

Министерство здравоохранения Российской Федерации  
Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Уральский государственный медицинский университет»

## ВИБРАЦИОННАЯ БОЛЕЗНЬ

*Учебно-методическое пособие для студентов*

Екатеринбург

2021

УДК 616-021.5:613.644

ISBN 978-5-89895-988-3



*Рекомендована методической комиссией специальности УГС «Науки о здоровье. Профилактическая медицина» медико-профилактического факультета ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России*

*(протокол № 6 от 27.04.2021)*

*Утверждена ЦМС ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России*

*(протокол № 6 от 26.06.2021)*

*Ответственный редактор – д-р мед. наук, профессор Липатов Г.Я.*

*Рецензент – зав. НПО «Клиника терапии и диагностики профессиональных заболеваний», главный научный сотрудник ФБУН Екатеринбургского медицинского научного центра профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий ФС по надзору в сфере защите прав потребителей и благополучия человека, д-р мед. наук, профессор Будкарь Л.Н.*

Вибрационная болезнь [текст]: электронное уч.-метод. пособие /Составители: О.И. Гоголева, Г.Я. Липатов, В.И. Адриановский, А.А. Самылкин, С.Р. Гусельников. Уральский гос. мед. университет. – Екатеринбург: УГМУ. 2021. - с. 135

В пособии представлены сведения о воздействии вибрации на человека, средствах измерений, особенностях клиники, диагностики, основных принципах лечения вибрационной болезни на производстве, экспертизы трудоспособности. Подробно освещены вопросы методов исследований, для уточнения диагноза и функциональных нарушений у больных, страдающих вибрационной болезнью.

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
ЭТИОЛОГИЯ.....	6
ПАТОГЕНЕЗ.....	18
ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ.....	28
КЛИНИКА ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ.....	30
Клиника вибрационной болезни от воздействия локальной вибрации.....	30
Клиника вибрационной болезни от воздействия общей вибрации. ....	44
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ДИАГНОЗ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ.....	60
ДИАГНОСТИКА ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ.....	62
ОБЩИЙ ПЛАН ЛЕЧЕНИЯ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ.....	64
ЭКСПЕРТИЗА ТРУДОСПОСОБНОСТИ.....	67
ПРОФИЛАКТИКА ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ.....	68
ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ ПО ТЕМЕ «Вибрационная болезнь».....	76
ЛИТЕРАТУРА.....	80
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	84
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	105
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	107
ПРОИЛОЖЕНИЕ 4.....	110

ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....	112
ПРИЛОЖЕНИЕ 6.....	114
ПРИЛОЖЕНИЕ 7.....	135

## ПРЕДИСЛОВИЕ

**Вибрационная болезнь (ВБ)** (син. – профессиональный синдром Рейно, синдром белых пальцев, сосудоспастическая болезнь руки от травм, профессиональный ангиотрофоневроз) - комплекс патологических изменений, которые развиваются в организме в результате длительного действия вибрации выше ПДУ в условиях производства.

В соответствии с данными ФГУЗ «Федерального центра гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора удельный вес ВБ в структуре профессиональной патологии в России в разные годы последнего десятилетия составлял в среднем от 20 % до 30 %.

Несмотря на значительную распространенность ВБ, до настоящего времени существуют определенные проблемы в постановке диагноза. Согласно «Федеральным клиническим рекомендациям по диагностике, лечению и профилактике вибрационной болезни» (22) в современной медицине не существует объективных методов (вариабельность показателей чувствительности и специфичности) для диагностики данной патологии или диагностической процедуры, принятой в качестве «золотого стандарта» До настоящего времени единой общепризнанной классификации вибрационной болезни в стране нет. Формулировка диагноза ВБ, изложенная в действующих классификациях и на которую ориентируются не только профпатологи, но и страховщики – ФСС, в настоящее время реально отстает от требований современной медицины, не отражающей патогенетической сути заболевания с точки зрения доказательной медицины; не согласуется с действующими нормативными правовыми документами и рекомендации по экспертизе как временной, так и стойкой утраты трудоспособности; не соответствует международным документам по вопросу клинических проявлений воздействия производственной вибрации (22).

В условиях модернизации образования важным является систематизация знаний, изложение основных понятий, используемых в профпатологии, доступными для изучения студентами по специальности 32.05.01 МЕДИКО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ДЕЛО. Представленные в методических рекомендациях материалы отражают современные представления о вибрационной болезни в производстве.

## ЭТИОЛОГИЯ

Согласно САНПИН 2.2.4.3359-16 (16) по способу передачи на человека выделяют:

- 1) **общую вибрацию**, передаваемую на тело через опорные поверхности: для стоящего - через ступни ног, для сидящего - через ягодицы, для лежащего человека - через спину и голову;
- 2) **локальную вибрацию**, передающуюся через руки, ступни ног сидящего человека и на предплечья, контактирующие с вибрирующими рабочими поверхностями.

**По источнику возникновения** вибраций различают:

- 1) локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного механизированного инструмента (с двигателями), органов ручного управления машинами и оборудованием;
- 2) локальную вибрацию, передающуюся человеку от ручного немеханизированного инструмента (например, рихтовочных молотков), приспособлений и обрабатываемых деталей;
- 3) общую вибрацию 1 категории - транспортную вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах подвижного состава железнодорожного транспорта, членов экипажей воздушных судов, самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности, агрофонам и дорогам (в том числе при их строительстве). К источникам транспортной вибрации относят: тракторы сельскохозяйственные и промышленные, самоходные сельскохозяйственные машины (в том числе комбайны); автомобили грузовые (в том числе тягачи, скреперы, грейдеры, катки и так далее); снегоочистители, самоходный горно-шахтный рельсовый транспорт;
- 4) общую вибрацию 2 категории - транспортно-технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок. К источникам

транспортно-технологической вибрации относят: экскаваторы (в том числе роторные), краны промышленные и строительные, машины для загрузки (завалочные) мартеновских печей в металлургическом производстве; горные комбайны, шахтные погрузочные машины, самоходные бурильные каретки; путевые машины, бетоноукладчики, напольный производственный транспорт;

5) общую вибрацию 3 категории - технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. К источникам технологической вибрации относят: станки металло- и деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, литейные машины, электрические машины, стационарные электрические и энергетические установки, насосные агрегаты и вентиляторы, оборудование для бурения скважин, буровые станки, машины для животноводства, очистки и сортировки зерна (в том числе сушилки), оборудование промышленности стройматериалов (кроме бетоноукладчиков), установки химической и нефтехимической промышленности и другое оборудование.

Общую вибрацию категории 3 по месту действия подразделяют на следующие типы:

- 1) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;
- 2) на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;
- 3) на рабочих местах в помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда.



**В гигиеническом нормировании вибрации** на рабочих местах используются следующие термины и определения:

- а) **корректированное виброускорение**,  $a_{w,T_i}$ , м·с<sup>-2</sup> - значение виброускорения, измеренное с применением стандартизованной частотной коррекции;
- б) **корректированный уровень виброускорения**,  $L_{aw,T_i}$ , дБ - десять десятичных логарифмов отношения квадрата корректированного ускорения к квадрату опорного значения виброускорения, равному 10 м·с<sup>-2</sup> ;
- в) **эквивалентное виброускорение** - среднеквадратичное значение ускорения на заданном интервале времени. Эквивалентное корректированное виброускорение за рабочую смену,  $a_{w,8h}$ , м·с<sup>-2</sup> определяется по формуле:

$$a_{w,8h} = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n a_{w,T_i}^2 \cdot T_i}{T_0}}, \text{ где} \quad (4.1)$$

- нормативная продолжительность рабочей смены (8 часов) ;
- продолжительность  $i$ -го интервала воздействия вибрации, ч;
- эквивалентное (среднеквадратичное) значение корректированного виброускорения, измеренное на  $i$ -м интервале воздействия вибрации, м·с<sup>-2</sup> ;

г) **эквивалентный уровень виброускорения**,  $L_{aw,eqT}$  - десять десятичных логарифмов отношения квадрата эквивалентного ускорения к квадрату опорного значения виброускорения.

Эквивалентный корректированный уровень виброускорения за рабочую смену,  $L_{A(8)}$ , дБ определяется по формуле:

$$L_{a,w,8h} = 10 \cdot \lg \left( \frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n T_i \cdot 10^{0,1 L_{a,w,T_i}} \right), \text{ где} \quad (4.2)$$

- нормативная продолжительность рабочей смены (8 часов) ;

При продолжительности рабочей смены, отличной от 8 ч, принимается равным фактической продолжительности рабочей смены при общей продолжительности работы 40 часов в неделю.

- продолжительность  $i$ -го интервала воздействия вибрации, ч;  
 $L_{a,w,T_i}$  - эквивалентный скорректированный уровень виброускорения, измеренный на  $i$ -м интервале воздействия вибрации, дБ;

д) текущее скорректированное виброускорение,  $a_w(t)$  - среднеквадратичное значение скорректированного виброускорения в данный момент времени, усредненное со стандартизованной постоянной времени усреднения .

Для измерений в гигиенических целях приняты следующие стандартизованные постоянные времени усреднения:

а) 1с - для локальной вибрации;

б) 10 с - для общей вибрации.

### Нормируемые показатели и параметры

Нормируемым показателем вибрации на рабочем месте является эквивалентное скорректированное виброускорение за рабочую смену,  $A(8)$  , м·с (эквивалентный скорректированный уровень виброускорения за рабочую смену,  $L_{A(8)}$  , дБ) .

При продолжительности рабочей смены, отличной от 8 ч, принимается равным фактической продолжительности рабочей смены при общей продолжительности работы 40 часов в неделю.

Для производственных условий спектральные характеристики вибрации

(уровни виброускорения в октавных (1/3-октавных) полосах частот) не являются нормируемыми параметрами; рассматриваются как справочные параметры, которые могут использоваться для подбора СИЗ, разработки мер профилактики, решения экспертных вопросов связи заболевания с профессией и так далее; могут измеряться и отражаться в протоколе измерения.

Гигиеническая оценка вибрации, воздействующей на человека, должна производиться методом интегральной оценки по эквивалентному скорректированному уровню виброускорения с учетом времени вибрационного воздействия.

Предельно допустимые величины эквивалентного скорректированного виброускорения за рабочую смену производственной вибрации приведены в таблице 1.

При сокращенном рабочем дне (менее 40 ч в неделю) ПДУ применяется без изменения.

Работа в условиях воздействия локальной вибрации с текущими среднеквадратичными уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза) по интегральной оценке, не допускается.

Работа в условиях воздействия общей вибрации с текущими среднеквадратичными уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 24 дБ (в 8 раз) по интегральной оценке, не допускается.

Предельно допустимые значения и уровни вибрации категории 5 для рабочих мест в общественных зданиях приравнивают к величинам категории 3в.

Вибрация нормируется для направлений осей базицентрической системы координат.

Таблица 1

### Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации

Вид вибрации	Категория вибрации	Направление действия	Коррекция	Нормативные эквивалентные корректированные значения и уровни виброускорения	
				м/с	дБ
Локальная		Xл, Yл, Zл	Wh	2,0	126
Общая	1	Zo	Wk	0,56	115
		Xo, Yo,	Wd	0,40	112
	2	Zo	Wk	0,28	109
		Xo, Yo,	Wd	0,2	106
	3а	Zo	Wk	0,1	100
		Xo, Yo,	Wd	0,071	97
	3б	Zo	Wk	0,04	92
		Xo, Yo	Wd	0,028	89
	3в	Zo	Wk	0,014	83
		Xo, Yo	Wd	0,0099	80
<b>Примечание.</b> Wh, - фильтр частотной коррекции по ГОСТ 31192.1-2004. Wd, Wk- фильтры частотной коррекции по ГОСТ 31191.1-2004. Wm - фильтр частотной коррекции по ГОСТ 31191.2-2004.					

### Требования к организации контроля и методам измерения параметров

Измерения вибрации должны выполняться виброметрами, удовлетворяющими требованиям межгосударственного стандарта, и оснащенными октавными и третьоктавными фильтрами класса 1 по национальному стандарту Российской Федерации (6)(ПРИЛОЖЕНИЕ 1).

Результаты измерения вибрации оценивают в два этапа:

а) По нормативному документу – действующим санитарным нормам " САНПИН 2.2.4.3359-16 ",

б) Расхождения между нормативом и результатов оценивают по "Руководству Р. 2.2.2006-05".

"Руководство Р. 2.2.2006-05" делит превышения ПДУ на четыре степени вредного класса (3.1, 3.2, 3.3 и 3.4)(Табл. 2).

**Таблица 2**

**Классы условий труда в зависимости от уровней локальной, общей  
вибрации на рабочем месте**

Название фактора, показатель, единица измерения	Класс условий труда					Опасный 4
	Допустимый 2	Вредный			3.4	
	Превышение ПДУ до ... дБ/раз (включительно):					
Вибрация локальная, эквивалентный корректированный уровень (значение) виброскорости, виброускорения (дБ/раз)	£ ПДУ <sup>2)</sup>	<sup>3</sup> / <sub>1,4</sub>	<sup>6</sup> / <sub>2</sub>	<sup>9</sup> / <sub>2,8</sub>	<sup>12</sup> / <sub>4</sub>	> <sup>12</sup> / <sub>4</sub>
Вибрация общая, эквивалентный корректированный уровень виброскорости, виброускорения (дБ/раз)	£ ПДУ <sup>2)</sup>	<sup>6</sup> / <sub>2</sub>	<sup>12</sup> / <sub>4</sub>	<sup>18</sup> / <sub>6</sub>	<sup>24</sup> / <sub>8</sub>	> <sup>24</sup> / <sub>8</sub>

Примечание: при воздействии на работника локальной вибрации в сочетании с местным охлаждением рук (условия охлаждающего микроклимата класса 3.2) класс вредности условий труда повышают на одну ступень – класс 3.3.

**В настоящее время причинами повышения уровня виброскоростей, и соответственно, локального вибрационного воздействия, являются:**

1. Изменение физико-химических свойств обрабатываемого изделия (повышение твердости),
2. Увеличение давления воздуха в сети пневмоинструмента,
3. Увеличение длины вставного инструмента для рубильных молотков (увеличение плеча приложения силы),
4. Увеличение диаметра заклепки для клепальных молотков,
5. Увеличение длины буровой штанги и степени ее искривления для перфораторов, горных сверл;
6. Увеличение шероховатости поверхности, изношенности абразивных кругов, ухудшение центровки для шлифовальных машин;
7. Увеличение скоростей обрабатываемых изделий. Так, увеличение скорости распиловки повышает интенсивность вибрации на рукоятках электро - и бензомоторных пил.
8. Величина вибрации возрастает в первую очередь из-за изношенности и неисправности машины.

Разновидностью локальной вибрации является импульсная (ударная) вибрация, которую генерируют ручные машины одно - и редкоударного действия, кузнечнопрессовое оборудование, ручной немеханизированный инструмент ударного действия, а также обрабатываемые ими детали и приспособления для удержания этих деталей.

К локальной импульсной вибрации может быть отнесена вибрация, состоящая из одного или нескольких вибрационных воздействий (одиночных ударов или их серий), каждый длительностью менее 1 сек при частоте их следования менее 5 - 6 Гц (5 – 6 ударов в секунду).

Ручные немеханизированные инструменты (слесарные молотки, кувалды, биты и т.п.) создают импульсы малой длительности (1-30 мс). На ручных машинах (гвозде - скобо - скрепозабивные машины, гайковерты), обрабатываемых деталях и приспособлениях для их удержания (кузнечные клещи и т.п.) возникают импульсы с большими длительностями (30-1000 мс).

К факторам, усугубляющим воздействие вибрации ручных машин на организм, относится шум высокой интенсивности (80-95 дБА), неблагоприятные метеорологические условия, пониженное и повышенное атмосферное давление и др.

При работе с ручными пневматическими машинами имеет место охлаждение рук отработанным воздухом и холодным металлом корпуса машины. Неблагоприятные метеорологические условия могут иметь место в больших литейных и обрубных цехах, на стапелях, в забоях. На открытых стапелях, при производстве обрубных и клепальных вибрационных работ, метеорологические условия снаружи полностью определяются климатом данного района и ежедневными метеорологическими условиями. В трюме корабля зимой температура воздуха почти всегда на  $5^{\circ}$  С ниже, чем на открытой местности из-за поглощения тепла железным корпусом корабля.

Усиление действия вибрации обуславливают неблагоприятные климатические условия Крайнего Севера, Дальнего Востока и др. Это же относится к работам в карьерах, на открытых горных выработках, при распиловке леса.

Чрезвычайно существенным фактором, усугубляющим воздействие вибрации на организм человека при работе с ручными машинами, является статическое мышечное напряжение.

Водители тракторов, самоходных и других сельскохозяйственных машин подвергаются действию **общей вибрации**. На рабочее место

водителя передается низкочастотная толчкообразная вибрация беспорядочного разнонаправленного характера, возникающая в процессе передвижения машины по неровной местности. Наибольшие толчки возникают на скорости машины до 11 км/ч.

Кроме того, на рабочее место водителя, в том числе и на органы управления, передается вибрация, возникающая при работе двигателей и подвижных рабочих органов двигателя. Эта вибрация характеризуется повышенной энергетикой на средних и высоких частотах с превышением нормативных величины на 3-6 дБ.

Для различных видов экскаваторов, применяющихся в строительной, горной и других отраслях промышленности, характерна транспортно-технологическая вибрация, передаваемая на сиденье машиниста с наибольшей энергией в полосе частот 8-16 Гц. В этой полосе в ряде случаев отмечается превышение допустимых величин виброскорости более чем в 2 раза.

Величины вибрации зависят от типа машины и ее технического состояния. Роторные и шагающие экскаваторы создают вибрацию менее интенсивную, чем экскаваторы типа "прямой лопаты". На изношенных машинах уровни вибрации всегда выше, чем на отремонтированных и новых машинах.

Как правило, вибрация рабочих мест на транспортных и транспортно-технологических средствах сопровождается ударами, толчками вследствие особенностей рельефа местности, состояния дорожного покрытия, различных дефектов в подвеске автомобиля, снижающих ее демпфирующие качества, крепости породы и т.д.

Так, например, на рабочих местах в бульдозерах "Камацу" регистрируются одиночные толчки (один толчок в минуту) с пиком 0,3g при



работах, связанных с планировкой участков для добычи руды и угля, а при рыхлении породы величина пиков колеблется от 0,3 до 0,6 g.

На сельскохозяйственных тракторах при выполнении пахоты поперек борозды, культивации, бороновании отмечается от 1 до 4 толчков в минуту с пиком 0,2 - 0,4g.

Помимо толчков и ударов, неблагоприятное воздействие транспортной вибрации на операторов усугубляется влиянием сопутствующих факторов производственной среды. К ним следует отнести шум, неблагоприятный микроклимат, нервное напряжение.

Буровые станки канатноударного типа и шарошечного бурения создают общую вибрацию (технологическую), передаваемую на рабочее место машиниста. Максимальные уровни виброскорости находятся в области частот 8-16 Гц. Величина колебаний определяется, помимо конструкций машины и ее технического состояния, еще и крепостью горных пород.

При формовке железобетонных изделий на заводах поточно-конвейерной и агрегатной технологии источниками технологической общей вибрации являются вибрационные платформы ("вибростенды"), формовочные машины и бетоноукладчики. Вибрация, возникающая при работе на бетоноукладчиках, зависит от их конструкции и расположения пульта управления.

