее ранней и дифференциальной диагностики. Клинические проявления ВБ в верхних конечностях, обусловленные воздействием локальной вибрации, представлены в табл. 2.

На сегодняшний день не существует объективных методов диагностики ВБ, принятых в качестве «золотого стандарта» [24]. Используемые методы имеют переменную чувствительность и специфичность, диагностика в значительной степени опирается на результаты обследования и мнение врача, а не на точный количественный анализ [24]. Вызванная вибрацией невропатия иногда проявляется СКК, что существенно затрудняет дифференциальную диагностику таких нарушений [25].

R.M. van Rijn и соавт. [25] провели сравнительный анализ исследований, в которых изучалось влияние про-

Таблица 2. Клинические проявления ВБ I и II степени в верхних конечностях, обусловленные воздействием локальной вибрации [3]

Показатель	ВБ I степени (n=54)	ВБ II степени (n=22)
Возраст, годы	39,8±2,4	46,4±2,1
Гипалгезия в верхних конечностях по полиневритическому типу (по типу «перчаток»)	88,9	100,0
Снижение вибрационной чувствительности	85,2	100,0
Положительная холодовая проба	74,1	95,5
Положительный симптом белого пятна	72,2	95,5
Трофические нарушения (гиперкератоз, гипотрофия мышц)	–	63,6
Снижение мышечной силы (по данным динамометрии)	11,1	68,2

Примечание. Показатели представлены как процент больных.

фессиональных факторов риска на развитие СКК. Необходимость проведения сравнительного анализа связана с тем, что 57% всех расходов на лечение профессиональных нарушений функции верхних конечностей обусловлены в первую очередь СКК. Для анализа отобраны 985 статей, содержащих сведения о развитии СКК вследствие воздействия профессиональных факторов. В 19 исследованиях диагноз СКК включал в себя типичные клинические проявления (онемение, покалывание, жжение, боль в пальцах, иннервируемых срединным нервом), изменения, выявленные при электронейромиографии – ЭНМГ (нарушение функции срединного нерва на запястье). В 3 статьях сообщается о достоверном воздействии вибрации на проявления СКК. Повышенный риск возникновения СКК выявлен у лиц, работающих с виброинструментами (менее и более 20 лет) и при интенсивной нагрузке (6–11 ч в день). Так 8-часовое воздействие вибрации с ускорением >3,9 м/с² вызывает развитие СКК. Распространенность СКК, по данным проведенных исследований, составляет 14%, HAVS – 17%. В качестве факторов риска СКК рассматриваются сила воздействия и повторяемость выполнения задания. Таким образом, высокоточные повторяющиеся движения с усилением или без такого ведут к формированию HAVS, а профессиональные моторные движения, связанные с постоянной флексией – экстензией, – к СКК.

Среди туннельных синдромов СКК является наиболее распространенным, он отмечается у 3–4% населения. Неврологические проявления HAVS схожи с симптомами СКК, в то же время обнаруживается четкая связь между воздействием локальной вибрации и развитием СКК, что затрудняет диагностику этих заболеваний. Дополнительные сложности в диагностику вносит поражение локтевого нерва, нередко выявляемое при СКК. При проведении стандартных клинических тестов (например, тактильной перцепции) СКК и HAVS имеют близкие показатели, однако при электрофизиологическом исследовании и измерении тактильной чувствительности могут определяться различия между поражением срединного и/или локтевого нерва в рамках СКК и HAVS.