Бетоноукладчики с вибратором-побудителем создают значительную вибрацию в полосе спектра 32-250 Гц. Она передается на пол, сиденье машиниста и рулевое управление. В бетоноукладчиках с вращающейся лентой, вибрация, передаваемая на раму и пол бетоноукладчика меньше, чем в бетоноукладчиках с вибратором-побудителем.

При правильной установке на фундаменте формовочных машин и вибростендов, вибрация, передаваемая на рабочие места, не превышает санитарных норм. При нерациональной установке, когда не учитываются полностью все меры по гашению вибрации окружающих поверхностей, вибрация пола или площадок, на которых стоит формовщик, а иногда и на пульте управления может в несколько раз превышать допустимые величины.

Характер вибрации на формовочных машинах - широкополосный, максимальные уровни виброскорости обнаруживаются в полосе частот 45-90 Гц. Наибольшей по интенсивности вибрации формовщики подвергаются на вибростендах, если они производят ручное разравнивание бетонной массы, стоя на поверхности бетона (стенда).

Наименьшими уровнями вибрации отличаются легковые автомобили с надёжно закреплённым рулём (вплоть до применения гидроусилителей руля) и педалями управления. Вибрация на педалях и рулевом колесе в таких транспортных средствах почти отсутствует, а общая вибрация купируется подвеской и рессорами. В целом, совершенствование конструкций автомобилей привело к тому, что вибрационная болезнь рук у водителей за последние 60 - 70 лет, не диагностируется.

Таким образом, влияние вибрации на работника зависит от конструкции машины и точки контакта с телом. Особенности воздействия производственной вибрации также определяются её частотным спектром и распределением в его пределах максимальных уровней энергии колебания.

## ПАТОГЕНЕЗ

Человек воспринимает механические колебания **как вибрацию** при частоте 25-8192 Гц. Колебания с частотой менее 25 Гц воспринимаются как **толчки**.

Возникающие в зоне контакта с вибрирующей поверхностью **колебания распространяются на близлежащие ткани**. При этом интенсивность их уменьшается по мере удаления от зоны возбуждения вследствие рассеивания и поглощения колебательной энергии биосубстратами.

Биологический эффект действия вибрации связан с возникающими на всех структурных уровнях организма **переменных напряжений (сжатие, растяжение, сдвиг, кручение, изгиб)**.

Человек воспринимает вибрацию не только **специализированными сенсорными системами – вестибулярным аппаратом и экстерорецепторами кожных покровов в зоне контакта**, но и множеством **проприорецепторов и интерорецепторов**, расположенных в области распространения вибраций по телу.

Доказано **общебиологическое действие** вибрации на все ткани организма.

Ответ организма на вибрационное раздражение складывается из **местных реакций**, обусловленных преимущественно воздействием вибрации на ткани, находящиеся в прямом контакте с инструментом, генерирующем вибрацию, и **рефлекторно возникающих ответных реакций нервной системы различных уровней**.

Патогенез ВБ от воздействия локальной вибрации изучен значительно более подробно, чем патогенез ВБ от воздействия общей вибрации. В

патогенезе ВБ от воздействия локальной вибрации важны два момента (14, 15).

Первый определён необходимостью обхвата ладонью вибрирующей поверхности. Вторым заключён в прижимном моменте. Работнику необходимо удерживать и, придавливать вибрирующую рукоятку инструмента или рычаг управления и пр. Непосредственный контакт ладонной поверхности с источником вибрации не может сам по себе так сдавливать сосуды ладони, как это имеет место при необходимости прижатия её к колеблющейся поверхности. В результате происходит спазм сосудов, питающих пальцы рук. Особенности перекрытия сосудистого русла определяются частотно - амплитудными характеристиками вибрации с поправкой на силу периодического сжатия сосудов.

В результате влияния интенсивной локальной вибрации вначале возникают функциональные, а затем дистрофические изменения в рецепторном аппарате и нервных сплетениях мелких сосудов верхних конечностей. Постепенно в процесс вовлекаются и другие отделы периферической и центральной нервной системы.

Повреждающее действие вибрации вызывает снижение функции гомеостатического регулирования тканевого метаболизма. Наступает также местное повреждение интимы сосудов. Повышается активность щелочной фосфатазы крови, изменяется соотношение содержания нуклеиновых кислот - РНК и ДНК, снижается активность сукцинатдегидрогеназы.

Важную роль в инициировании приступа побеления пальцев играет воздействие холода, вызывающее рефлекторную реакцию – сужение сосудов. В этом процессе особое место занимает симпатическая система.

В пользу этой гипотезы свидетельствуют результаты гистологического изучения тканей пальцев рук, показавшие, что наряду с

другими нарушениями в этих случаях имеет место выраженная гипертрофия мышц сосудистой стенки.

Усугубляет нарушение микроциркуляции и проницаемости сосудов кислородный дисбаланс. Исследования различных звеньев патогенеза вибрационной болезни (нейрогуморальных, микроциркуляторных, гормональных, ферментативных) позволяют утверждать, что изменения тканевого метаболизма и развитие дистрофических процессов связаны с наличием нарушений в местных ферментных системах и в центральных рефлекторных влияниях на тканевый обмен.

Дефицит кислорода способствует также развитию трофических нарушений в дистальных отделах верхних конечностей, в частности, возникновению миофиброзов, артрозов и периартрозов, образованию кист, эностозов, снижению минерального компонента костной ткани.

Страдает капиллярное и прекапиллярное кровообращение в пальцах рук, а в последующем изменяется тонус крупных сосудов (артерий и вен) на предплечьях и плече, что клинически проявляется в виде ангиодистонического (или ангиоспастического) синдрома.

Определенное значение в патогенезе вибрационной болезни имеют изменения в свертывающей системе крови, способствующие нарушению микроциркуляции и прогрессированию патологического процесса.

Наряду с указанными обстоятельствами, большое влияние на развитие периферических гемодинамических нарушений оказывает изменение механизмов вегетативно-сосудистой регуляции. Оно обусловлено изменениями в функциях высших вегетативных центров, ретикулярной формации ствола головного мозга и периферических вегетативных ганглиев.

Сосудистые нарушения при вибрационной болезни имеют тенденцию к генерализации, что в выраженных случаях может привести к постепенному развитию хронической недостаточности мозгового кровообращения.

Отмечаются также изменения в функциях гипоталамической, гипофизарной и надпочечниковой системы.

Нарушается соотношение вазоактивных веществ. Так, некоторые изменения обнаруживаются в системе: "ренин - ангиотензин – альдостерон". Появляются изменения в соотношениях гормонов гипофизарно - тиреоидного комплекса, характерно повышение в крови уровня простагландинов, сдвиги в "кальций - магниевом обмене" и т.д.

В отдельных случаях вибрационной болезни наблюдается изменение иммунологических показателей. При тяжелых формах вибрационной патологии отмечено нарушение функциональной активности Т - и В-лимфоцитов. Установлено, что развитие периферической полинейропатии сопровождается изменением активности мышечной холинэстеразы.

Расстройства двигательной функции, возникающие под воздействием локальной вибрации, обусловлены как нарушением координирующих влияний коркового отдела анализатора на периферию, так и непосредственным поражением мышц.

При работе с тяжелым пневматическим инструментом, когда имеет место значительное напряжение верхних конечностей, часто наблюдаются миофасцикулиты, миозиты мышц плечевого пояса, тендомиозиты предплечья. Нередко обнаруживаются деструктивно-дистрофические процессы в костно-суставном аппарате.

Схематично в патогенезе ВБ можно выделить 3 основных звена (14, 15).

**1. Локальное воздействие вибрации** на соприкасающуюся с генератором вибрации часть тела (чаще всего - руки). Повреждению подвергаются кожа, подкожножировая клетчатка, кости, связки, сухожилия, суставы, кровеносные и лимфатические сосуды, рецепторный аппарат и периферические нервы. Непосредственное воздействие вибрации на рецепторный аппарат, околосоудистые сплетения, стенки капилляров, периферические нервы и ткани аппарата опоры и движения приводит к нарушениям **периферической гемодинамики и развитию метаболических изменений в нервно-мышечных и костно-связочных структурах.**

Это звено патогенеза обуславливает локальные проявления вибрационной болезни.

**2. Нервно-рефлекторной звено.** Вибрация воспринимается **специфическими рецепторами – тельцами Фаттера-Паччини,** располагающимися в коже, мышцах, периферических сосудах и др., деформация которых под воздействием вибрации приводит к генерации электрических (нервных) импульсов. Последние **по периферическим нервам через сплетения, задние корешки спинно-мозговых нервов, восходящие пути спинного мозга, продолговатый мозг, варолиев мост, ножки мозга достигают коллектора всех видов чувствительности – таламуса, внутренней капсулы, лучистого венца и задней центральной извилины, где располагается корковый центр вибрационной чувствительности.** Благодаря наличию корково-корковых, корково-подкорковых, корково-стволовых и кортико-гипоталамических связей эфферентная импульсация со всех этих образований мозга, в том числе и сосудистого центра, располагающегося в продолговатом мозге, **в обратном направлении** достигает органа-мишени (руки, точки опоры), откуда поступает повышенная афферентная импульсация, **что проявляется трофическими (вегетативными), чувствительными и двигательными**

**нарушениями.** Это звено патогенеза также обеспечивает локальные проявления вибрационной болезни.

**3. Нейро-гуморальное звено. В ответную реакцию** на длительное воздействие вибрации, как стрессорного фактора, **включается неспецифическая гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система** с выбросом и попаданием в циркулирующую кровь биологически активных веществ, воздействием их на гладкомышечные клетки стенок кровеносных сосудов (за исключением вен и капилляров), **что приводит в начальном периоде к повышению тонуса кровеносных сосудов, их спастическому состоянию, ишемии, гипоксии, ацидозу,** накоплению недоокисленных продуктов метаболизма, дистрофическим, **а в дальнейшем деструктивным изменениям в различных тканях и органах,** в большей мере в органах и системах с генотипически и/или фенотипически детерминированной повышенной уязвимостью, чувствительностью к ишемии и гипоксии, что приводит к нарушению их функции, появлению болезненных симптомов, синдромов и развитию болезни. Это звено патогенеза обуславливает как локальные, так и генерализованные проявления вибрационной болезни.

Поскольку в ответную реакцию на длительное воздействие превышающей ПДУ вибрации вовлекается и **гипоталамус, высший центр вегетативной регуляции в организме, то имеет место нарушение всех видов обмена веществ, в том числе синтетического, инстинктивной деятельности, когнитивной функции мозга.**

Повышается активность альфа-1-адренорецепторов, что приводит к вазоконстрикции, снижается активность бета-2-адренорецепторов, которые обеспечивают вазодилатацию.

Нарушается содержание простагландинов – уменьшается поступление и утилизация  $O_2$  в тканях.



Повышается вязкость крови, нарушается микроциркуляция, повышается проницаемость сосудов.

По современным представлениям **патогенетический механизм формирования вибрационных нарушений от воздействия общей вибрации** является сложным процессом, состоящим из трех взаимосвязанных этапов.

Первый этап - рецепторные изменения, **характеризующиеся дисфункцией вестибулярного аппарата, и связанные с ними функциональные нарушения вестибулосоматических, вестибуловегетативных, вестибулосенсорных реакций.**

Второй этап - **дегенеративно-дистрофические нарушения позвоночника** (остеохондроз), возникающие при наличии экзогенных и эндогенных факторов, и связанные с ними явления декомпенсации трофической системы.

Третий этап - потеря адаптационных способностей органами равновесия и связанные с этим **нарушения функционального состояния вестибулярного и спинального комплекса вследствие патологической афферентации.**

Вибрационная болезнь от общей вибрации отличается полиморфизмом симптоматики, а наблюдаемые ранние периферические и церебральные вегетативно - сосудистые нарушения зачастую являются неспецифическими, функциональными реакциями.

В эксперименте и в клинических наблюдениях установлено, что наряду с нервно-рефлекторными нарушениями в организме, для вибрационной болезни от общего действия колебательной энергии характерно следующее. Обнаруживается повышение венозного сопротивления сосудистого русла, изменение венозного оттока в нижних конечностях, приводящее к венозному

полнокровию, увеличение фильтрации жидкости и снижение питания тканей с развитием в дальнейшем периферического ангиодистонического синдрома.

Имеется множество научных сообщений о том, что влияние общей вибрации на обменные процессы проявляется и в изменениях углеводного обмена.

Биохимические показатели крови больных характеризуются нарушениями белкового, ферментного, витаминного и холестерина обмена. Наблюдаются нарушения окислительных и восстановительных процессов, что проявляется в снижении активности цитохромоксидазы, креатинкиназы, в повышении концентрации молочной кислоты крови, изменения показателей азотистого обмена, в снижении альбумин-глобулинового коэффициента, в изменении активности коагулирующих и свертывающих факторов крови.

Установлено изменение минеральной и кортикоидной функции почек. Происходит снижение концентрации ионов натрия в крови, повышение экскреции солей натрия и снижение солей калия.

Обнаруживаются нарушения деятельности эндокринной системы. Так, выявлены изменения в нейрогуморальных и гормональных функциях. Это проявляется в изменениях показателей содержания гистамина и серотонина, гидрокортизона, 17-оксикортикостероидов, катехоламинов.

Общая вибрация оказывает также отрицательное влияние на женскую половую сферу, что выражается в расстройствах менструального цикла, альгодисменорее и меноррагии. У мужчин нередко наблюдается импотенция. Такие нарушения наиболее характерны для операторов транспортных и транспортно-технологических средств, подвергающихся действию толчкообразной вибрации.

При всех видах вибрационной болезни нередко наблюдаются изменения со стороны центральной нервной системы в виде вегетативной дисфункции. Они могут быть связаны с комбинированным действием вибрации и интенсивного шума, постоянно сопутствующего вибрационным процессам. По той же причине у работников виброопасных профессий с большим стажем возникают невриты слуховых нервов, при выраженных стадиях заболевания наблюдается понижение слуха не только на высокие, но и на низкие тоны.

Обобщенная клинико-физиологическая картина действия общей вибрации позволяет высказать гипотезу о механизме прямого микротравмирующего действия вибрации на опорно-двигательный аппарат (в частности – позвоночник) с вестибулообусловленными и экстравестибулярными реакциями.

Качественная характеристика ответных реакций организма на действие вибрации во многом определяется особенностями ее распространения, зависит от физических характеристик вибрации (амплитудно-частотных), эргономических параметров рабочего места, медико-биологических параметров человека - оператора.

**Вибрация низкочастотного спектра** распространяется на значительно большие расстояния от зоны контакта и оказывает преимущественно микротравматизирующее действие.

**Высокочастотная вибрация** вызывает в зоне контакта быстро затухающие колебания стенок кровеносных сосудов с нарушением их тонуса и развитием местных сосудистых расстройств с тенденцией к ангиоспазму.

**Выраженность клинической симптоматики** определяется спектральными (частотными) и амплитудными параметрами вибрации и тем, в каких условиях это воздействие происходит.

Так, воздействие **низкочастотной** вибрации приводит к развитию вибрационной патологии с **преобладанием поражений нервно-мышечной системы, опорно-двигательного аппарата и менее выраженным сосудистым компонентом.** Рядом авторов установлено, что низкочастотная вибрация ведет к изменению морфологического состава крови: эритроцитопении, лейкоцитозу. Имеет место и снижение уровня гемоглобина. Такая форма течения болезни наблюдается у формовщиков, бурильщиков и др.

**Средняя и высокочастотная вибрация** вызывает различные по степени выраженности **сосудистые, нервно-мышечные, костно-суставные и другие нарушения.**

При работе со шлифовальными машинами и другими источниками высокочастотной вибрации возникают в основном сосудистые нарушения.

На формирование ответной реакции организма оказывают влияние также другие сопутствующие вибрации неблагоприятные факторы:

**тяжелая физическая нагрузка,**

**неудобная рабочая поза,**

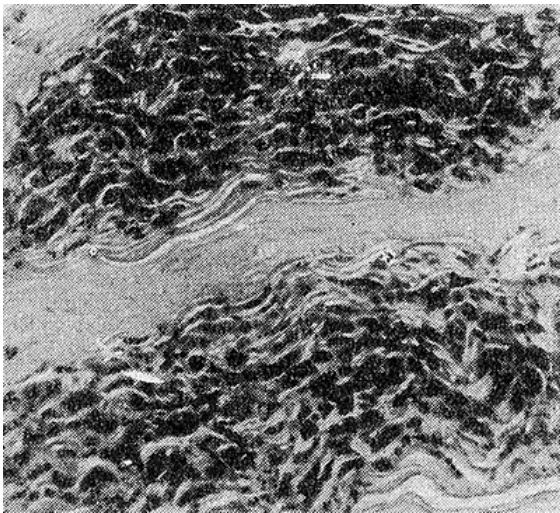
**вынужденное положение тела,**

**статическое напряжение,**

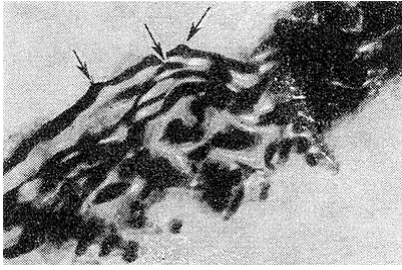
**дискомфортный микроклимат (охлаждение, повышенная влажность, интенсивный шум и др.).**

## ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ

Патологическая анатомия ВБ изучена недостаточно (3). **В артериях** находят изменения, подобные тем, которые имеют место при облитерирующем эндартериите. Возможны **трофические изменения кожи, ногтей вплоть до развития гангрены пальцев кистей, стоп.** Возникает **атрофия мышц рук и плечевого пояса** (особенно мышц предплечья, надлопаточной области, дельтовидной и ромбовидной мышц). **В спинном мозге** — дистрофические изменения нервных клеток, мелкие кровоизлияния, некрозы, а в периферических нервах (рис. 1) — периаксональное сегментарное поражение и валлеровское перерождение, в нервных волокнах кожи появляются четковидные аргентофильные выбухания (рис. 2).



**Рис. 1. Распад (валлеровское перерождение) нервных волокон (черные включения) в периферическом нерве при вибрационной болезни (окраска по Марки; X 110).**



**Рис. 2. Аргентофилия и четковидные выбухания (указано стрелками) в нервных волокнах кожи при вибрационной болезни (импрегнация по Бильшовскому — Грос — Лаврентьеву; х 600).**

В костно-суставном аппарате верхней конечности — асептические некрозы суставных отделов костей, остеопороз, деформирующий артроз, остеохондропатии, остеофиты, что является отражением атрофических, дистрофических, некротических и регенераторных процессов в хрящах, суставных капсулах, костях. В костной ткани наблюдаются очаги уплотнения с отложением в них извести. Наиболее часто эта патология обнаруживается в головках пястных костей, в дистальных эпифизах локтевой и лучевой костей, а также в полулунной, головчатой и ладьевидной костях. В сухожилиях мышц иногда отмечается отложение извести и образование костной ткани.