L.V. Dahlin и соавт. [15] провели дифференциальную диагностику СКК и HAVS на основании ряда показателей: 1) связи между воздействием вибрации и формированием

HAVS; 2) компрессии нерва и HAVS; 3) компрессии нерва и невропатии; 4) сопоставления электрофизиологических данных при СКК и HAVS; 5) церебральных изменений в ответ на повреждение нерва. Результаты исследования позволили сделать следующие выводы: 1) воздействие локальной вибрации на кисти рук увеличивает риск формирования СКК; 2) локальная вибрация, по-видимому, вызывает диффузную демиелинизацию нервов в кисти/запястье и ведет к снижению содержания миелина в нервных волокнах; 3) структурные изменения затрагивают в основном тонкие миелинизированные волокна, что проявляется симптомами ущемления нерва, в частности СКК. Снижение содержания миелина в нервных волокнах наблюдается и у здоровых, и у больных сахарным диабетом с СКК и может выявляться при HAVS. Авторы полагают, что уменьшение количества миелина в волокне периферического нерва – ключевой фактор риска развития HAVS и СКК. Также они рассматривают как один из возможных патофизиологических механизмов воздействия невропатии (СКК и HAVS) на ЦНС, что ведет к церебральной реорганизации. Таким образом, сделан вывод, что клинические симптомы, наблюдаемые у больных, обусловлены изменениями как в периферической нервной системе, так и в ЦНС.

Обязательным и наиболее информативным методом диагностики нарушения функции периферических нервов верхних конечностей, обусловленного локальной вибрацией, является ЭНМГ [1]. При анализе данных ЭНМГ у пациентов с вибрационной полиневропатией установлено преобладание (70%) сенсорных нарушений, при наличии фактора перенапряжения выявляется сочетание чувствительных и двигательных изменений [23]. Л.А. Коневских и соавт. [26] выполняли ЭНМГ у больных с ВБ I и II степени тяжести, а также у лиц группы риска в отношении развития ВБ. У всех пациентов с ВБ диагностирована ВСП верхних конечностей. У больных с ВБ I степени выявлены снижение СПВ по сенсорным и моторным волокнам срединного и локтевого нервов, увеличение терминальной латентности (табл. 3).

Анализ данных, представленных в табл. 3, позволяет констатировать наличие у больных с ВБ поражения не только сенсорных, но и моторных волокон периферических нервов верхних конечностей. Иными словами, уже в ранних стадиях формирования симптомокомплекса пора-

Таблица 3. Данные ЭНМГ у больных с ВБ I и II степени [26]

Показатель	Группа риска (n=58)	Пациенты с ВБ I степени (n=47)	Пациенты с ВБ II степени (n=62)	Контрольная группа (n=28)
Стаж работы с виброинструментами, годы	6,0±0,5	23,0±0,6	23,9±0,5	–
ЭНМГ срединного нерва:				
СПВ по моторным волокнам, м/с	56,4±0,55*	53,0±0,75**	53,2±1,27***	56,4±0,56
СПВ по сенсорным волокнам, м/с	54,7±0,9*	48,5±0,93**	46,1±1,91***	57,3±1,6
ТЛ, мс	2,8±0,2*	3,5±0,09**	3,7±0,16***	2,2±0,25
ЭНМГ локтевого нерва:				
СПВ по моторным волокнам, м/с	62,2±0,17*	54,7±0,6**	57,0±1,40***	60,0±0,50
СПВ по сенсорным волокнам, м/с	56,5±0,63*	50,0±0,9**	46,7±1,37***	56,5±0,62
ТЛ, мс	2,38±0,21*	3,25±0,3**	3,56±0,26***	2,2±0,09

Примечание. ТЛ – терминальная лабильность. * – достоверные различия между группой риска и группой пациентов с ВБ I степени; ** – достоверные различия между контрольной группой и группой пациентов с ВБ I степени; *** – достоверные различия между контрольной группой и группой пациентов с ВБ II степени; $p < 0,001$.

жения нейромоторного аппарата верхних конечностей уместно говорить не о сенсорной или ВСП, а о смешанной (сенсомоторной) форме поражения периферических нервов с нарушением вегетативной иннервации в зоне пораженного нерва. Вегетативные нарушения при полиневропатии наиболее ярко выражены при аксональном повреждении, так как вегетативные волокна являются немиелинизированными; часто наблюдаются симптомы выпадения (поражение симпатических волокон, идущих в составе периферических нервов, проявляется сухостью кожных покровов, нарушением регуляции сосудистого тонуса) и раздражения (гипергидроз, нарушение сосудистого тонуса).