## **КЛИНИКА**

### **Клиника вибрационной болезни от воздействия локальной вибрации**

В соответствии с Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 27 апреля 2012 г. N 417н "Об утверждении перечня профессиональных заболеваний" (ПРИЛОЖЕНИЕ 2) вибрационная болезнь, связанная с воздействием локальной вибрации имеет следующие проявления:

полинейропатия верхних конечностей, в том числе с сенсорными и вегетативно-трофическими нарушениями,

периферический ангиодистонический синдром верхних конечностей (в том числе синдром Рейно),

синдром карпального канала (компрессионная невропатия срединного нерва),

миофиброз предплечий и плечевого пояса,

артрозы и периартрозы лучезапястных и локтевых суставов.

Существующая **классификация ВБ от воздействия локальной вибрации** от 1985 года отражает клинически и экспертно значимые проявления заболевания, помогает ориентироваться в степени выраженности патологического процесса (3).

**Различают три стадии вибрационной болезни от воздействия локальной вибрации:**

#### **Начальные проявления (I степень)**

1. Периферический ангиодистонический синдром верхних конечностей, в том числе с редкими ангиоспазмами пальцев.

2. Синдром сенсорной (вегетативно-сенсорной) полиневропатии верхних конечностей.

### **Умеренно-выраженные проявления (II степень)**

1. Периферический ангиодистонический синдром верхних конечностей с частыми ангиоспазмами пальцев.

2. Синдром вегетативно-сенсорной полинейропатии верхних конечностей:

а) с частыми ангиоспазмами пальцев;

б) со стойкими вегетативно-трофическими нарушениями на кистях;

в) с дистрофическими нарушениями опорно-двигательного аппарата рук и плечевого пояса (миофиброзы, периартрозы, артрозы);

г) с шейно-плечевой плексопатией;

д) с церебральным ангиодистоническим синдромом

### **Выраженные проявления (III степень)**

1. Синдром сенсорно-моторной полинейропатии верхних конечностей.

2. Синдром энцефалополлинейропатии.

3. Синдром полинейропатии с генерализованными акроангиоспазмами.

**Начальные проявления (I степень) ВБ от воздействия локальной вибрации.** Начинается заболевание исподволь с преходящей парестезии (ощущение онемения, покалывания, ползания мурашек), невыраженной ноющей боли в дистальных отделах рук, повышенной зябкости пальцев кистей. Боль и парестезии отмечаются обычно лишь в покое (после работы и по ночам), а также при охлаждении, перемене атмосферного давления,



выполнении тяжелой физической работы. При достаточно длительных перерывах в работе неприятные ощущения в руках исчезают.

Наблюдаются не резко выраженные непостоянные симптомы, свидетельствующие о нарушении периферического кровообращения кистей: **периферический ангиодистонический синдром**. Клинические симптомы, свидетельствующие о нарушении периферического кровообращения кистей:

**цианоз, реже бледность кожи кистей;**

**мраморность ладоней;**

**гипотермия кистей;**

**положительный симптом «белого пятна»** (больной крепко сжимает кисти в кулак и через 5 секунд быстро разжимает их. В норме, образовавшиеся белые пятна на ладонях и пальцах должны исчезнуть через 5 секунд, если же следы побеления удерживаются дольше, проба считается положительной);

**положительная проба Боголепова** (человеку, вытянувшему вперед руки, предлагают поднять одну из них и опустить другую на 15 секунд, а затем вновь вытянуть их горизонтально. Окраска обеих кистей в норме восстанавливается через 15 секунд. При нарушении периферического кровообращения на восстановление окраски кистей уйдет значительно больше времени).

Периферический ангиодистонический синдром может сопровождаться побелением пальцев при общем или местном охлаждении (**редкими акроангиоспазмами пальцев рук**) (рис3).



**Рис. 3. Профессиональный синдром Рейно (акроангиоспазм, симптом «белых пальцев», симптом «мертвых пальцев»).**

Ангиоспазмы пальцев рук развиваются либо на обеих кистях одновременно, либо вначале на той руке, которая больше подвергается воздействию вибрации. Впервые ангиоспазм появляется обычно в холодное время года при общем охлаждении: внезапно возникшее побеление кончиков одного или нескольких пальцев, кроме первого, длится несколько минут, затем сменяется цианозом, что может сопровождаться парестезией. При прогрессировании патологического процесса ангиоспазм распространяется на другие фаланги и пальцы, появляется на другой руке. В начальной стадии заболевания вибрационный синдром Рейно возникает примерно 1-2 раза в месяц.

Периферический ангиодистонический синдром сопровождается **синдромом сенсорной (вегетативно-сенсорной) полиневропатии верхних конечностей**, который характеризуется снижением восприятия вибрационной и болевой чувствительности. При начальных проявлениях ВБ иногда развивается гиперестезия пальцев, вскоре сменяющаяся гипестезией. Зона снижения чувствительности постепенно распространяется на кисть и

предплечье. Трофические нарушения в этой стадии заболевания обычно ограничиваются стертостью кожного рисунка и гиперкератозом ладоней.

Клинические симптомы:

**болевого синдром в кистях, лучезапястных, локтевых суставах, плечевых суставах;**

**онемение кистей;**

**болезненное стягивание, слабость в кистях;**

**гипергидроз кистей;**

**ослабление пульсации лучевой артерии;**

**положительный симптом Паля** (у сидящего больного находят синхронный пульс на обеих лучевых артериях, а затем быстрым движением поднимают обе руки больного вверх, при этом пульс может исчезнуть с одной или с обеих сторон на несколько секунд. Такая проба оценивается как положительная);

**сенсорные нарушения вибрационной, болевой, температурной и тактильной чувствительности на территории «перчаток».**

**Умеренно-выраженные проявления (II степень) ВБ от воздействия локальной вибрации.** Отмечается нарастание интенсивности боли и парестезии в руках, повышенной зябкостью кистей, учащением развития акроангиоспазма. Боль и парестезии в дистальных отделах верхних конечностей становятся более постоянными в течение суток и достаточно стойкими. Усиливаясь после работы и по ночам, они часто нарушают сон. За время отпуска и курсового лечения неприятные ощущения в руках обычно значительно уменьшаются, но полностью не проходят.

Увеличивается выраженность периферических вегетативно-сосудистых, сенсорных и трофических нарушений. Наблюдается цианоз и гипотермия кистей, гипергидроз ладоней. У некоторых больных по утрам появляются отечность пальцев и (реже) кистей, тугоподвижность пальцев, которые вместе с болью и парестезией обычно исчезают или значительно уменьшаются вскоре после начала работы. Холодовой ангиоспазм пальцев легко развивается даже при умеренном охлаждении, например, при мытье рук холодной водой, а иногда и спонтанно. Приступ ангиоспазма может захватывать все пальцы (**Периферический ангиодистонический синдром верхних конечностей с частыми ангиоспазмами пальцев**).

Однако побеление большого пальца встречается довольно редко из-за более высокого уровня его кровоснабжения.

Периферические вегетативно-сосудистые нарушения при умеренно-выраженных проявлениях вибрационной патологии самостоятельно не развиваются, а входят в состав **синдрома вегетативно-сенсорной полинейропатии верхних конечностей**.

При этом наблюдаются дальнейшее повышение порога вибрационной чувствительности, снижение болевой чувствительности не только в дистальных, но и в проксимальных отделах конечностей.

**Синдром стойких вегетативно-трофических нарушений на кистях** диагностируют при наличии стойкой отечности пальцев и кистей, деформации межфаланговых суставов, гиперкератоза ладоней, изменении формы ногтей. Ногтевые пластинки могут быть в виде часовых стекол, уплощенными, иногда вогнутыми внутрь. Нередко они уплощены или истончены, тусклые, продольно исчерченные, ломкие.

**Дистрофические нарушения тканей опоры и движения рук и плечевого пояса** проявляются в виде миалгии, миозита, миофиброза

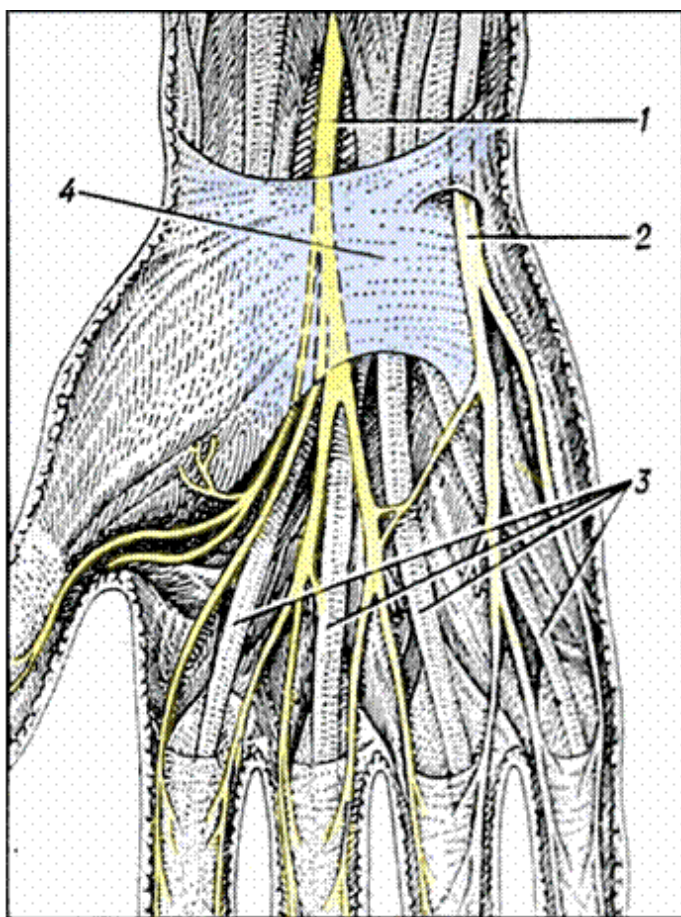
разгибателей кисти и пальцев, надлопаточных и других мышц, периартроза и деформирующего артроза локтевого, плечевого, лучезапястного, межфаланговых суставов, синдрома карпального канала.

**Синдром карпального канала,** туннельный синдром относится к группе компрессионно-ишемических невропатий (21). Канал, состоящий из твердых тканей, надежно защищает срединный нерв от экзогенных факторов (рис.4). Постоянные нагрузки на один и тот же участок приводят к его стойкой деформации. При этом страдают нервные волокна, нарушается трофика мягких тканей. Ткани туннеля утолщаются, разрыхляются и отекают, в канале не остается свободного пространства, давление на нерв становится максимальным. В это время появляются первые клинические признаки синдрома.

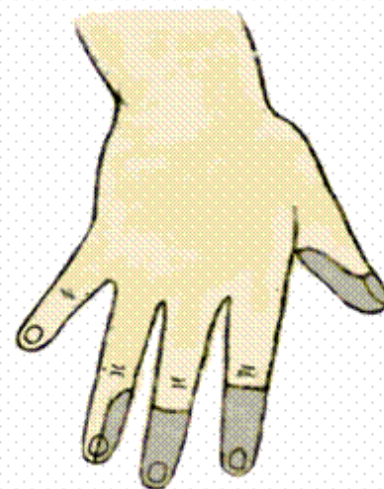
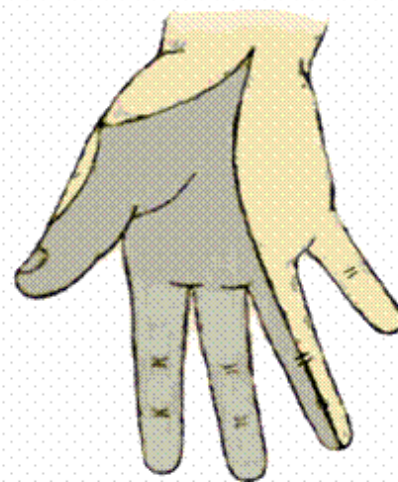
Туннельный синдром кисти — хроническое заболевание с частой сменой обострения и ремиссии, проявляющееся болью, парестезией, двигательной дисфункцией. Данные клинические признаки имеют различную степень выраженности.

Клиническими признаками начальной стадии являются неприятные ощущения и дискомфорт в кисти, возникающие после длительной нагрузки на данный участок тела. Больные жалуются на дрожь, зуд и небольшое покалывание в конечности. На начальной стадии симптомы носят временный характер. При встряхивании руками или при изменении положения рук дискомфортные ощущения исчезают.

Сужение канала проявляется острой болью в кисти, усиливающейся после нагрузок. Верхняя конечность у больных немеет. Любое движение



**Анатомия запястного канала:**  
 1 – срединный нерв,  
 2 – локтевой нерв,  
 3 – сухожилия сгибателей пальцев,  
 4 – поперечная связка запястья.



**Область кожи, чувствительность которой обеспечивается срединным нервом**

**Рис.4. Анатомия запястного канала.**

кисти в запястном суставе причиняет невыносимую боль. Онемение, покалывание и тяжесть в руках становятся неприятными и раздражающими. Боль и парестезии локализуются в области первых трех пальцев кисти. Они возникают ночью или ранним утром. Онемение и уменьшение чувствительности конечности лишает ее подвижности.

Значительное сужение туннеля проявляется тугоподвижностью пораженного сустава, гипотонией и гипотрофией мышечных волокон. При этом боль и онемение сохраняются и усиливаются. У больных возникают

общие симптомы: бессонница, раздражительность, депрессия. Судороги и постоянная боль выбивают из колеи. Человек больше не может поднять тяжелый предмет, набрать номер на сотовом телефоне, работать мышкой за компьютером, водить автомобиль. Нарушается мелкая моторика, изменяется цвет кожи. У пациентов наблюдается слабость при сгибании кисти, слабость сгибания первого и второго пальцев, особенно конечных фаланг. Значительно понижается чувствительность ладонной поверхности первого и второго пальцев.

**Болевой синдром — основной клинический признак патологии.** Пациенты жалуются на жжение или покалывание в кисти, возникающие по ночам и нарушающие сон. Больные просыпаются, чтобы встряхнуть руками. Приток крови к пальцам уменьшает выраженность боли. В запущенных случаях боль появляется не только по ночам. Она мучает больных круглосуточно, что сказывается на их нервно-психическом состоянии и приводит к нарушению работоспособности. Боль часто сопровождается нарушением вегетатики и трофики, что клинически проявляется отеком, гипертермией и гиперемией запястья, ладони и трех первых пальцев.

**Основные экспертно-диагностические тесты:**

- **Тест Тинеля** – появление парестезий в 1-4 пальцах кисти при перкуссии в проекции запястного канала
- **Тест Фалена** – сгибание кисти в течение 2 минут резко усиливает симптоматику
- **Тест поднятой руки** – усиление парестезий при поднятии вверх вытянутых рук и удержании их в таком положении в течение 1 минуты
- **Пальцевая компрессия** при сдавливании в проекции запястного канала подушечкой большого пальца в течение 1 минуты происходит усиление симптоматики

- **Манжеточный тест** – на плечо пациента накладывается манжета артериального тонометра, которую нагнетают до уровня давления, превышающего систолическое давление больного, и поддерживают этот уровень в течение 1 минуты

- **Тест Деку** – больному предлагается растягивать лист бумаги, захватив его между обеими руками 2-м и согнутым 1-м пальцем. При слабости срединного нерва 1-й палец не сгибается, а приводится к указательному пальцу.

Симптоматика туннельного синдрома нарастает по мере сдавливания нервного ствола.

Значительно реже при ВБ развивается **асептический некроз костей запястья (полулунной, ладьевидной)** (2). Различают 5 стадий асептического некроза, хотя строго разграничить их далеко не всегда возможно (рис.5).

Первая стадия характеризуется началом распада костной субстанции полулунной кости при сохранности хрящевого покрова. В этой фазе возникают реактивные изменения со стороны соседних участков кости и отмечается замещение некротических тканей молодой костной тканью. Уже в этой фазе полулунная кость функционально неполноценна, и под влиянием нагрузки, не превышающей обычной, может наступить ее патологический перелом.

Вторая фаза характеризуется компрессионным переломом. В результате сдавливания костных балок кость сплющивается по оси, вследствие чего образуется плотная костная масса.

Для третьей фазы характерно рассасывание спрессованной кости и нарушение целостности хрящевого покрова. В участках некроза развиваются соединительнотканые тяжи.



В четвертой фазе, наряду с рассасыванием некротической ткани, идет образование новой костной ткани в результате метаплазии соединительнотканых и хрящевых элементов в губчатую костную ткань. Наряду с образованием новой костной ткани, отмечается образование кист. Форма полулунной кости, независимо от степени ее регенерации, остается резко измененной, и анатомические соотношения ее с другими костями запястья и суставными площадками лучевой и локтевой костей не восстанавливаются.

Для пятой фазы типично образование деформирующего остеоартроза лучезапястного сустава, не имеющего тенденции к обратному развитию.

Клиническая картина асептического некроза полулунной кости имеет ряд характерных черт, но в некоторых случаях заболевание прогрессирует довольно быстро, симптоматология становится яркой и функциональные нарушения отчетливыми, а в других случаях проходит немало времени, прежде чем возникает мысль об этом заболевании. Такие особенности течения болезни, по-видимому, обусловленные различной скоростью смены фаз патологического процесса, сказываются и на сроках установления правильного диагноза. На время обращения больных к врачу в немалой степени влияет характер выполняемой ими работы. Совершенно точно отражает положение следующая формулировка: «больному с поражением полулунной кости легко тянуть и тяжело толкать». Чем энергичнее и чаще больному приходится нажимать на рычаг, инструмент (экстензия), тем труднее становится работа, тем раньше больной обращается к врачу. На первых местах по срокам обращения к врачебной помощи стоят проходчики, обрубщики (нажим в сочетании с противоударом), монтажники, штамповщики, шлифовщики. При обследовании больного удастся выявить симптомы, часть которых следует назвать постоянными, часть — непостоянными. Внимательный осмотр запястий позволяет выявить у 60 % больных небольшую припухлость тыла запястья в проекции полулунной

кости. Такая припухлость обнаруживается у больных и с небольшой давностью заболевания (до одного года), и у больных с давностью заболевания свыше 3—4 лет. При этом прямой зависимости частоты выявления припухлости от давности заболевания не отмечается.

Пальпация припухлости вызывает отчетливую болезненность; эта припухлость плотна, не совмещается, не спаяна с кожей, иногда очень гладкая, реже с неровными ребристыми краями, величина ее колеблется от 1 до 1,5 см. Иногда припухлость, незаметная в положении легкой экстензии кисти, становится отлично видимой, когда кисть переводится в положение легкой флексии.

Нет ни одного больного с асептическим некрозом полулунной кости, у которого была бы полностью сохранена и безболезненна флексия и экстензия кисти. Сравнение со здоровой рукой показывает некоторое отставание флексии и экстензии, причем экстензия нарушается прежде и в большей степени. Попытка увеличить угол ладонного и тыльного сгибания кисти пассивно иногда в какой-то степени удается, но всегда встречает заметное сопротивление больного из-за усиления болей. В какой бы степени ни оказалась нарушенной флексия и экстензия кисти, ее боковые, ульнарные и радиальные отведения не страдают. Лишь в тех случаях, когда деструктивный процесс в полулунной кости заканчивается выраженным деформирующим остеоартрозом лучезапястного сустава с почти полным анкилозом, страдают и боковые движения кисти. К ранним признакам асептического некроза ограничения боковых движений кисти отнести нельзя. Вытяжение за II—IV пальцы, так же как и нагрузка на них по оси в проксимальном направлении, иногда вызывают усиление боли в лучезапястном суставе, но при этом нет полной уверенности в том, что при этих манипуляциях не могла возникнуть хотя бы небольшая и кратковременная экстензия или флексия, которая и вызвала боль. Столь же

не отчетлива реакция больного на давление непосредственно на головку III пястной кости при максимально согнутых пальцах.



**Рис. 5. Асептический некроз полулунной кости. На рентгеновском снимке изменения полулунной кости, контуры ее неровны, распадение кости на фрагменты.**

При развитии компрессионного перелома полулунной кости появляется симптом Финстерера — при сжатии пальцев в кулак становится заметным, что головка III пястной кости не выступает над головками соседних II и IV пястных костей, как это всегда бывает в норме.

Рассматриваемые синдромы при ВБ формируются обычно с длительным стажем работы при воздействии вибрации в сочетании со значительным статико-динамическим напряжением. Это в полной мере относится и к **синдрому шейно-плечевой плексопатии**, которая в

настоящее время наблюдается крайне редко, характеризуется односторонней локализацией и может иногда сопровождаться нерезко выраженными корешковыми симптомами. У больных возникает боль в плече, плечевом суставе, надлопаточной области, иногда с иррадиацией по всей руке. Болезненны верхняя точка Эрба, надлопаточная, подмышечная. Положителен верхний симптом Лассега. Выявляются симптомы выпадения чувствительности и рефлекторной деятельности.

Функциональные нарушения центральной нервной системы в виде невротоподобного синдрома с легкой вегетативной дисфункцией могут наблюдаться даже при начальных стадиях вибрационной болезни. По мере прогрессирования процесса у некоторых больных значительно усиливаются раздражительность, утомляемость, головная боль, нарушения сна, кардиалгия, появляются головокружения, лабильность пульса и артериального давления и т.д. При обследовании выявляются изменения сосудов глазного дна, нарушения церебральной гемодинамики (по данным реоэнцефалографии, транскраниальной доплерографии, электрической плетизмографии). В таких случаях может быть диагностирован **церебральный ангиодистонический синдром.**

Таким образом, для II степени вибрационной болезни наиболее характерным является усугубление клинических проявлений синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии верхних конечностей, значительно выраженным периферическим ангиодистоническим синдромом, стойкими вегетативно-трофическими нарушениями на кистях, частыми ангиоспазмами пальцев рук.

**Выраженные проявления (III степень) ВБ** от воздействия локальной вибрации.

В настоящее время встречаются крайне редко. Прогрессирование локальных нервно-сосудистых нарушений может привести к формированию синдрома сенсомоторной полиневропатии верхних конечностей с усилением боли и парестезией, появлением слабости в руках, снижением силы в них. При этом наблюдаются гипотрофия мышц кистей, предплечий, снижение сухожильных рефлексов, скорости проведения возбуждения по двигательным нервам.

У некоторых больных с вегетативно-сенсорной или сенсомоторной полинейропатией верхних конечностей наблюдается генерализация ангиоспазма с появлением его не только на кистях, но и на пальцах стоп. В таких случаях диагностируют синдром полинейропатии с генерализованным акроангиоспазмом. Развитие данного синдрома возможно при длительном стаже работы в условиях воздействия интенсивной высокочастотной вибрации, особенно в сочетании с охлаждением рук или общим охлаждением.

### **Клиника вибрационной болезни от воздействия общей вибрации**

**Классификация ВБ** от действия общей вибрации утверждена в 1982 г. Она построена по синдромному принципу и выделяет 3 степени выраженности патологического процесса:

#### **Начальные проявления:**

- 1) ангиодистонический синдром (церебральный или периферический),
- 2) вегетативно-вестибулярный синдром,

3) синдром сенсорной (вегетативно-сенсорной) полиневропатии нижних конечностей.

#### **Умеренно-выраженные проявления:**

- 1) церебрально-периферический ангиодистонический синдром,
- 2) синдром сенсорной (вегетативно-сенсорной) полинейропатии в сочетании:
  - а) с полирадикулярными нарушениями (синдром полирадикулоневропатии),
  - б) с вторичным пояснично-крестцовым корешковым синдромом (вследствие остеохондроза поясничного отдела позвоночного столба),
  - в) с функциональными нарушениями нервной системы (синдром неврастении)

#### **Выраженные проявления:**

- 1) синдром сенсорно-моторной полинейропатии,
- 2) синдром дисциркуляторной энцефалопатии в сочетании с периферической полинейропатией (синдром энцефалопалинейропатии).

1 степень болезни включает нестойкие церебральные или периферические нервно-сосудистые нарушения. Для **периферического ангиодистонического синдрома** характерны непостоянные и умеренно выраженные парестезии и боль в нижних конечностях, иногда судороги икроножных мышц. При осмотре наблюдается легкий цианоз или мраморность кожи, гипотермия стоп, гипергидроз подошв, снижение восприятия вибрационной и болевой чувствительности на пальцах стоп. Усиление боли и парестезии в стопах и голенях, выраженности периферических вегетативно-сосудистых нарушений, снижение поверхностной чувствительности (особенно болевой) по

полиневритическому типу, преимущественно в дистальных отделах нижних конечностей, являются основанием для установления **синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии нижних конечностей**.

На наличие **церебрального ангиодистонического синдрома** указывают не резко выраженные симптомы неврастенического или астеноневротического характера (периодическая головная боль, раздражительность, утомляемость, нарушение сна) в сочетании с вегетативной дисфункцией (лабильность пульса, артериального давления с преобладанием гипертензии, потливость, нарушение дермографической реакции и др.).

**Вегетативно-вестибулярный синдром** проявляется синдромом укачивания, головокружением, пошатыванием при ходьбе и в позе Ромберга, непостоянным горизонтальным нистагмом, усилением вестибуловегетативных реакций при вестибулярных нагрузках.

**Умеренно-выраженные проявления (II степень).** Одним из вариантов умеренно-выраженных проявлений болезни является одновременное развитие церебральных и периферических ангиодистонических нарушений, что расценивается как церебрально-периферический синдром. При этом, в некоторых случаях, наряду с развитием вегетативно-сосудистых нарушений на нижних конечностях, аналогичные симптомы появляются и в области кистей.

Клинические проявления синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии в этой стадии заболевания становятся более выраженными и наблюдаются не только на нижних конечностях, но и на верхних конечностях. На этом фоне могут появляться корешковые симптомы (**синдром полирадикулоневропатии**). Радикулопатии – это компрессия корешков (переднего и заднего) спинного мозга, обусловленные

дегенеративно-дистрофическими изменениями позвоночного столба вследствие **экзогенных причин: вибрационной травмы позвоночника, физических перегрузок в условиях производства.** Значение имеют и **эндогенные причины: дизэмбриогенез, аномалии развития на различных уровнях позвоночника, наследственная предрасположенность, возрастные изменения** (12, 18, 19).

Корешковый синдром может быть обусловлен, **как первичной механической компрессией самого корешка,** так и его **вторичным сдавлением** вследствие отека, развивающегося в результате компрессии корешковых вен. Сдавление корешковых сосудов и расстройство микроциркуляции, возникающее при отеке в свою очередь становятся дополнительными факторами поражения корешка. Наиболее распространенной причиной, провоцирующей корешковый синдром, выступает остеохондроз позвоночника. Снижение высоты межпозвоночного диска влечет за собой уменьшение диаметра межпозвоночных отверстий и создает предпосылки для ущемления проходящих через них корешков. Кроме того, фактором компрессии может являться формирующаяся как осложнение остеохондроза межпозвоночная грыжа. Корешковый синдром возможен при компрессии корешка образующимися при спондилезе остеофитами или измененными вследствие спондилоартроза частями дугоотростчатого сустава.

Радикулопатия — симптомокомплекс, формирующийся в результате различных по своей этиологии поражений спинального корешка и проявляющийся симптомами раздражения (боль, мышечное напряжение, анталгическая поза, парестезии) и выпадения (парезы, снижение чувствительности, мышечные гипотрофии, гипорефлексия, трофические расстройства). Диагностируется корешковый синдром клинически, его причина устанавливается по результатам рентгенографии, КТ или МРТ позвоночника (19).



## **Симптомы корешкового синдрома**

Симптомокомплекс радикулопатии складывается из различных сочетаний симптомов раздражения спинального корешка и выпадения его функций. Выраженность признаков раздражения и выпадения определяется степенью сдавления корешка, индивидуальными особенностями расположения, формы и толщины спинальных корешков, межкорешковыми связями.

**Симптомы раздражения** включают болевой синдром, двигательные нарушения по типу крампи или фасцикулярных мышечных подергиваний, сенсорные расстройства с виде ощущения покалывания или ползания мурашек (парестезии), локального чувства жара/холода (дизестезии). Отличительными особенностями корешковой боли является ее жгучий, пекущий и стреляющий характер; появление только в зоне, иннервируемой соответствующим корешком; распространение от центра к периферии (от позвоночника к дистальным отделам руки или ноги); усиление при перенапряжении, резком движении, смехе, кашле, чихании. Болевой синдром обуславливает рефлекторное тоническое напряжение мышц и связок в области поражения, которое способствует усилению боли. Для уменьшения последней пациенты принимают щадящее положение, ограничивают движения в пораженном отделе позвоночника. Мышечно-тонические изменения более выражены на стороне пораженного корешка, что может привести к перекосу туловища, в шейном отделе — к формированию кривошеи, с последующим искривлением позвоночника.

**Симптомы выпадения** появляются при далеко зашедшем поражении корешка. Они проявляются слабостью иннервируемых корешком мышц (парезом), снижением соответствующих сухожильных рефлексов (гипорефлексией), уменьшением чувствительности в зоне иннервации корешка (гипестезией). Участок кожи, за чувствительность которого отвечает

один корешок, называется дерматом. Он получает иннервацию не только от основного корешка, но и частично от выше- и ниже- лежащего. Поэтому даже при значительной компрессии одного корешка наблюдается лишь гипестезия, тогда как при полирадикулопатии с патологией нескольких рядом расположенных корешков отмечается полная анестезия. Со временем в иннервируемой пораженным корешком области развиваются трофические нарушения, приводящие к мышечной гипотрофии, истончению, повышенной ранимости и плохой заживляемости кожи.

### **Симптомы поражения отдельных корешков**

При всех **компрессионно-радикулярных синдромах шейного уровня** при объективном осмотре выявляется: анталгический наклон головы; симптом Спарлинга – усиление боли при разгибании в шейном отделе позвоночника; прием Вальсальвы – усиление боли при кашле и натуживании, при давлении на голову по оси вниз; симптом Нери (возникновение острых болевых ощущений в поясничной области при наклоне головы так, чтобы подбородок касался груди) (особенно в условиях узкого позвоночного канала); симптом межпозвонкового отверстия (усиление боли и парестезии в зоне соответствующего корешка при аксиальной нагрузке на наклоненную набок голову), острый простреливающий характер болей.

**Корешок С1.** Боль локализуется в затылке, зачастую на фоне боли появляется головокружение, возможна тошнота. Голова находится в положении наклона в пораженную сторону. Отмечается напряжение подзатылочных мышц и их пальпаторная болезненность.

**Корешок С2.** Боль в затылочной и теменной области на стороне поражения. Ограничены повороты и наклоны головой. Наблюдается гипестезия кожи затылка.

**Корешок С3.** Боль охватывает затылок, латеральную поверхность шеи, область сосцевидного отростка, иррадирует в язык, орбиту, лоб, присутствует ощущение припухлости языка. В этих же зонах локализуются парестезии и наблюдается гипестезия. Корешковый синдром включает затруднения наклонов и разгибания головы, болезненность паравертебральных точек и точки над остистым отростком С3.

**Корешок С4.** Боль в надплечье, ключице с переходом на переднюю поверхность груди, доходящая до 4-го ребра, распространяется по задне-латеральной поверхности шеи до ее средней 1/3. Атрофия задних мышц шеи (трапециевидной, ременной, поднимающей лопатку), в связи с чем увеличивается воздушная подушка в области верхушки легкого. При явлениях раздражения – повышение тонуса диафрагмы приводит к смещению печени вниз. Возможна боль, имитирующая стенокардию. При явлениях выпадения – расслабление диафрагмы. Рефлекторная передача патологической импульсации на диафрагмальный нерв может привести к появлению икоты, расстройству фонации.

**Корешок С5.** Корешковый синдром этой локализации проявляется болью в надплечье и по латеральной поверхности плеча, где также наблюдаются сенсорные расстройства. Нарушено отведение плеча, отмечается гипотрофия дельтовидной мышцы, понижен рефлекс с бицепса.

**Корешок С6.** Боль от шеи распространяется через область бицепса на наружную поверхность предплечья и доходит до большого пальца. Выявляется гипестезия последнего и наружной поверхности нижней 1/3 предплечья. Наблюдается парез бицепса, плечевой мышцы, супинаторов и пронаторов предплечья. Снижен рефлекс с запястья.

**Корешок С7.** Боль идет от шеи по задней поверхности плеча и предплечья, достигает среднего пальца кисти. Ввиду того, что корешок С7

иннервирует надкостницу, данный корешковый синдром отличается глубинным характером боли. Снижение мышечной силы отмечается в трицепсе, большой грудной и широчайшей мышце, флексорах и экстензорах запястья. Понижен трицепс-рефлекс.

**Корешок С8.** Корешковый синдром на этом уровне встречается достаточно редко. Боль, гипестезия и парестезии распространяются на внутреннюю поверхность предплечья, безымянный палец и мизинец. Характерна слабость флексоров и экстензоров запястья, мышц-разгибателей пальцев. Снижение или выпадение карпорадиального и супинаторного рефлекса (ПРИЛОЖЕНИЕ 4).

При **компрессионно-радикулярных синдромах пояснично-крестцового уровня** клиническая картина характеризуется острой или хронической люмбалгией. Обычно при неловком движении возникает острая пронизывающая боль в пояснице, иррадирующая сразу или через несколько дней в нижние конечности. Характерны защитные анталгические позы, выраженные тонические реакции поясничных мышц (болезненное напряжение), сколиоз, сглаженность поясничного лордоза, болезненность паравертебральных точек, точек Балле, выраженные симптомы натяжения (Нери, Ласега, Дежерина, Штрюмпеля, Вассермана, "посадки", Бехтерева).

При хроническом течении возникают нейродистрофические изменения в мышцах и связках (фиброзные узелки Корнелиуса и Мюллера, а также миогелозы Шаде и Ланге). Если боль сосредоточена преимущественно в крестцово-копчиковой области, то говорят о кокцигодинии, которая может быть обусловлена поражением костно-хрящевой части дистальных отделов позвоночника, а также мышечно-фиброзных тканей. Боль при этом иррадирует в задний проход, крестец, половые органы, ягодицы, носит ноющий, мозжащий, пароксизмально-жгучий характер, усиливается в

положениях сидя (особенно на жестком), лежа на спине, при акте дефекации, при наклоне туловища вперед. Боли бывают продолжительными и упорными.

**Корешок L1.** Боль и гипестезия в паховой области. Боли распространяются на верхненаружный квадрант ягодицы.

**Корешок L2.** Боль охватывает переднюю и внутреннюю поверхность бедра. Отмечается слабость при сгибании бедра.

**Корешок L3.** Боль идет через подвздошную ость и большой вертел на переднюю поверхность бедра и доходит до нижней 1/3 медиальной части бедра. Гипестезия ограничена расположенной над коленом областью внутренней поверхности бедра. Парез, сопровождающий этот корешковый синдром, локализуется в четырехглавой мышце и аддукторах бедра.

**Корешок L4.** Боль распространяется по передней поверхности бедра, коленному суставу, медиальной поверхности голени до медиальной лодыжки. Гипотрофия четырехглавой мышцы. Парез большеберцовых мышц приводит к наружной ротации стопы и ее «прихлопыванию» при ходьбе. Снижен коленный рефлекс.

**Корешок L5.** Боль иррадирует от поясницы через ягодицу по латеральной поверхности бедра и голени в первые 2 пальца стопы. Зона боли совпадает с областью сенсорных расстройств. Гипотрофия большеберцовой мышцы. Парез экстензоров большого пальца, а иногда и всей стопы.

**Корешок S1.** Боль в нижнем отделе пояснице и крестце, отдающая по заднелатеральным отделам бедра и голени в стопу и 3-5-й пальцы. Гип- и парестезии локализуются в области латерального края стопы. Корешковый синдром сопровождается гипотония и гипотрофия икроножной мышцы. Ослаблены ротация и подошвенное сгибание стопы. Понижен ахиллов рефлекс.

**Корешок S2.** Боль и парестезии начинаются в крестце, охватывает заднюю часть бедра и голени, подошву и большой палец. Зачастую отмечаются судороги в аддукторах бедра. Рефлекс с ахилла обычно не изменен.

**Корешки S3-S5.** Сакральная каудопатия. Как правило, наблюдается полирадикулярный синдром с поражением сразу 3-х корешков. Боль и анестезия в крестце и промежности. Корешковый синдром протекает с дисфункцией сфинктеров тазовых органов. (ПРИЛОЖЕНИЕ 4)

#### **Диагностика корешкового синдрома.**

В неврологическом статусе обращает на себя внимание наличие триггерных точек над остистыми отростками и паравертебрально, мышечно-тонические изменения на уровне пораженного сегмента позвоночника. Выявляются симптомы натяжения корешков, в том числе, в шейном отделе они провоцируется быстрым наклоном головы противоположно пораженной стороне (см. выше), в поясничном — поднятием ноги в горизонтальном положении на спине (симптом Ласега) и на животе (симптом Вассермана) и др.

По локализации болевого синдрома, зон гипестезии, парезов и мышечных гипотрофий невролог может установить, какой именно корешок поражен.

Подтвердить корешковый характер поражения и его уровень позволяет электронейромиография.

Наряду с вегетативно-сенсорной полинейропатией нижних конечностей при ВБ от воздействия общей вибрации, развивается **вторичный пояснично-крестцовый корешковый синдром** вследствие остеохондроза поясничного отдела позвоночного столба. Объясняется это тем, что аperiodически возникающие вследствие вибрации толчки, которые

испытывают на своих рабочих местах водители большегрузного транспорта и самоходного оборудования, оказывают микротравматизирующее воздействие на пояснично-крестцовые позвонки, межпозвоночные диски, суставы с нарушением их трофики. Это является, по-видимому, одной из причин развития или прогрессирования остеохондроза, деформирующего артроза пояснично-крестцового отдела позвоночного столба и вторичных корешковых, болевых и рефлекторных синдромов.

**Синдром вегетативно-сенсорной полинейропатии нижних конечностей с функциональными нарушениями нервной системы (синдром неврастении)** включает в себя выраженную вегетативную дистонию и функциональные изменения ЦНС, протекающие по типу неврастении. Указанным изменениям обычно сопутствуют вегетативно-вестибулярные нарушения. У рабочих, подвергающихся воздействию общей вибрации, нередко наблюдаются дисфункция пищеварительных желез, нарушение менструального цикла у женщин, обострение воспалительного процесса в органах малого таза. Эти изменения объясняются нарушением регулирующего влияния центральной нервной системы, а также опущением органов брюшной полости и раздражением чревного сплетения под влиянием вибрации.

**Выраженные проявления (III степень) ВБ от воздействия общей вибрации** в настоящее время встречаются крайне редко. К ним относятся синдром сенсорно-моторной полинейропатии и синдром дисциркуляторной энцефалопатии в сочетании с периферической полинейропатией (синдром энцефалопалинейропатии).