Результаты ЭНМГ показали, что вибрационное воздействие изменяет функциональное состояние мотонейронов, снижает их возбудимость, приводит к нарушению нервно-мышечного аппарата конечностей, при этом степень выраженности и локализация изменений зависят от характера вибрации, степени тяжести ВБ [3]. Анализ данных ЭНМГ у пациентов, подвергавшихся влиянию локальной вибрации, по сравнению с пациентами контрольной группы выявил достоверное ($p < 0,001$) снижение СПВ по двигательным волокнам правого срединного нерва на отрезке «запястье – локтевой сгиб» при ВБ I степени ($p < 0,001$) и его прогрессирующее снижение при ВБ II степени ($p = 0,012$); также отмечено снижение СВП по двигательным волокнам правого срединного нерва на отрезке «локтевой сгиб – нижняя треть плеча» при ВБ I и II степени, более выраженное в последнем случае ($p < 0,001$); по правому локтевому нерву на отрезке «запястье – локтевой сгиб» при ВБ I и II степени, более выраженное при последней ($p < 0,001$); по правому локтевому нерву на отрезке «локтевой сгиб – нижняя треть плеча». При оценке резидуальной латенции (РЛ) правого локтевого нерва определялось увеличение СПВ при ВБ как I ($p = 0,007$), так и II ($p = 0,002$) степени. Можно заключить, что увеличение РЛ отражает наличие туннельных синдромов при ВСП под воздействием вибрации.

Оценка показателей ЭНМГ в зависимости от стажа работы, связанной с влиянием локальной вибрации, выявила: 1) прямую корреляцию ($r = 0,252$) с РЛ срединного нерва независимо от степени ВБ; 2) корреляцию с увели-

чением стажа работы и показателем СПВ по срединному нерву на отрезке «локтевой сгиб – нижняя треть плеча» ($r = -0,261$); 3) зависимость от стажа работы показателей СПВ по правому локтевому нерву на отрезке «запястье – локтевой сгиб» ($r = -0,359$) и СПВ по правому локтевому нерву на отрезке «локтевой сгиб – нижняя треть плеча» ($r = -0,338$) [3].

Объективными показателями оценки нарушения функционального состояния нейромоторного аппарата верхней конечности вследствие локальной вибрации являются изменения проводящей функции периферических нервов: снижение амплитуды М-ответа (до $3,5 \pm 0,2$ мВ; на 28,5%) и СПВ по двигательным аксонам (до $44,3 \pm 0,4$ м/с; на 24,2%), СПВ по сенсорным аксонам (до $38,4 \pm 0,5$ м/с; на 19,7%), увеличение РЛ в 1,4 раза (до $2,75 \pm 0,2$ мс) [23].

Таким образом, представленность нарушений мелкой моторики кисти вследствие локальной вибрации достаточно высока. Проведенные исследования демонстрируют специфичность клинических проявлений, обусловленных воздействием локальной вибрации. Кроме того, авторы исследований обращают внимание на дифференциально-диагностические проблемы, связанные с наличием наряду с минус-симптомами (онемение, нарушение тактильной чувствительности, снижение СПВ по сенсорным волокнам, уменьшение моторной ловкости рук) плюс-симптомов (боль, увеличение порога вибрационной чувствительности и РЛ); неоднозначностью трактовки выявленных признаков невропатии (проявления СКК или невропатии в рамках синдрома HAVS); наличием сосудистых нарушений по типу синдрома Рейно, механизм которых до конца неясен; изменением СПВ по моторным волокнам периферических нервов руки.

Представляет интерес обсуждение возможных механизмов патогенеза вибрационной невропатии, таких как демиелинизация периферического нервного волокна, и участия ЭТ1 в сосудистой реакции на холод у больных с ВБ. Высказывается мнение о вовлечении ЦНС (корковая реорганизация, феномен пластичности) в формирование и поддержание вибрационной невропатии, а также о возможности опосредованного (через центральные механизмы) терапевтического воздействия на проявления HAVS.