Для **синдрома сенсорно-моторной полинейропатии** характерны слабость в нижних конечностях при ходьбе, снижение двигательной функции. Отмечается снижение силы и легкая гипотрофия отдельных мышц голени и стоп, болезненность нервных стволов на фоне полиневритического

снижения поверхностной чувствительности, структурные изменения (по данным электромиографии), снижение скорости проведения по двигательным нервам, ряд вегетативно-сосудистых изменений. При комбинированном действии (общей и локальной вибрации) аналогичные нарушения могут быть обнаружены на верхних конечностях. Часто присоединяются признаки церебральной ангиодистонии, иногда наблюдается микроочаговая церебральная симптоматика сосудистого генеза (**синдром дисциркуляторной энцефалопатии в сочетании с периферической полинейропатией**). Клинические особенности дисциркуляторной энцефалопатии - прогрессирующее течение, стадийность, синдромальность. При этом периферические нервно-сосудистые нарушения могут не носить выраженного характера, проявляясь в виде синдрома вегетативно-сенсорной полиневропатии нижних и верхних конечностей (9).

Ядром клинической картины дисциркуляторной энцефалопатии являются когнитивные нарушения, выявляемые уже в I стадии и прогрессивно нарастающие к III стадии. Параллельно развиваются эмоциональные расстройства (эмоциональная лабильность, инертность, отсутствие эмоциональной реакции, потеря интересов), разнообразные двигательные нарушения (от программирования и контроля до исполнения как сложных некинетических, высших автоматизированных, так и простых рефлекторных движений).

Стадии дисциркуляторной энцефалопатии:

При I стадии жалобы (наличие головной боли, головокружения (несистемного характера), снижения памяти, нарушения сна, шума в голове, звона в ушах, нечёткости зрения, общей слабости, повышенной утомляемости, снижения работоспособности и эмоциональной лабильности) сочетаются с диффузной микроочаговой неврологической симптоматикой в виде анизорефлексии, недостаточности конвергенции, негрубых рефлексов



орального автоматизма. Возможны лёгкие изменения походки (уменьшение длины шага, замедленность ходьбы), снижение устойчивости и неуверенность при выполнении координаторных проб. Нередко отмечают эмоционально-личностные нарушения (раздражительность, эмоциональную лабильность, тревожные и депрессивные черты). Уже в этой стадии возникают лёгкие когнитивные расстройства нейродинамического типа: замедление и инертность интеллектуальной деятельности, истощаемость, колебание внимания, уменьшение объёма оперативной памяти. Пациенты справляются с нейропсихологическими тестами и работой, в которых не требуется учёта времени выполнения. Жизнедеятельность пациентов не ограничена.

II стадия характеризуется нарастанием неврологической симптоматики с возможным формированием негрубо выраженного, но доминирующего синдрома. Выявляют отдельные экстрапирамидные нарушения, неполный псевдобульбарный синдром, атаксию. Жалобы становятся менее выраженными и не такими значимыми для больного. Усугубляются эмоциональные расстройства. Когнитивная дисфункция нарастает до степени умеренной, нейродинамические нарушения дополняются дизрегуляторными (лобно-подкорковый синдром). Ухудшается способность планировать и контролировать свои действия. Нарушается выполнение заданий, не ограниченных рамками времени, но сохраняется способность к компенсации (сохранены узнавание и возможность использования подсказок). В этой стадии могут появляться признаки снижения профессиональной и социальной адаптации.

III стадия проявляется наличием нескольких неврологических синдромов. Развиваются грубые нарушения ходьбы и равновесия с частыми падениями, выраженные мозжечковые расстройства, паркинсонический синдром, недержание мочи. Снижается критика к своему состоянию, вследствие чего уменьшается количество жалоб. Могут появляться

выраженные личностные и поведенческие расстройства в виде расторможенности, эксплозивности, психотических расстройств, апатико-абулического синдрома. К нейродинамическому и дизрегуляторному когнитивным синдромам присоединяются операциональные нарушения (дефекты памяти, речи, праксиса, мышления, зрительно-пространственной функции). Когнитивные расстройства часто достигают уровня деменции, когда дезадаптация проявляется не только в социальной и профессиональной деятельности, но и в повседневной жизни. Больные нетрудоспособны, в части случаев постепенно утрачивают способность обслуживать себя.

### **Неврологические синдромы при дисциркуляторной энцефалопатии (9).**

Наиболее часто выявляют вестибулоомозжечковый, пирамидный, амиостатический, псевдобульбарный, психоорганический синдромы, а также их сочетания. Иногда отдельно выделяют цефалгический синдром.

При вестибулоомозжечковом (или вестибулоатактическом) синдроме субъективные жалобы на головокружение и неустойчивость при ходьбе сочетаются с нистагмом и координаторными нарушениями.

Пирамидный синдром при дисциркуляторной энцефалопатии характеризуется высокими сухожильными и положительными патологическими рефлексами, нередко асимметричными. Паркинсонический синдром в рамках дисциркуляторной энцефалопатии представлен замедленными движениями, гипомимией, негрубой мышечной ригидностью, чаще в ногах, с феноменом «противодействия», когда сопротивление мышц непроизвольно нарастает при совершении пассивных движений. Тремор, как правило, отсутствует. Нарушения походки характеризуются замедлением скорости ходьбы, уменьшением величины шага (микробазия), «скользящим», шаркающим шагом, мелким и быстрым топтанием на месте (перед началом ходьбы и при поворотах). Затруднения

при поворотах во время ходьбы проявляются не только топтанием на месте, но и поворачиванием всем корпусом с нарушением сохранения равновесия, что может сопровождаться падением. Падения у этих больных происходят при явлениях пропульсии, ретропульсии, латеропульсии и также могут предшествовать ходьбе из-за нарушения инициации локомоции (симптом «прилипших ног»).

Псевдобульбарный синдром: возникают и постепенно нарастают дизартрия, дисфагия, дисфония, эпизоды насильственного плача или смеха и рефлексы орального автоматизма. Глоточный и нёбный рефлексы сохранены и даже высокие; язык без атрофических изменений и фибриллярных подёргиваний.

Психоорганический (психопатологический) синдром может проявляться эмоционально-аффективными расстройствами (астенодепрессивными, тревожно-депрессивными), когнитивными (познавательными) нарушениями - от лёгких мнестических и интеллектуальных расстройств до различных степеней деменции.

Выраженность цефалгического синдрома по мере прогрессирования заболевания уменьшается. Среди механизмов формирования цефалгии у больных с хронической недостаточностью мозгового кровообращения можно рассматривать миофасциальный синдром на фоне остеохондроза шейного отдела позвоночника, а также головную боль напряжения - вариант психалгии, нередко возникающей на фоне депрессии.

При комбинированном воздействии общей и локальной вибрации формируется сложный симптомокомплекс, состоящий из сочетания синдромов, свойственных ВБ от воздействия локальной и общей вибрации. Данная форма заболевания встречается, например, у работающих на

виброуплотнении бетона, бурильщиков, шахтеров, когда вибрации подвергаются не только конечности, но и все опорные поверхности.

## **ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ДИАГНОЗ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ**

Клинические проявления некоторой сосудистой и неврологической патологии имеют сходные черты с клиникой вибрационной болезни. ВБ дифференцируют с болезнью Рейно, синингомиелией, полиневритами, плекситами и миозитами другой этиологии (10).

При болезни Рейно спазм сосудов верхних конечностей, как правило, развивается при сильном эмоциональном напряжении либо в момент приступа кардиалгии. Ангиоспастические явления в данном случае отличаются равномерностью поражения верхних и нижних конечностей и не сочетаются с расстройствами болевой и вибрационной чувствительности. Болезнь Рейно чаще всего поражает женщин.

При синингомиелии спазма сосудов не наблюдается, но имеются расстройства чувствительности сегментарного характера, которые, в отличие от вибрационной болезни, проявляются даже в самых начальных стадиях заболевания, сочетаются с двигательными нарушениями, выпадением сухожильных рефлексов, атрофией мышц, бульбарными поражениями. Синингомиелия не сопровождается изменениям со стороны вибрационной чувствительности.

При плекситах и невритах, не обусловленных воздействием вибрации, отсутствует ангиоспазм, отмечаются болевой синдром, расстройства чувствительности и двигательные нарушения выявляются в зонах иннервации конкретных периферических нервов, чему сопутствует наличие болевых точек. Миозиты имеют острое начало и не сопровождаются изменениями в чувствительной сфере.

Компрессионно-корешковые синдромы остеохондроза позвоночника следует дифференцировать от других вертеброгенных заболеваний – спондилита туберкулезной и иной этиологии, болезни Бехтерева, ревматоидного спондилоартрита, травматического поражения; от первичной и метастатической опухоли позвонка, миеломной болезни (солитарная миелома), экстрамедуллярной опухоли, менингоградикулита.

Важнейшей диагностической задачей является выявление причины, спровоцировавшей корешковый синдром. С этой целью проводят рентгенографию позвоночника в 2-х проекциях. Она позволяет диагностировать остеохондроз, спондилоартроз, спондилолистез, болезнь Бехтерева, искривления и аномалии позвоночного столба. Более информативным методом диагностики является КТ позвоночника. Для визуализации мягкотканых структур и образований применяют МРТ позвоночника. МРТ дает возможность диагностировать межпозвоночную грыжу, экстра- и интрамедуллярные опухоли спинного мозга, гематому, менингоградикулит.

## ДИАГНОСТИКА ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ

Ранняя диагностика ВБ проводится на периодических медицинских осмотрах. При этом обращается внимание на характерные жалобы, данные объективного осмотра, показатели камертоновой, холодной пробы и динамометрии. Каждый специалист, принимающий участие в периодических медицинских осмотрах, должен тщательно описать жалобы, объективные данные в медицинской карте. При необходимости назначается амбулаторное дообследование. При подозрении на ВБ необходимо направить экстренное извещение в управление Роспотребнадзора (по месту нахождения предприятия) (ПРИЛОЖЕНИЕ 5)

В условиях поликлиники возможно проведение реовазографии, электромиографии, электроэнцефалографии, реоэнцефалографии, рентгенографии опорно-двигательного аппарата (ПРИЛОЖЕНИЕ 6).  
Диагностика ВБ в центре профпатологии основывается на комплексе данных:

- профессионального маршрута (по копии трудовой книжки, подтверждающей достаточно длительный, более 10 лет, профессиональный стаж в контакте с вибрацией),
- санитарно-гигиенической характеристики условий труда, свидетельствующей о систематическом воздействии на рабочего вибрации, превышающей ПДУ. Учитываются рабочие операции, выполняемые больным, характер различных источников вибрации и ее основные параметры. Кроме того, следует располагать сведениями и о других неблагоприятных профессиональных факторах (значительное мышечное напряжение, вынужденное положение тела, неудобная рабочая поза, общее охлаждение, а также охлаждение кистей и смачивание их растворителями, водой; производственный шум и т.д.). Важны сведения о профилактических мерах, применении индивидуальных средств защиты;

- анамнеза заболевания: типичные жалобы, постепенное развитие заболевания и значительное улучшение состояния больного при более или менее длительных перерывах в работе (во время отпуска, проведении курсового лечения),
- объективного исследования - тщательного описания status localis кистей, стоп (оценка состояния периферического кровоснабжения: окраска кожи ладоней, стоп, гипотермия кистей, стоп, гипергидроз, иногда сухость ладоней, наличие трофических нарушений в виде гиперкератозов, изменений ногтевых пластин и т.д.),
- результатов клинико-функциональных методов исследования, позволяющих оценить функциональное состояние периферического и центрального кровоснабжения, периферических нервов, определить пороги вибрационной и болевой чувствительности и т.д. (ПРИЛОЖЕНИЕ 6)

## **ОБЩИЙ ПЛАН ЛЕЧЕНИЯ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ**

Этиологический принцип терапии предусматривает **исключение воздействия (временное или постоянное) на организм вибрации и таких неблагоприятных производственных факторов, как охлаждение, физическое перенапряжение.** Патогенетическая терапия направлена на нормализацию периферического кровообращения, ликвидацию очагов застойного возбуждения и т.д. Целью симптоматической терапии является нормализация полиморфных рефлекторных нарушений и пр. Наиболее эффективным является комплексное лечение больных с использованием лекарственных средств, физических и рефлекторных методов.

**Коррекция ангиодистонического синдрома различными группами фармпрепаратов** (цель: улучшение микроциркуляции, повышение реологических свойств крови, торможение агрегации тромбоцитов и эритроцитов, снижение повышенной концентрации фибриногена в плазме и усиление фибринолиза, миотропное сосудорасширяющее действие, улучшение снабжение тканей кислородом, ангиопротективное действие, церебропротективное, адаптогенное действие).

**Препаратами выбора являются:**

Никотиновая кислота – в/м по 0,1 г. 1-2 раза в сутки 10-15 дней

Пентоксифиллин (вазонит, пентилин, пентомер, флекситал) внутрь по 0,1-0,2 г. 3 раза в сутки 15—20 дней

Дипиридамо́л (курантил)- внутрь по 25 мг 3 раза в день 15-20 дней

Тиклопидин (тиклид) – внутрь по 250 мг 1-2 раза в сутки 15-20 дней

Клопидогрель – внутрь по 75 мг 1 раз в день 7-10 дней

Актовегин – внутрь по 200-400 мг 3 раза в сутки; в/м по 2-5 мл 1 раз в сутки ежедневно 10-20 дней

Амлодипин (норваск) – внутрь по 5 мг 1 раз в сутки 15-20 дней



Милдронат – внутрь по 250 мг 2 раза в сутки; в/м 500 мг 1 раз в сутки в течение 10-14 дней

Винпоцетин (кавинтон) – внутрь, по 5-10 мг 3 раза в сутки до 2 месяцев

**Коррекция полиневропатии (цель: антиоксидантное, антигипоксическое действие)**

**Препаратами выбора являются:**

Тиоктовая кислота (альфа-липоевая кислота, берлитион 300, эспа-липон, октолипен, тиогамма, тиоктацид и т.д.) внутрь по 300-600 мг 1 раз в сутки 2-4 недели и более

Димефосфон – внутрь по 30-50 мг/кг 1-4 раза в сутки 5-7 дней

Витамин Е (альфа-токоферола ацетат) внутрь или внутримышечно по 100-300 мг/сут до 4-6 недель

Мильгамма – внутрь по 1 драже 3 раза в сутки

**Коррекция трофических и дистрофических нарушений в тканях опоры конечностей (цель: противовоспалительное, анальгезирующее, хондропротективное, стимулирующее регенерацию хрящевой ткани действие).**

**Препаратами выбора являются:**

Мелоксикам (мовалис) – внутрь, по 7,5-15 мг 1 раз в сутки 7-10 дней

Нимесулид (найз) внутрь, по 100 мг 2 раза в сутки 7-10 дней

Хондроитина сульфат (структурм, картилаг Витрум) – внутрь 750 мг 2 раза в день в течение 3 недель, далее по 500 мг в день в течение 3-4 недели

Глюкозамин (дона) внутрь по 1,5 г до 6 недель

Концентрат морских организмов – алфлутоп (ромфарм) в/м по 1-2 мл до 20 дней.

**Физиотерапевтические методы лечения:** фонофорез с анальгезирующими смесями, амплипульсотерапия, электрофорез 5% раствора новокаина, 1% раствора анальгина или 1% раствора папаверина на конечности, аппликации с 25% раствором димексида, электрофорез с пелоидином, лазертерапия кистей, парафиново-озокеритовые аппликации, 2- и 4-камерные ванны, СМТ на шейно-грудные сегменты симпатического отдела нервной системы, рефлексотерапия, циркулярный душ.

В комплексе лечения вибрационной болезни большое значение придается **бальнеотерапии**. Благоприятное действие на течение болезни оказывают сероводородные, йодобромные, азотно-термальные ванны, грязевые аппликации.

## ЭКСПЕРТИЗА ТРУДОСПОСОБНОСТИ

Вопросы экспертизы трудоспособности при вибрационной болезни решаются с учетом стадии, ведущего клинического синдрома, особенностей течения болезни, наличия сопутствующих заболеваний, эффективности лечения.

Основными причинами снижения трудоспособности больных ВБ являются стойкий болевой синдром, снижение силы рук и выносливости к статическому усилию, частые и длительно протекающие ангиоспазмы пальцев рук, выраженные периферические вегетативно-сосудистые нарушения.

При первой степени ВБ необходимо временное, сроком на 2 месяца, трудоустройство пациента вне контакта с вибрацией, без переохлаждения и физического перенапряжения. Положительный эффект дает оздоровление в санатории-профилактории.

При второй степени заболевания рекомендуется рациональное трудоустройство. Больным противопоказана работа с вибрацией, физическим перенапряжением и охлаждением. Лицам молодого возраста рекомендуется активная переквалификация. При снижении пациентом квалификации необходимо оформление посыльного листа в БМСЭ для определения процента утраты трудоспособности.

При третьей степени ВБ показано направление больного в БМСЭ для определения процента утраты трудоспособности и группы инвалидности.

# **ПРОФИЛАКТИКА ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ**

## **Система профилактики государственного характера**

**ТК РФ Статья 219. Право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда (в ред. Федерального закона 30.06.2006 N 90-ФЗ)**

Каждый работник имеет право на:

рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;

обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;

получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;

отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;

дополнительное профессиональное образование за счет средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения требований охраны труда;

(в ред. Федерального закона от 02.07.2013 N 185-ФЗ)

запрос о проведении проверки условий и охраны труда на его рабочем месте федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на осуществление федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, другими федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими государственный контроль (надзор) в установленной сфере деятельности, органами исполнительной власти, осуществляющими государственную экспертизу условий труда, а также органами профсоюзного контроля за соблюдением трудового законодательства и иных актов, содержащих нормы трудового права;

(в ред. Федеральных законов от 22.08.2004 № 122-ФЗ, от 30.06.2006 № 90-ФЗ, от 18.07.2011 № 242 - ФЗ)

обращение в органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления, к работодателю, в объединения работодателей, а также в профессиональные союзы, их объединения и иные уполномоченные работниками представительные органы по вопросам охраны труда;

личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;

внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

(в ред. Федерального закона от 25.11.2013 N 317-ФЗ)

гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (в ред. Федеральных законов от 30.06.2006 № 90-ФЗ, от 28.12.2013 № 421-ФЗ).

Размеры, порядок и условия предоставления гарантий и компенсаций работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливаются в порядке, предусмотренном статьями 92, 117, 147 настоящего Кодекса (часть вторая в ред. Федерального закона от 28.12.2013 N 421-ФЗ).

Повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя. (часть третья введена Федеральным законом от 30.06.2006 N 90-ФЗ, в ред. Федерального закона от 28.12.2013 N 421-ФЗ).

### **Система профилактики технического характера**

Технические пути и средства борьбы с вибрацией разнообразны (1). Ослабление вибрации в источнике ее возникновения достигается совершенствованием конструкции оборудования, кинематических схем, заменой динамических процессов статическими, заменой ударного действия машин и механизмов вращательным, тщательной балансировкой вращающихся деталей и др.

Для уменьшения вибраций на пути распространения применяют вибродемпфирование, виброгашение, виброизоляцию.

*Вибродемпфирование* — уменьшение амплитуды колебаний деталей машин (кожухов, сидений, площадок для ног) вследствие нанесения на них слоя упруговязких материалов (резины, пластиков и т.п.). Толщина демпфирующего слоя обычно в 2...3 раза превышает толщину элемента конструкции, на которую он наносится. Вибродемпфирование можно осуществлять, используя двухслойные материалы: сталь—алюминий, сталь—медь и др.

*Виброгашение* достигается при увеличении массы вибрирующего агрегата за счет установки его на жесткие массивные фундаменты или на плиты, а также при увеличении жесткости конструкции путем введения в нее дополнительных ребер жесткости.

Одним из способов подавления вибраций является установка динамических виброгасителей которые крепятся на вибрирующем агрегате, поэтому в нем в каждый момент времени возбуждаются колебания, находящиеся в противофазе с колебаниями агрегата.

Недостаток динамического виброгасителя — его способность подавлять колебания только определенной частоты (соответствующей его собственной).

*Виброизоляция* ослабляет передачу колебаний от источника на основание, пол, рабочую площадку, сиденье, ручки механизированного ручного инструмента за счет устранения между ними жестких связей и установки упругих элементов— виброизоляторов. В качестве виброизоляторов применяют стальные пружины или рессоры, прокладки из резины, войлока, а также резинометаллические, пружинно- пластмассовые и пневморезиновые конструкции, основанные на сжатии воздуха.

Наиболее прогрессивный метод снижения вибрации — усовершенствование ручных механизированных инструментов. Для снижения вибрации в электромеханических молотках и перфораторах с однофазным коллекторным приводом реализован компрессионно-вакуумный ударный механизм, обеспечивающий снижение силы нажатия и уровней вибрации, передаваемой на руки оператора. В этих инструментах также применена локальная виброизоляция рукояток при помощи эластомеров.

Новым перспективным направлением в области вибробезопасных ручных машин ударного действия являются так называемые редкоударные

механизмы — с высокой и стабильной энергией ударов при низкой частоте их повторения. На базе этого принципа созданы, например, вибробезопасные гайковерты, осуществляющие тарированную затяжку резьбовых соединений малым числом ударов большой энергии (1).

### **Система профилактики организационного характера (защита «временем»).**

С этой целью применяются специально разработанные режимы труда, которые предусматривают специальные перерывы. Рекомендуется использовать режимы труда с ограничением времени работы с вибрацией не более 2/3 рабочей смены, а также внедрение технологических процессов, предусматривающих микропаузы в ходе выполнения виброопасных операций, 2-3 перерыва по 20-30 минут за смену. Они устраиваются через 1-2 ч после начала смены и через 2 ч после обеденного перерыва (продолжительность которого должна быть не менее 40 мин) и используются для активного отдыха, проведения специального комплекса производственной гимнастики, физиотерапевтических процедур. Режимы труда для конкретных виброопасных профессий должны включаться в технологическую документацию. Режимы труда являются профилактическим мероприятием, направленным на рациональную организацию работ с вибрирующим оборудованием, а в случаях превышения санитарных норм, и на сокращение времени неблагоприятного воздействия вибрации на работников виброопасных профессий.

Работу с вибрирующим оборудованием целесообразно выполнять в теплых помещениях с температурой воздуха не менее 16 ° С, так как холод усиливает действие вибрации.



К работе с вибрирующим оборудованием не допускаются лица моложе 18 лет и беременные женщины. Сверхурочная работа с вибрирующим оборудованием, инструментом запрещена.

### **Профилактические средства коллективной и индивидуальной защиты от воздействия производственной вибрации**

К средствам коллективной защиты относятся:

- виброизолирующие площадки и коврики;
- виброизолированные сидения;

Виброизолированное кресло оператора является одним из основных средств индивидуальной защиты от вибрации. Современные конструкции кресел выполняются по двум схемам. Пассивная нерегулируемая виброизоляция, использует винтовые пружины, в сочетании с демпферами сухого трения, установленными под сиденьем. В этом случае удастся снизить вредное действие вибрации в 1,5 – 2 раза на частотах выше 63 Гц. На низких частотах эффективность пассивных средств значительно снижается ввиду близости резонансов. Преодолеть это ограничение практически невозможно, поскольку на пониженной жесткости теряется устойчивость оператора и возможно появление укачивания. Кроме того, большие смещения оператора опасны как источник ошибок управления. Частично эта проблема решается, если использовать направляющие механизмы, например параллелограмм в сочетании с упругими элементами. Однако в этом случае наблюдается резкое снижение эффективности на высоких частотах вибрации. Другое направление в конструировании кресел развивается под влиянием высоких технологий. Подвеска этих кресел выполняется на пневматических пружинах низкой жесткости для устранения низкочастотных резонансов. Для стабилизации положения оператора применяют серводвигатели, которые

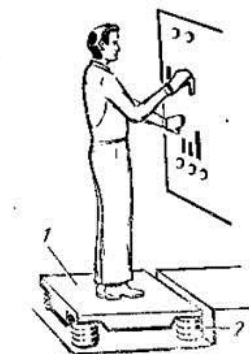
реагируют на вес оператора при помощи специальных датчиков. Обычно указанные конструкции имеют направляющие элементы, что сказывается на эффективности в области высоких частот.

Разработаны и успешно испытаны автоматические системы понижения жесткости в пределах амплитуды колебаний (корректоры жесткости). Применение корректоров повышает эффективность виброизоляции в два раза.

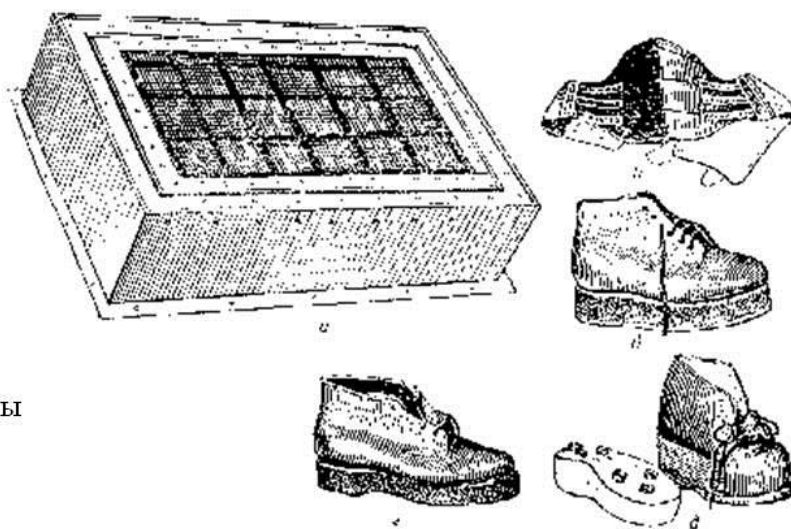
К средствам индивидуальной защиты относятся:

- средства защиты верхних конечностей (виброзащитные перчатки, рукавицы, вкладыши);
- средства защиты нижних конечностей (виброзащитные сапоги, стельки, вкладыши).

#### Средства индивидуальной защиты от вибрации



Виброизоляция рабочего места (1); 2-виброизоляторы



а - виброизолирующая платформа;  
 б - антивибрационный пояс;  
 в, г - антивибрационные башмаки;  
 д - виброгасящая обувь бетонщика.



Виброизолированное сиденье с демпфером (1).

#### Защита от вибрации

## **Система профилактики лечебного характера**

К лечебно-профилактическим мероприятиям относят производственную гимнастику, ультрафиолетовое облучение, воздушный обогрев, массаж, теплые ванночки для рук и ног, прием витаминных препаратов (С, В) и т.д.

## **ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ ПО ТЕМЕ «Вибрационная болезнь»**

**1. Опасны в отношении развития вибрационной болезни от воздействия локальной вибрации все указанные профессии, кроме**

1. обрубщика
2. формовщика
3. проходчика
4. токаря
5. полировщика по металлу.

**2. Опасны в отношении развития вибрационной болезни от воздействия общей вибрации все указанные профессии, кроме:**

1. бетонщика
2. тракториста
3. сталевара
4. оператора прокатного стана
5. машиниста электровоза.

**3. При воздействии локальной вибрации поражаются все названные органы и системы, кроме:**

1. периферических сосудов
2. периферических нервов
3. мышц
4. костно-суставного аппарата
5. желудочно-кишечного тракта.

**4. Дополнительными производственными факторами, существенно влияющими на формирование клинических синдромов вибрационной болезни, являются все, кроме:**

1. физических нагрузок
2. неблагоприятных метеорологических факторов (низкая температура, высокая влажность)
3. производственной пыли
4. шума
5. вынужденной рабочей позы.

**5. К наиболее характерным для вибрационной болезни симптомам относятся все перечисленные, кроме:**

1. расстройства чувствительности по полиневритическому типу
2. акроцианоза

3. тремора пальцев рук
4. миофиброза плечевого пояса
5. гипотермии кистей, стоп.

**6.Основными клиническими синдромами вибрационной болезни являются:**

1. ангиодистонический
2. неврастенический
3. экстрапирамидный
4. полинейропатии
5. гипоталамический.

**7.Для диагностики вибрационной болезни используются все методы исследования, кроме:**

1. паллестезиометрии
2. кожной термометрии
3. холодной пробы
4. эхоэнцефалографии
5. электромиографии.

**8.При вибрационной болезни дифференциальный диагноз необходимо проводить со всеми заболеваниями, кроме:**

1. болезни Рейно
2. сирингомиелии
3. паркинсонизма
4. полинейропатий инфекционного генеза
5. сосудистых заболеваний нервной системы.

**9.Для периферического ангиодистонического синдрома верхних конечностей не характерно:**

1. онемение кистей
2. сухость ладоней
3. зябкость кистей
4. мраморность кистей
5. гипергидроз ладоней.

**10.Развитие феномена Рейно характерно для воздействия вибрации:**

1. низких частот
2. средних частот
3. высоких частот
4. сверхвысоких частот

5. сверхнизких частот.

**11.Для вегето-сенсорной полинейропатии вибрационного генеза характерно все, кроме:**

1. онемения рук
2. гипалгезии корешкового типа
3. ноющих болей в руках
4. гипалгезии полиневритического типа на руках
5. мраморности кистей.

**12.Для миофиброза при вибрационной болезни характерно все, кроме:**

1. нарушения болевой чувствительности
2. дергающих болей в руках
3. судорог в пальцах рук
4. болезненных тяжистых уплотнений в мышцах верхних конечностей
5. снижения мышечной силы.

**13.Для начальной степени вибрационной болезни характерны все перечисленные симптомы, кроме:**

1. акроангиоспазма
2. снижения вибрационной чувствительности
3. снижения силы в руках
4. зябкости конечностей
5. гипергидроза ладоней.

**14.Для выраженной степени вибрационной болезни не характерно развитие:**

1. сенсо-моторной полинейропатии
2. генерализованного акроангиоспазма
3. тромбофлебита
4. церебрального ангиодистонического синдрома
5. дистрофических изменений опорно-двигательного аппарата.

**15.В классификацию вибрационной болезни от воздействия локальной вибрации не включен синдром:**

1. вегетативно-сенсорной полинейропатии верхних конечностей
2. церебральный ангиодистонический
3. вегетативно-вестибулярный
4. вегетативно-сенсорной полинейропатии в сочетании с шейно-плечевой плексопатией
5. энцефалопалинейропатии.

**16. Для вибрационной болезни от воздействия общей вибрации не характерными являются:**

1. головные боли
2. головокружение
3. снижение слуха
4. зябкость ног
5. боли в поясничной области.

**17. В классификацию вибрационной болезни от воздействия общей вибрации не включен синдром:**

1. периферический ангиодистонический
2. церебральный ангиодистонический
3. церебрального атеросклероза
4. неврастении
5. сенсо-моторной полинейропатии.

**18. Комплексное лечение вибрационной болезни включает все, кроме:**

1. витаминов группы В
2. сосудорасширяющих средств
3. гипербарической оксигенации
4. бальнеотерапии
5. комплексонов.

**19. Больным вибрационной болезнью II степени при отсутствии эффекта от лечения рекомендуется:**

1. продолжение работы в условиях диспансерного врачебного наблюдения и лечения
2. временное трудоустройство через ВК
3. постоянное рациональное трудоустройство, направление на БМСЭ
4. лечение по больничному листку
5. постоянное трудоустройство через ВК.

**20. Показанием для временного трудоустройства при вибрационной болезни является:**

1. I степень нарушений
2. II степень нарушений
3. III степень нарушений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность на производстве и охрана труда: Методы снижения вибрации: [Электронный ресурс]: [http://bezopasnost-info.ru/metody\\_snizheniya\\_vibracii.html](http://bezopasnost-info.ru/metody_snizheniya_vibracii.html) (дата обращения: 20.08. 2018).
2. Болезнь Кинбека: асептический некроз полулунной кости [Электронный ресурс]: <https://supersustav.ru/bez-rubriki/bolezn-kinbeka.html> (дата обращения: 27.11.18).
3. Вибрационная болезнь: [Электронный ресурс]: //Большая медицинская энциклопедия:  
[http://бмэ.орг/index.php/%D0%92%D0%98%D0%91%D0%A0%D0%90%D0%A6%D0%98%D0%9E%D0%9D%D0%9D%D0%90%D0%AF\\_%D0%91%D0%9E%D0%9B%D0%95%D0%97%D0%9D%D0%AC](http://бмэ.орг/index.php/%D0%92%D0%98%D0%91%D0%A0%D0%90%D0%A6%D0%98%D0%9E%D0%9D%D0%9D%D0%90%D0%AF_%D0%91%D0%9E%D0%9B%D0%95%D0%97%D0%9D%D0%AC) (дата обращения: 20.08. 2018).
4. Вибрационная болезнь от воздействия локальной вибрации: [Электронный ресурс]: <https://studfiles.net/preview/6024388/page:4/> (дата обращения: 20.08. 2018).
5. Вибрационная болезнь от воздействия общей вибрации: [Электронный ресурс]: <https://studfiles.net/preview/6024388/page:5/> дата обращения: 20.08. 2018).
6. ГОСТ ИСО 8041-2006 "Вибрация. Воздействие вибрации на человека. Средства измерений" (М.: Стандартинформ, 2008; ИУС, N 7, 2009; ИУС, N 2, 2016).
7. ГОСТ Р 8.714-2010 (МЭК 61260:1995) "Фильтры полосовые октавные и на доли октавы. Технические требования и методы испытаний" (М.: Стандартинформ, 2012).



8. Динамометрия [Электронный ресурс]: :  
<https://neurosyst.ru/diagnostika/instrumentalnie-metodi/dynamometriya> (дата обращения:27.11.18).
9. Дисциркуляторная энцефалопатия - симптомы  
[Электронный ресурс]: [https://ilive.com.ua/health/discirkulyatornaya-encefalopatiya-simptomu\\_110815i15946.html](https://ilive.com.ua/health/discirkulyatornaya-encefalopatiya-simptomu_110815i15946.html) (дата обращения:27.11.18).
10. Дифференциальный диагноз: [Электронный ресурс]:  
//Medkurs.ru/Информационный сервер.  
[https://www.medkurs.ru/lecture6/occupational\\_disease/section1808/9228.html](https://www.medkurs.ru/lecture6/occupational_disease/section1808/9228.html)  
(дата обращения:27.11.18).
11. Капилляроскопия [Электронный ресурс] :  
<http://www.ledilid.com/2013/03/kapilyaroskopiya/> (дата обращения 16.10.18).
12. Корешковый синдром [Электронный ресурс]: медицинский справочник болезней / нервные болезни//  
[http://www.krasotaimedicina.ru/diseases/zabolevanija\\_neurology/radicular-syndrome](http://www.krasotaimedicina.ru/diseases/zabolevanija_neurology/radicular-syndrome) (дата обращения:27.11.18).
13. Методика исследования "Вибротестера-МБН" ВТ-02-1 для измерения вибрационной чувствительности/  
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.  
М. 2004 г. [Электронный ресурс]: <http://www.nv-lab.ru/issues.php?ID=6> (дата обращения: 20.08. 2018).
14. Патогенез вибрационной болезни от воздействия общих вибраций [Электронный ресурс]: //Studepedia.org:  
<http://studepedia.org/index.php?vol=1&post=64380> (дата обращения: 20.08. 2018).

15. Патогенез вибрационной болезни [Электронный ресурс]// <https://studfiles.net/https://studfiles.net/preview/6065944/page:57/>(дата обращения: 20.08. 2018).

16. Постановление Главного государственного санитарного врача России от 21 июня 2016 г. № 81 "ОБ УТВЕРЖДЕНИИ САНПИН 2.2.4.3359-16 "САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ФИЗИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ": [Электронный ресурс]: ГАРАНТ.РУ: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71362000/> (дата обращения: 20.08. 2018).

17. Принцип действия реографии и ее виды [Электронный ресурс]:  
Источник: <http://oserdce.com/diagnostika/sosudov/reovazografiya.html>

18. Профессиональные радикулопатии [Электронный ресурс]:  
[https://studref.com/352942/meditsina/professionalnye\\_radikulopatii](https://studref.com/352942/meditsina/professionalnye_radikulopatii) (дата обращения: 27.11.18).

19. Радикулопатии [Электронный ресурс]:  
<https://www.medikforum.ru/enciclopedia/7368-radikulopatii.html> (дата обращения: 27.11.18).

20. РУКОВОДСТВО ПО ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ И ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА. КРИТЕРИИ И КЛАССИФИКАЦИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА Р 2.2.2006-05: [Электронный ресурс]: Методические документы:  
<http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293853/4293853008.htm> (дата обращения: 20.08. 2018).

21. Туннельный синдром: причины, симптомы, лечение, профилактика [Электронный ресурс]:<http://sindrom.info/tunnelnyj> (дата обращения: 27.11.18).

22. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике вибрационной болезни [Электронный ресурс]: /Ассоциация врачей и специалистов по медицине труда. Докладчик Лагутина Г.Н. (ФГБНУ НИИ МТ, Москва). XIV Российский Национальный конгресс с международным участием «Профессия и здоровье» и VI Всероссийский съезд врачей-профпатологов, 28 сентября 2017 года, Санкт-Петербург: <http://docplayer.ru/76569240-Federalnye-klinicheskie-rekomendacii-po-diagnostike-lecheniyu-i-profilaktike-vibracionnoy-bolezni.html> (дата обращения: 20.08. 2018).

23. Электронейромиография (ЭНМГ). Виды и техника проведения. Показания и противопоказания к ЭНМГ. [Электронный ресурс]: <https://www.tiensmed.ru/news/enmg1.html> (дата обращения: 20.08. 2018).

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ**

**Вибрация**

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИИ НА ЧЕЛОВЕКА (6)**

**Средства измерений**

**Vibration. Human response to vibration. Measuring instrumentation**

МКС 13.160

Дата введения 2008-07-01

**Предисловие**

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0-92 "Межгосударственная система стандартизации. Основные положения" и ГОСТ 1.2-97 "Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Порядок разработки, принятия, применения, обновления и отмены"

**Сведения о стандарте**

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом "Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем" на основе собственного аутентичного перевода международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N 29 от 24 июня 2006 г.)

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 8041:2005 "Воздействие вибрации на человека. Средства измерений" (ISO 8041:2005 "Human response to vibration - Measuring instrumentation").

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им межгосударственные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении J.

Степень соответствия - идентичная (IDT)

5 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 декабря 2007 г. N 387-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ИСО 8041-2006 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2008 г.