1. Бабанов СА, Вакурова НВ, Азовскова ТА. Вибрационная болезнь. Оптимизация лечебных и диагностических мероприятий: Монография. Самара: Офорт; 2012. 158 с. [Babanov SA, Vakurova NV, Azovskova TA. *Vibratsionnaya bolezn'. Optimizatsiya lechebnykh i diagnosticheskikh meropriyatiy: Monografiya* [Vibration disease. Optimization of therapeutic and diagnostic measures: Monograph]. Samara: Ofort; 2012. 158 p.]
2. House R, Wills M, Liss G, et al. Upper extremity disability in workers with hand-arm vibration syndrome. *Occup Med (Lond)*. 2009 May;59(3):167–73. doi: 10.1093/ocmed/kqp016. Epub 2009 Mar 4.
3. Воробьева ЕВ. Клинико-функциональные особенности и оптимизация диагностических мероприятий при вибрационной болезни от воздействия локальной и общей вибрации. Автореф. дисс... канд. мед. наук. Самара, 2011. [Vorob'eva EV. *Kliniko-funktsional'nye osobennosti i optimizatsiya diagnosticheskikh meropriyatiy pri vibratsionnoi bolezni ot vozdeystviya lokal'noi i obshchei vibratsii*. Avtoref. diss... kand. med. nauk. [Clinical and functional characteristics and optimization of diagnostic measures in vibration disease from exposure to local and general vibration. Diss. ... cand. med. sci.] Samara; 2011. (In Russ.).]
4. ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001). Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования. Москва: Стандартинформ; 2009. [GOST 31192.1-2004 (ISO 5349-1:2001). *Vibratsiya. Izmerenie lokal'noi vibratsii i otsenka ee vozdeystviya na cheloveka. Chast' 1. Obshchie trebovaniya*. Moscow: Standartinform; 2009.]
5. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем (десятый пересмотр). МКБ-10. [Mezhdunarodnaya statisticheskaya klassifikatsiya boleznei i problem, svyazannykh so zdorov'em (desyatyi peresmotr). МКБ-10. (In Russ.).]
6. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 27 апреля 2012г. № 417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний». [Prikaz Ministerstva zdravookhraneniya i sotsial'nogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii ot 27 aprelya 2012g. № 417n «Ob utverzhdenii perechnya professional'nykh zabolevaniy». (In Russ.).]
7. Катаманова ЕВ, Лахман ОЛ, Русанова ДВ. и др. Способ диагностики степени выраженности полиневропатии конечностей от воздействия общей и локальной вибрации. Патент на изобретение РФ 2486863 от 10.07.2013 г. [Katamanova EV, Lakhman OL, Rusanova DV, et al. *Sposob diagnostiki stepeni vyrazhennosti polinevropatii konechnostei ot vozdeystviya obshchei i lokal'noi vibratsii*. Patent na izobretenie RF 2486863 ot 10.07.2013. (In Russ.).]
8. Азовскова ТА, Вакурова НВ, Лаврентьева НЕ. О современных аспектах диагностики и классификации вибрационной болезни. Русский Медицинский Журнал. 2014;(16):1206–1209. [Azovskova TA, Vakurova NV, Lavrent'eva NE. Modern aspects of diagnosis and classification of vibration disease. *Russkii Meditsinskii Zhurnal*. 2014;(16):1206–09. (In Russ.).]
9. Лагутина ГН. Классификация вибрационной болезни в современных условиях с точки зрения доказательной медицины. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Связь заболевания с профессией» с позиции доказательной медицины». Казань; 2011. С. 107–10. [Lagutina GN. Classification of vibration disease in modern conditions from the point of view of evidence-based medicine. Materials of all-Russian scientific-practical conference «Communication of the disease to the profession with evidence-based medicine». Kazan; 2011. P. 107–10. (In Russ.).]
10. Brammer AJ, Pitts PM. Frequency weighting for vibration-induced white finger compatible with exposure-response models. *Ind Health*. 2012;50(5):397–411.
11. Kawano Y, Mahbud H, Hase R, et al. Analysis of long-term stored plasma samples for investigation into the pathophysiology of vibration-induced white finger: preliminary results. *Ind Health*. 2014;52(6):548–51. Epub 2014 Sep 13.
12. Bovenzi M, Griffin MJ, Hagberg M. New understanding of the diagnosis of injuries caused by hand-transmitted vibration. *Int Arch Occup Environ Health*. 2008 Apr;81(5):505.
13. Gerhardsson L, Gillstrom L, Hagberg M. Test-retest reliability of neurophysiological tests of hand-arm vibration syndrome in vibration exposed workers and unexposed referents. *J Occup Med Toxicol*. 2014 Nov 11;9(1):38. doi: 10.1186/s12995-014-0038-1. eCollection 2014.
14. Sauni R, Paakkonen R, Virtema P, et al. Dose-response relationship between exposure to hand-arm vibration and health effects among metalworkers. *Ann Occup Hyg*. 2009 Jan;53(1):55–62. doi: 10.1093/annhyg/men075. Epub 2008 Nov 14.
15. Dahlin LB, Sanden H, Dahlin E, et al. Low myelinated nerve-fibre density may lead to symptoms associated with nerve entrapment in vibration-induced neuropathy. *J Occup Med Toxicol*. 2014 Mar 8;9(1):7. doi: 10.1186/1745-6673-9-7.
16. Nilsson T, Burstrom L, Hagberg M, et al. Thermal perception thresholds among young adults exposed to hand-transmitted vibration. *Int Arch Occup Environ Health*. 2008 Apr;81(5):519–33. doi: 10.1007/s00420-007-0258-0. Epub 2008 Jan 5.
17. Gerhardsson L, Hagberg M. Work ability in vibration-exposed workers. *Occup Med (Lond)*. 2014 Dec;64(8):629–34. doi: 10.1093/ocmed/kqu121. Epub 2014 Aug 21.
18. Mahbud M, Harada N. Review of different quantification methods for the diagnosis of digital vascular abnormalities in hand-arm vibration syndrome. *J Occup Health*. 2011;53(4):241–9. Epub 2011 May 18.
19. Яньшин НП, Агафонов БВ, Массарыгин ВВ и др. Способ диагностики вегетативно-сенсорной полиневропатии при профессиональных заболеваниях от функционального перенапряжения и вибрационной болезни. Патент на изобретение РФ №2192163 от 10.11.2002 г. [Yan'shin NP, Agafonov BV, Massarygin VV, et al. *Sposob diagnostiki vegetativno-sensornoj polinevropatii pri professional'nykh zabolevaniyakh ot funktsional'nogo perenapryazheniya i vibratsionnoi bolezni*. Patent na izobretenie RF №2192163 ot 10.11.2002. (in Russ.).]
20. Яньшина ЕН. Профессиональные вегетативно-сенсорные полиневропатии рук от воздействия локальной вибрации и физического напряжения у рабочих в условиях современного производства (клинико-физиологические исследование). Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. Москва; 2005. [Yan'shina EN. *Professional'nye vegetativno-sensornye polinevropatii ruk ot vozdeystviya lokal'noi vibratsii i fizicheskogo napryazheniya u rabochikh v usloviyakh sovremennogo proizvodstva (kliniko-fiziologicheskie issledovanie)*. Avtoref. diss. ... dokt. med. nauk. Moscow; 2005.]
21. Rosen B, Bjorkman A, Lundborg G. Improving hand sensibility in vibration induced neuropathy: A case-series. *J Occup Med Toxicol*. 2011 Apr 27;6(1):13. doi: 10.1186/1745-6673-6-13.
22. Ганиева РГ, Иштерьякова ОА. Клинико-диагностические аспекты вегетативно-сенсорной полиневропатии профессиональной этиологии. Материалы Всероссийской конференции с Международным участием «Профилактическая медицина-2011». Санкт-Петербург: СЗГМУ им. И.И. Мечникова; 2011. С. 78–80. [Ganieva RG, Ishteryakova OA. Clinical and diagnostic aspects of autonomic-sensory polyneuropathy with professional etiology. Materials of all-Russian conference with International participation «Preventive medicine-2011». Saint-Petersburg: I.I. Mechnikov North-West State Medical University; 2011. P. 78–80. (In Russ.).]
23. Сухова АВ. Профессиональный риск заболеваний периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата у рабочих горно-обогатительных комбинатов. Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. Москва; 2011. [Sukhova AV. *Professional'nyi risk zabole-*