6 ВЗАМЕН ГОСТ 12.4.012-83

*Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта публикуется в указателе "Национальные стандарты".*

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в указателе "Национальные стандарты", а текст изменений - в информационных указателях "Национальные стандарты". В случае пересмотра или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе "Национальные стандарты"*

ВНЕСЕНЫ: поправка, опубликованная в ИУС N 7, 2009 год; поправка, опубликованная в ИУС N 2, 2016 год

Поправки внесены изготовителем базы данных

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к характеристикам средств измерений параметров ускорения, используемых при оценке воздействия вибрации на человека, а также к методам подтверждения этих характеристик в процессе испытаний: для целей утверждения типа, первичной и повторной проверок и проверки работоспособности на месте (в условиях применения средства измерений).

Настоящий стандарт распространяется на все виды исполнения средства измерений: в виде отдельного блока, совокупности устройств или компьютеризованной системы сбора и анализа данных.

Настоящий стандарт распространяется на средства измерений, используемые при оценке:

- локальной вибрации;
- общей вибрации;
- общей низкочастотной вибрации в диапазоне частот от 0,1 до 0,5 Гц.

В зависимости от назначения средство измерений должно реализовывать по крайней мере одну функцию частотной коррекции сигнала вибрации.

Настоящий стандарт устанавливает три уровня испытаний:

- испытания для целей утверждения типа: полные испытания средства измерений в соответствии с требованиями настоящего стандарта;

- поверка: испытания, проводимые с определенной периодичностью, с целью подтвердить, что характеристики испытуемого средства измерений находятся в установленных пределах;

- проверка работоспособности на месте: испытания минимального объема, достаточные для утверждения с большой долей вероятности, что характеристики испытуемого средства измерений остаются в установленных пределах.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и другие нормативные документы:

ИСО 2041:1990 Вибрация и удар. Термины и определения

ИСО 2631-1:1997 Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования

ИСО 2631-2:2003 Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Вибрация в зданиях в диапазоне частот от 1 до 80 Гц

ИСО 2631-4:2001 Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 4. Руководство по оценке воздействия вибрации и угловых колебаний на условия комфорта пассажиров и бригады рельсовых транспортных средств

ИСО 5347 (все части) Методы калибровки датчиков вибрации и удара

ИСО 5348:1998 Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров

ИСО 5349-1:2001 Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования

ИСО 16063 (все части) Методы калибровки датчиков вибрации и удара

МЭК 61000-4-2:2001 Электромагнитная совместимость. Часть 4-2. Испытания и методы измерений. Испытания на устойчивость к электростатическим разрядам

МЭК 61000-4-3:2002 Электромагнитная совместимость. Часть 4-3. Испытания и методы измерений. Испытания на устойчивость к излучению электромагнитных полей в области радиочастот

МЭК 61000-4-6:2004 Электромагнитная совместимость. Часть 4-6. Испытания и методы измерений. Испытания на устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным электромагнитными полями в области радиочастот

МЭК 61000-6-2:2005 Электромагнитная совместимость. Часть 6-2. Основополагающие стандарты. Устойчивость к электромагнитным помехам в промышленных зонах

CISPR 22:2003 Оборудование в области информационных технологий. Характеристики радиопомех. Предельные значения и методы измерения

GUM. Руководство по выражению неопределенности измерений, 1993

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных документов на территории государства по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины, определения и обозначения

#### 3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по GUM и ИСО 2041, а также следующие термины с соответствующими определениями.

**3.1.1 ускорение (вибрации):** Составляющая ускорения вдоль измерительной оси, определенной соответствующим стандартом на методы оценки общей или локальной вибрации.

**3.1.2 полосовой фильтр функции частотной коррекции:** Составляющая функции частотной коррекции, представляющая собой передаточную функцию полосового фильтра.

**3.1.3 диапазон полосовой фильтрации:** Диапазон частот, определенный полосовым фильтром функции частотной коррекции.

**3.1.4 номинальный диапазон частот:** Диапазон частот, определенный в соответствующем руководстве (нормативном документе) и используемый для анализа (оценки) вибрации.

**3.1.5 параметры скорректированного ускорения**

**3.1.5.1 среднееквадратичное значение скорректированного ускорения** : Усредненная по времени поступательная или угловая вибрация, определяемая формулой

$$a_w = \left( \frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(\xi) d\xi \right)^{1/2}, (1)$$

где  $a_w(\xi)$  - текущее значение скорректированного ускорения (поступательного или углового) как функция времени ;  
 - период измерений.

**3.1.5.2 уровень скорректированного ускорения** : Уровень среднееквадратичного значения скорректированного ускорения, дБ, определяемый формулой

$$L_w = 20 \lg \frac{a_w}{a_0}, (2)$$

где - величина, определенная в 3.1.5.1, м/с ;  
 - опорное значение ускорения, равное 10 м/с (см. [1]).

**3.1.5.3 текущее среднееквадратичное значение скорректированного ускорения  $a_{w,\theta}(t)$**  : Среднееквадратичное значение скорректированного ускорения в момент времени , определяемое формулой



$$\alpha_{w,\theta}(t) = \left( \frac{1}{\theta} \int_{t-\theta}^t \alpha_w^2(\xi) d\xi \right)^{1/2}, \quad (3)$$

где  $\alpha_w(\xi)$  - текущее значение корректированного ускорения в момент времени  $\xi$  ;  
 $\theta$  - период интегрирования;  
 $t$  - текущее время.

Примечание - В качестве аппроксимации линейного усреднения может быть использовано экспоненциальное усреднение, определяемое формулой

$$\alpha_{w,\tau}(t) = \left( \frac{1}{\tau} \int_{-\infty}^t \alpha_w^2(\xi) \exp\left(-\frac{\xi-t}{\tau}\right) d\xi \right)^{1/2}, \quad (4)$$

где  $\tau$  - постоянная времени экспоненциального усреднения.

**3.1.5.4 максимальное кратковременное среднеквадратичное значение (корректированного ускорения)  $MTVV$ :** Максимальное значение текущего среднеквадратичного значения корректированного ускорения для периода интегрирования  $\theta$ , равного 1 с.

**3.1.5.5 доза укачивания  $MSDV$ :** Величина, представляющая собой интеграл квадрата корректированного ускорения  $\alpha_w$ , выражаемая в м/с<sup>2</sup> и определяемая формулой

$$MSDV = \left( \int_0^{\Phi} \alpha_w^2(\xi) d\xi \right)^{1/2}, \quad (5)$$

где  $\Phi$  - общий период времени, в течение которого наблюдают низкочастотные колебания, вызывающие укачивание (болезнь движения).

Примечания

1 Доза укачивания может быть получена из среднеквадратичного значения корректированного ускорения  $\alpha_w$  умножением на коэффициент  $\sqrt{\Phi}$ .

2 Если не определено иначе, время воздействия принимают равным периоду измерений

3.1.5.6 **доза вибрации** : Величина, представляющая собой интеграл четвертой степени скорректированного ускорения, выражаемая в м/с и определяемая формулой

$$VDV = \left( \int_0^{\oplus} a_w^4(t) dt \right)^{1/4}, (6)$$

где - общее время воздействия вибрации .

В ГОСТ 12.1.012-90\* и ряде других нормативных документов доза вибрации была обозначена символом и имела другое определение. Следует избегать путаницы между величинами (которую теперь для оценки воздействия вибрации не применяют) и .

\* На территории Российской Федерации действует ГОСТ 12.1.012-2004. - Примечание изготовителя базы данных.

Примечания

1 Доза вибрации более чувствительна к пиковым значениям ускорения, чем среднеквадратичное значение.

2 Если не определено иначе, время воздействия принимают равным периоду измерений

3.1.5.7 **полная вибрация** : Суммарная вибрация по трем осям поступательного движения, определяемая формулой

$$a_v = \sqrt{k_x a_{wx}^2 + k_y a_{wy}^2 + k_z a_{wz}^2}, (7)$$

где , и - среднеквадратичные значения скорректированного ускорения в направлении трех ортогональных измерительных осей , и соответственно;

, и - поправочные множители (коэффициенты), значения которых зависят от целей измерения.

**3.1.5.8 пиковое значение:** Максимальное значение модуля скорректированного ускорения на \_\_\_\_\_ периоде \_\_\_\_\_ измерения .

Не следует путать пиковое значение с максимальным среднеквадратичным значением.

**3.1.5.9 пик-фактор:** Отношение пикового значения к среднеквадратичному значению скорректированного ускорения (при использовании для обеих величин одной и той же функции \_\_\_\_\_ частотной \_\_\_\_\_ коррекции).

**3.1.6 линейный рабочий диапазон:** Интервал амплитуд внутри каждого диапазона измерений, в пределах которого отклонения от линейной функции не превышают допустимые значения, установленные настоящим стандартом.

**3.1.7 перегрузка:** Ситуация, когда входной сигнал вибрации превышает верхнюю границу линейного \_\_\_\_\_ рабочего \_\_\_\_\_ диапазона.

**3.1.8 нечувствительность (по входу):** Ситуация, когда входной сигнал вибрации не превышает нижнюю границу линейного рабочего диапазона.

**3.1.9 опорный диапазон:** Диапазон измерений, установленный в целях определения значений характеристик \_\_\_\_\_ средств \_\_\_\_\_ измерений.

Примечание - Данный диапазон применяют для измерений с использованием опорного сигнала \_\_\_\_\_ вибрации.

**3.1.10 опорный сигнал вибрации:** Синусоидальный сигнал с заданной амплитудой и частотой, используемый для определения электромеханических характеристик средства измерений.

Примечание - В зависимости от назначения средства измерений задают различные опорные \_\_\_\_\_ сигналы \_\_\_\_\_ вибрации.

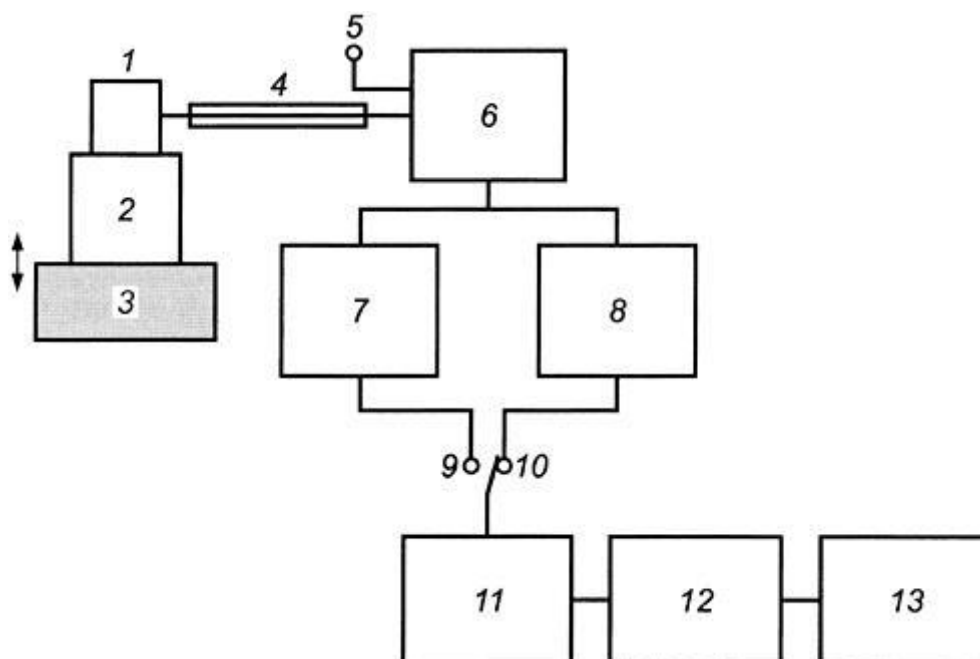
**3.1.11 опорная частота:** Частота, на которой определяют коэффициент преобразования измерительной \_\_\_\_\_ цепи \_\_\_\_\_ средства \_\_\_\_\_ измерений.

**3.1.12 тональная посылка:** Один или несколько полных циклов синусоидального сигнала, начальное и конечное значения которого равны нулю.

3.1.13 **сигнальная посылка:** Один или несколько полных циклов периодического сигнала (например, пилообразных импульсов), начальное и конечное значения которого равны нулю.

3.1.14 **средство измерений (вибрации):** Совокупность датчика вибрации, средств преобразования и показывающего устройства (рисунок 1), выполненная в виде единого блока или нескольких блоков, которая позволяет измерять параметры вибрации, воздействующей на человека.

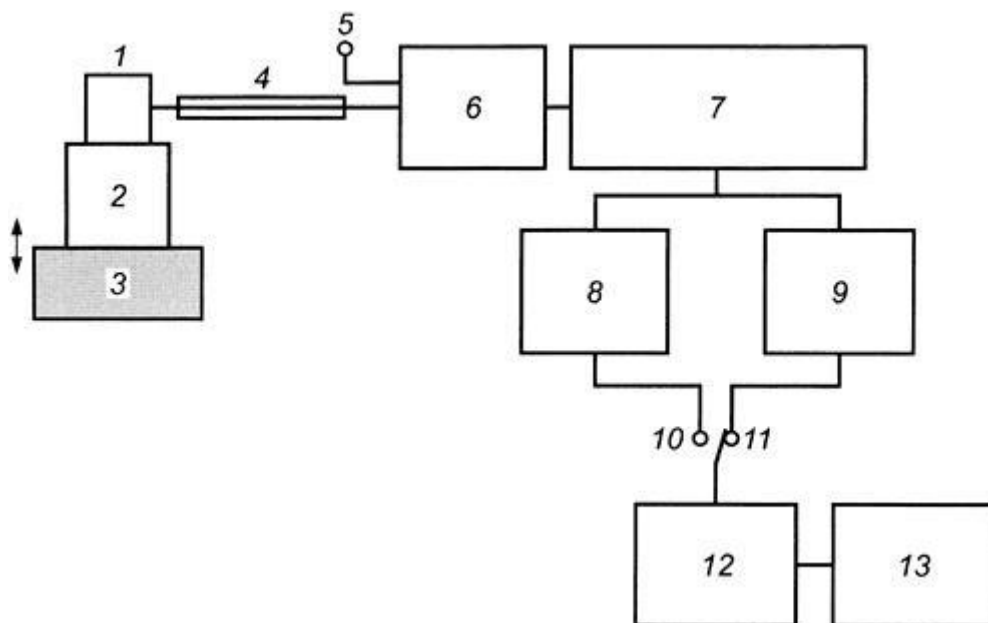
**Рисунок 1 - Функциональная схема средства измерений вибрации**



1 - датчик вибрации; 2 - система крепления; 3 - вибрирующая поверхность; 4 - кабель; 5 - электрический вход; 6 - согласование сигнала; 7 - полосовая фильтрация; 8 - частотная коррекция (включая полосовую фильтрацию); 9 - отфильтрованный сигнал; 10 - скорректированный сигнал; 11 - временное взвешивание сигнала; 12 - дополнительное преобразование; 13 - показывающее устройство

а) Функциональная схема для преобразования сигнала во временной области

Рисунок 1 - Функциональная схема средства измерений вибрации, лист 1



1 - датчик вибрации; 2 - система крепления; 3 - вибрирующая поверхность; 4 - кабель; 5 - электрический вход; 6 - согласование сигнала; 7 - частотный анализ; взвешивание и усреднение по времени; 8 - полосовая фильтрация (вычисление по спектру); 9 - частотная коррекция (вычисление по спектру); 10 - данные после полосовой фильтрации; 11 - данные после частотной коррекции; 12 - суммирование по полосам частот; 13 - показывающее устройство

б) Функциональная схема для преобразования сигнала в частотной области

Рисунок 1, лист 2

**3.1.15 техническая документация (на средство измерений):** Руководство пользователя, инструкция по применению и другие документы, поставляемые пользователю средства измерений.

### 3.2

### Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

- среднеквадратичное значение (с.к.з.) скорректированного ускорения;
- ,  $\alpha_{\text{ш}}(\xi)$  - текущее значение поступательного или углового скорректированного ускорения в момент времени или ;
- , - текущее время;
- функция частотной коррекции ;

- поправочный множитель, применяемый для оценки общей вибрации вдоль оси ;
- передаточная функция;
- переменная преобразования Лапласа;
- период измерений;
- время воздействия вибрации;
- постоянная времени экспоненциального усреднения (интегрирования);
- период интегрирования (линейного);
- MTVV* - максимальное кратковременное среднеквадратичное значение;
- MSDV* - доза укачивания;
- доза вибрации;
- фазовая погрешность;
- частота;
- номер третьоктавной полосы частот.

#### 4 Нормальные условия окружающей среды

Для определения рабочих характеристик средства измерений установлены следующие нормальные условия окружающей среды:

- температура воздуха: 23 °С;
- относительная влажность: 50%.

#### 5 Требования к характеристикам средства измерений

##### 5.1 Общие характеристики

Требования к рабочим характеристикам, установленные в настоящем разделе, справедливы для нормальных условий окружающей среды.

Средство измерений вибрации, воздействующей на человека (далее - средство измерений), должно иметь в своем составе устройства для показаний следующих параметров:

- среднеквадратичного значения скорректированного ускорения для данного периода измерений;

- среднеквадратичного значения ускорения в диапазоне полосовой фильтрации для данного периода измерений;

- периода измерений.

Средство измерений должно иметь в своем составе устройство индикации появления перегрузки в любой из моментов измерений.

Средство измерений должно обеспечивать установку и регулировку коэффициента преобразования измерительной цепи.

Средства измерений в зависимости от их назначения могут включать в себя полный набор или часть функций, рассматриваемых в настоящем стандарте. Для всех функций, реализуемых средством измерений, соответствующие им характеристики должны удовлетворять требованиям настоящего стандарта.

Если средство измерений имеет более одного диапазона измерений, эти диапазоны и методы их переключения должны быть указаны в технической документации. В технической документации должно быть также указано, какой из диапазонов является опорным.

Параметры опорного сигнала вибрации приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Параметры опорного сигнала вибрации

Применение	Функция частотной коррекции	Номер таблицы в приложении	Номинальный диапазон частот, Гц	Параметры опорного сигнала вибрации		Значение функции частотной коррекции на опорной частоте	С.к.з. скорректированного ускорения на опорной частоте, м/с
				частота, рад/с (Гц)	с.к.з., м/с		
Локальная вибрация		В.6	8-1000	500 (79,58)	10	0,2020	2,020
Общая вибрация		В.1	0,5-80	100 (15,915)	1,0	0,8126	0,8126
		В.2				0,5145	0,5145
		В.3				0,1261	0,1261

		V.4				0,06287	0,06287
		V.7				1,019	1,019
		V.8				0,7718	0,7718
		V.9	1-80			0,3362	0,3362
Общая низко- частотна я вибрация		V.5	0,1-0,5	2,5 (0,3979)	0,1	0,3888	0,03888

Для определения максимального кратковременного среднеквадратичного значения и пикового значения должна быть предусмотрена возможность работы средства измерений в режиме удержания измеренных значений. В технической документации должны быть описаны работа в режиме удержания и метод сброса показаний.

Настоящий стандарт предполагает возможность подачи на вход измерительного блока вместо сигнала с датчика вибрации заменяющий его эквивалентный электрический сигнал в целях определения и подтверждения характеристик средства измерений. Технической документацией должен быть установлен способ формирования эквивалентного электрического сигнала, позволяющий проводить испытания без датчика вибрации. В технической документации могут быть также описаны иные методы испытаний средств измерений в заданных режимах работы.