vanii perifericheskoi nervnoi sistemy i oporno-dvigatel'nogo apparata u rabochikh gorno-obogatitel'nykh kombinatov. Avtoref. diss. ... dokt. med. nauk [Occupational risk of diseases of the peripheral nervous system and musculoskeletal disorders in workers of mining and processing plants. Diss. ... cand. med. sci.] Moscow; 2011. (In Russ.)].

24. Четукова ДХ. Основные методы диагностики вибрационной болезни в клиничко-

экспертной оценке. Современные проблемы науки и образования. 2012;(3):75.

7[Chetukova DKh. The main methods of diagnosis of vibration disease in clinical and expert assessment. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2012;(3):75. (In Russ.)].

25. van Rijn RM, Huisstede BM, Koes BW, Burdorf A. Associations between work-related factors and the carpal tunnel syndrome. A systematic review. *Scand J Work Environ Health*.

2009 Jan;35(1):19–36. doi:10.5271/sjweh.1306

26. Коневских ЛА, Макогон ИС,

Бушуева ТВ. Способ диагностики вибрационной болезни. Патент на изобретение РФ № 2423708 от 10.07.2011г. [Konevskikh LA, Makogon IS, Bushueva TV. *Sposob diagnostiki vibratsionnoi bolezni*. Patent na izobretenie RF № 2423708 ot 10.07.2011. (In Russ.)].

Исследование не имело спонсорской поддержки. Автор несет полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать. Окончательная версия рукописи была одобрена автором.



MPT24
СЕТЬ ЦЕНТРОВ МРТ
ДИАГНОСТИКА 24 ЧАСА



СЕСИЛЬ
КЛИНИКА

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННАЯ ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ В ПРАКТИЧЕСКОЙ НЕВРОЛОГИИ»

8–9 октября 2015 | Москва

Организаторы: Сеть диагностических центров «МРТ24»
Академическая клиника неврологии и стоматологии «Сесиль»
на базе НИИ нейрохирургии им. Бурденко
НОЧУ ДПО «Учебный центр инновационной медицины Сесиль»

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ:

- «Неврологические заболевания как основная причина сокращения продолжительности жизни и нарушения социальной адаптации»
- «Современные возможности лечения эпилепсии. Случаи из практики»
- «Эмоциональная лабильность, расстройства вегетативной нервной системы и боль у женщин с нарушениями менструального цикла»
- «Психологические аспекты взаимодействия врача и пациента»
- «CADASIL — особенности МР-визуализации клинического случая наследственного семейного заболевания»

Доклады читают: д.м.н., профессор, член Европейской академии эпилепсии, Президиума Всероссийского общества неврологов А.С. Петрухин, д.м.н., профессор, Член Европейской Академии Эпилепсии, Вице-президент «Объединения врачей» эпилептологов и пациентов» России К.В. Воронкова и другие.

ТАКЖЕ В ПРОГРАММЕ МАСТЕР-КЛАСС ПО АНАЛИЗУ ПАТОЛОГИЙ,
ВЫЯВЛЯЕМЫХ ПРИ МРТ-ДИАГНОСТИКЕ

**КАЖДОМУ ВРАЧУ, ПОСЕТИВШЕМУ КОНФЕРЕНЦИЮ, БУДЕТ ВЫДАН
СЕРТИФИКАТ УЧАСТНИКА**

Желающие прочитать свой доклад по теме, близкой к тематике конференции, могут подать заявки и тезисы на рассмотрение до 07.08.2015

+7 495 540 540 3 (127)

✉ doc@mrt24.ru

www.neurology-msk.ru

В теме письма указывайте
«Конференция «Практическая неврология»