Примечание - Для проведения испытаний электрических характеристик измерительной цепи производителем может быть предусмотрен имитатор датчика вибрации с заданным электрическим импедансом или эквивалентный входной адаптер (электрический или неэлектрический).

В технической документации должны быть определены максимально допустимые пиковое значение и размах сигнала, поступающего с датчика вибрации (в единицах заряда или напряжения), который может быть подан на электрический вход измерительного блока без его повреждения.

Допуски, установленные настоящим стандартом, определены для расширенной неопределенности измерений с коэффициентом охвата 2, что соответствует доверительной вероятности приблизительно 95% (см. GUM).

## 5.2 Показания средства измерений

### 5.2.1 Общие положения

Для средства измерений, способного показывать более одного измеренного параметра вибрации, должен быть предусмотрен способ идентификации показаний (предпочтительно с помощью стандартных сокращений или буквенных символов).



В технической документации должны быть указаны показываемые параметры с описанием способа показаний.

При показании параметров суммарного воздействия вибрации по разным осям (например, полной вибрации) должна быть предусмотрена индикация используемых коэффициентов для каждой измерительной оси.

Если результаты измерений могут быть выведены на цифровой выход измерительного блока, в технической документации должен быть описан метод передачи (записи) оцифрованных данных на внешние показывающие устройства (средства хранения). В технической документации должны быть также указаны необходимые программные и аппаратные средства передачи данных.

Примечание - Рекомендуется использовать стандартизованные шины передачи данных.

Любое дополнительное устройство для показаний параметров сигнала, определенное в технической документации и предназначенное для подтверждения соответствия требованиям настоящего стандарта, следует рассматривать как составную часть средства измерений. Каждое такое устройство требует подтверждения его рабочих характеристик в соответствии с настоящим разделом и разделом 7 на устойчивость к внешним воздействующим факторам. Примерами дополнительных устройств могут служить устройства записи и компьютеры с мониторами.

Для средств измерений, у которых диапазон показаний меньше линейного рабочего диапазона, установленного в 5.7, в технической документации должен быть указан способ проверки отклонения от линейности в областях за пределами диапазона показаний.

## **5.2.2 Разрешение и частота обновления показаний**

Показывающие устройства, указанные в технической документации, должны обеспечивать считывание данных с разрешением 1% измеренного значения и выше.

Если средство измерений имеет аналоговое показывающее устройство (или устройство с имитацией аналогового процесса), которое обеспечивает непрерывное показание измеренного параметра, шкала устройства должна быть выполнена в логарифмическом масштабе. Диапазон шкалы аналогового показывающего устройства должен содержать не менее двух декад, ширина каждой декады не менее 10 мм.

Для цифровых показывающих устройств показания должны обновляться через определенные периоды времени. Период обновления должен быть согласован с измеряемой величиной. Диапазон выводимых значений должен, по крайней мере, охватывать линейный рабочий диапазон средства измерений.

Для средств измерений с цифровым показывающим устройством после обновления должно быть показано значение величины, выбранной на данный момент пользователем. Технической документацией могут быть установлены другие режимы показаний результатов измерений после обновления. В этом случае работа в каждом из таких режимов должна быть подробно объяснена. В технической документации должно быть указано, какой из режимов удовлетворяет требованиям настоящего стандарта, а какой не

удовлетворяет.

### **5.2.3 Время стабилизации, начало измерений и продолжительность показаний**

Период стабилизации работы средства измерений в нормальных условиях окружающей среды не должен превышать 2 мин. На показывающем устройстве должна быть предусмотрена индикация готовности средства измерений к проведению измерений.

Время между сигналом к началу измерений, поданным пользователем, и собственно началом измерений не должно превышать 0,5 с.

Примечание - Чтобы средство измерений было готово к приему данных после завершения предыдущего измерения, может потребоваться, особенно при измерении общей низкочастотной вибрации, наличие некоторой рабочей фазы перед началом новых измерений.

Пока результаты измерений не выведены на показывающее устройство, устройство индикации должно ясно указывать рабочее состояние средства измерений - находится ли оно в режиме измерений или в стадии инициализации.

### **5.3 Аналоговый выход**

При наличии аналогового выхода по току технической документацией должны быть установлены характеристики выходной цепи средства измерений, в том числе:

- максимальный размах выходного напряжения (не менее 1 В);
- внутренний электрический импеданс выходной цепи (не менее 100 Ом);
- минимально допустимый импеданс нагрузки;
- частотные коррекции, использованные для получения выходного сигнала.

Подсоединение к выходной цепи, не содержащей источника электрического тока, включая цепь короткого замыкания, не должно приводить к изменению результатов измерений более чем на 2%.

### **5.4 Коэффициент преобразования измерительной цепи**

В технической документации должна быть указана по крайней мере одна модель калибратора, позволяющего проверять и поддерживать в заданных пределах значение коэффициента преобразования измерительной цепи. Требования к калибратору - в соответствии с приложением А.

В технической документации должна быть описана процедура регулировки показаний средства измерений при использовании калибратора, обеспечивающая выполнение требований настоящего стандарта. Эту регулировку применяют ко всем датчикам, рекомендованным для использования в составе данного средства измерений, а также ко

всем кабелям и другим вспомогательным устройствам, предусмотренным изготовителем для соединения с датчиком вибрации.

## 5.5 Погрешность показаний измеренного параметра вибрации на опорной частоте в нормальных условиях измерений

Значения допусков для показаний средством измерений соответствующих значений после подачи на вход опорного сигнала (синусоидальной вибрации, приложенной в основании датчика вибрации или устройства его крепления) указаны в таблице 2. Эти допуски применяют к показаниям в опорном диапазоне после калибровки по 5.4 по завершении времени стабилизации и для всех функций частотной коррекции.

Таблица 2 - Допуски для показаний по измерениям вибрации на опорной частоте

Вид допуска	Значение допуска, %
Допуск для показаний параметра вибрации на опорной частоте в нормальных условиях окружающей среды	±4 для локальной и общей вибрации
	±5 для низкочастотной общей вибрации
Разность между показанным значением любого измеренного параметра скорректированного ускорения и показанным значением результата измерений для того же ускорения после прохождения полосового фильтра и умножения на соответствующее значение функции частотной коррекции (для опорного сигнала вибрации на опорной частоте)	±3
Разность между показанным значением текущего среднеквадратичного значения ускорения и показанным значением ускорения, линейно усредненного по формуле (1) в пределах произвольного периода измерений, после прохождения полосового фильтра (для опорного сигнала вибрации на опорной частоте)	±2

## 5.6 Функции частотной коррекции и частотные характеристики соответствующих фильтров

### 5.6.1

### Параметры

Средство измерений должно реализовывать частотную коррекцию сигнала вибрации в соответствии с одной или несколькими функциями частотной коррекции, указанными в таблице 1, а также соответствующую полосовую фильтрацию сигнала. Функции

частотной коррекции определены формулами (8)-(12), а также параметрами, приведенными в таблице 3.

Таблица 3 - Параметры функций частотной коррекции и соответствующих фильтров

Функция частотной коррекции	Полосовой фильтр				Переходный фильтр			Ступенчатый фильтр				Коэффициент усиления
	, Гц		, Гц		, Гц	, Гц		, Гц		, Гц		
	0,4	$1/\sqrt{2}$	100	$1/\sqrt{2}$	16	16	0,55	2,5	0,9	4	0,95	1,024
	0,4	$1/\sqrt{2}$	100	$1/\sqrt{2}$	8	8	0,63		1		1	1
	0,4	$1/\sqrt{2}$	100	$1/\sqrt{2}$	2	2	0,63		1		1	1
	0,4	$1/\sqrt{2}$	100	$1/\sqrt{2}$	1	1	0,63		1		1	1
	0,08	$1/\sqrt{2}$	0,63	$1/\sqrt{2}$		0,25	0,86	0,0625	0,8	0,1	0,8	1
	10	$1/\sqrt{2}$	10	$1/\sqrt{2}$	$\frac{100}{2\pi}$	$\frac{100}{2\pi}$	0,64		1		1	1
	0,4	$1/\sqrt{2}$	100	$1/\sqrt{2}$			1	3,75	0,91	5,32	0,91	1
	0,4	$1/\sqrt{2}$	100	$1/\sqrt{2}$	12,5	12,5	0,63	2,37	0,91	3,35	0,91	1
	10	$1/\sqrt{2}$	100	$1/\sqrt{2}$	$\frac{1}{0,028 \cdot 2\pi}$	$\frac{1}{0,028 \cdot 2\pi}$	0,5		1		1	1

Примечания

1 В ИСО 2631-4, таблица А.1, значение параметра дано с округлением до двух значащих цифр. В настоящей таблице приведено точное значение этого параметра.

2 В ИСО 5349-1, таблица А.1, значения параметров , , и даны с округлением до пяти значащих цифр, а параметра - до двух значащих цифр. В настоящей таблице приведены точные значения этих параметров.

Передаточные функции фильтров, составляющих функцию частотной коррекции, определены применительно к сигналу ускорения через значения угловых частот  $\omega_1, \dots, \omega_6$  ( $\omega_i = 2\pi f_i$ , где  $f_i$  - частоты, определенные в таблице 3,  $i=1, \dots, 6$ ) и добротности  $Q_1, \dots, Q_6$  [см. формулы (8)-(12)]. Функция частотной коррекции представляет собой произведение передаточных функций трех фильтров: полосового, переходного и ступенчатого.

### 5.6.2 Полосовой фильтр

Передаточная функция полосового фильтра является произведением передаточных функций фильтров Баттерворта второго порядка нижних и верхних частот:

Фильтр верхних частот:

$$H_h(s) = \frac{1}{1 + \frac{\omega_1}{Q_1 s} + \left(\frac{\omega_1}{s}\right)^2} \quad (8)$$

Фильтр нижних частот:

$$H_l(s) = \frac{1}{1 + \frac{s}{Q_2 \omega_2} + \left(\frac{s}{\omega_2}\right)^2} \quad (9)$$

Передаточная функция полосового фильтра представляет собой произведение  $H_h(s) \cdot H_l(s)$ .

### 5.6.3 Переходный фильтр

Передаточная функция переходного фильтра представляет собой постоянный коэффициент умножения для сигнала ускорения на низких частотах и постоянный коэффициент умножения для сигнала скорости на высоких частотах:

$$H_t(s) = \frac{\left(1 + \frac{s}{\omega_3}\right) K}{1 + \frac{s}{Q_4 \omega_4} + \left(\frac{s}{\omega_4}\right)^2} \quad (10)$$

Примечание -  $H_t(s)=1$ , когда обе частоты  $\omega_5$  и  $\omega_6$  (или, соответственно,  $f_5$  и  $f_6$ ) равны бесконечности.

### 5.6.4 Ступенчатый фильтр

Передаточная функция ступенчатого фильтра имеет участок в форме ступеньки, на котором значение передаточной функции растет со скоростью приблизительно 6 дБ на октаву и представляет собой постоянный коэффициент умножения для сигнала, пропорционального первой производной от ускорения:

$$H_s(s) = \frac{1 + \frac{s}{Q_5\omega_5} + \left(\frac{s}{\omega_5}\right)^2}{1 + \frac{s}{Q_6\omega_6} + \left(\frac{s}{\omega_6}\right)^2} \left(\frac{\omega_5}{\omega_6}\right)^2 \quad (11)$$

Примечание -  $H_s(s)=1$ , когда обе частоты  $\omega_5$  и  $\omega_6$  (или, соответственно,  $f_5$  и  $f_6$ ) равны бесконечности.

### 5.6.5 Функция частотной коррекции

Каждая функция частотной коррекции представляет собой произведение передаточных функций полосового, переходного и ступенчатого фильтров:

$$H(s) = H_h(s) \cdot H_l(s) \cdot H_t(s) \cdot H_s(s) \quad (12)$$

Данная формула определяет представление функции частотной коррекции в частотной области через изменение с мнимой угловой частотой  $s = j2\pi f$  ее модуля и фазы.

Примечания

1 В некоторых публикациях вместо буквы  $s$  используют букву  $\omega$ .

2 Величину  $s$  можно интерпретировать также как независимую переменную в преобразовании Лапласа.

Таблицы и рисунки приложения В показывают изменение модуля весовой функции в

зависимости от частоты в соответствии с формулами (8)-(12) и значениями параметров из таблицы 3.

Если средство измерений обеспечивает измерения с использованием одной или нескольких функций частотной коррекции, не рассматриваемых в настоящем стандарте, то эти функции вместе с допусками на их значения должны быть определены в технической документации. Если дополнительная функция частотной коррекции установлена каким-либо стандартом, то ее реализация средством измерений должна соответствовать требованиям этого стандарта.

Фильтры, определенные значениями таблицы 3 и формулами (8)-(12), могут быть реализованы сочетанием простых аналоговых фильтров. Пример реализации частотной характеристики цифровыми методами в частотной и временной областях преобразования сигнала приведен в приложении С.

### 5.6.6

### Допуски

Допуски на значения функции частотной коррекции приведены в таблицах 4 и 5. В таблице 5 указаны пределы, в которых должны находиться значения функции частотной коррекции, во всех диапазонах измерений. Эти допуски установлены с учетом максимально допустимой расширенной неопределенности измерений.

Таблица 4 - Частоты перехода для определения допусков функций частотной коррекции

Функция частотной коррекции	Частота перехода, Гц			
	10	10	10	10
	10	10	10	10
	10	10	10	10
	10	10	10	10
	$10^{-13/10}$	10	10	10
	10	10	10	10
	10	10	10	$10^{31,5/10}$
	10	10	10	10
	10	10	10	10

Таблица 5 - Допуски на значения функции частотной коррекции

Диапазон частот	Допуск на абсолютное значение функции частотной коррекции	Допуск на характеристическую фазовую девиацию
$f < f_{t1}$	+26%, -100%	



## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 27 апреля 2012 г. N 417н "Об утверждении перечня профессиональных заболеваний"

#### Приложение (фрагмент)

#### Перечень профессиональных заболеваний

N п/п	Перечень заболеваний, связанных с воздействием вредных и (или) опасных производственных факторов	Код заболевания по МКБ-10*	Наименование вредного и (или) опасного производственного фактора	Код внешней причины по МКБ-10
1	2	3	4	5
	II. Заболевания, их последствия, связанные с воздействием производственных физических факторов			
2.6.	Заболевания, связанные с воздействием производственной вибрации		Производственная вибрация	
2.6.1.	Вибрационная болезнь, связанная с воздействием локальной вибрации (проявления: полинейропатия верхних конечностей, в том числе с сенсорными и вегетативно-трофическими нарушениями, периферический ангиодистонический синдром верхних конечностей (в том числе синдром Рейно), синдром карпального канала (компрессионная невропатия срединного нерва), миофиброз предплечий и плечевого пояса, артрозы и периартрозы лучезапястных и локтевых суставов)	T75.2	Локальная вибрация	Y96
2.6.2.	Вибрационная болезнь, связанная с воздействием общей вибрации, (проявления:	T75.2	Общая вибрация	Y96

	<p>периферический ангиодистонический синдром (в том числе синдром Рейно), полинейропатия верхних и нижних конечностей, в том числе с сенсорными и вегетативно-трофическими нарушениями, полинейропатия конечностей в сочетании с радикулопатией пояснично-крестцового уровня, церебральный ангиодистонический синдром)</p>			
2.6.3.	<p>Вибрационная болезнь, связанная с воздействием общей и локальной вибрации</p> <p>(проявления: заболевания и состояния, указанные в подпунктах 2.6.1 и 2.6.2)</p>	Г75.2	Общая и локальная вибрация	Y96

\* Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем (десятый пересмотр).

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

**Приказ Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 N 302н "Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых тяжелыми работами и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.**

(в ред. Приказов Минздрава РФ от 15.05.2013 N 296н, от 05.12.2014 N 801н, Минтруда РФ N 62н, Минздрава РФ N 49н от 06.02.2018)

**(фрагмент)**

3. Физические факторы					
3.4.	Вибрация				
3.4.1.	Локальная вибрация	1 раз в 2 года	Невролог Оториноларинголог Офтальмолог Хирург *Дерматовенеролог	Паллестезиометрия Острота зрения *холодовая проба *РВГ (УЗИ) периферических сосудов, *ЭНМГ *рентгенография кистей *исследование вестибулярного анализатора *капилляроскопия	Облитерирующие заболевания сосудов, вне зависимости от степени компенсации. Болезнь и синдром Рейно. Хронические заболевания периферической нервной системы с частотой обострения 3 и более раза за календарный год. Выраженные расстройства вегетативной (автономной) нервной системы. Нарушение функции вестибулярного аппарата любой этиологии. Хронические воспалительные заболевания матки и придатков с частотой обострения 3 раза и более за календарный год. Высокая или осложненная близорукость (выше 8,0 Д). Хронические рецидивирующие заболевания кожи с частотой обострения 4 раза и более за календарный год и выраженная ониходистрофия.
3.4.2.	Общая вибрация	1 раз в 2 года	Невролог Оториноларинголог Офтальмолог Хирург	Паллестезиометрия острота зрения с коррекцией *холодовая проба *РВГ (УЗИ) периферических сосудов *ЭНМГ *исследование вестибулярного анализатора	Облитерирующие заболевания сосудов, вне зависимости от степени компенсации. Болезнь и синдром Рейно. Хронические заболевания периферической нервной системы с частотой обострения 3 раза и более за календарный год. Выраженные расстройства вегетативной (автономной) нервной системы. Нарушение функции вестибулярного аппарата любой этиологии. Хронические воспалительные заболевания матки и придатков с частотой обострения 3 раза и более за календарный год.

				*аудиометрия	Высокая или осложненная близорукость (выше 8,0 Д). Стойкое (3 и более мес.) понижение слуха любой этиологии одно- и двустороннее (острота слуха: шепотная речь менее 5 м), за исключением отсутствия слуха, выраженных и значительно выраженных нарушений слуха (глухота и III, IV степень тугоухости)
(в ред. Приказа Минздрава России от 05.12.2014 N 801н) (см. текст в предыдущей редакции)					
3.5.	Производственный шум на рабочих местах с вредными и (или) опасными условиями труда, на которых имеется технологическое оборудование, являющееся источником шума	1 раз в год	Оториноларинголог Невролог Офтальмолог	Аудиометрия *исследование вестибулярного анализатора	При приеме на работу: Стойкие (3 и более мес.) понижения слуха (одно-, двусторонняя сенсоневральная, смешанная, кондуктивная тугоухость) любой степени выраженности, за исключением отсутствия слуха, выраженных и значительно выраженных нарушений слуха (глухота и III, IV степень тугоухости). Нарушения функции вестибулярного аппарата любой этиологии. При периодических медицинских осмотрах: в зависимости от степени снижения слуха по классификации количественных потерь слуха у работающих в условиях воздействия шума: легкая степень снижения слуха (I степень тугоухости) - при наличии отрицательной динамики (в течение года) по данным исследования порогов слуха при тональной пороговой

				<p>аудиометрии в расширенном диапазоне частот; умеренная степень снижения слуха (II степень тугоухости) - при наличии отрицательной динамики (в течение года) по данным исследования порогов слуха при тональной пороговой аудиометрии в расширенном диапазоне частот, а также при наличии сопутствующей патологии (гипертоническая болезнь 2 - 3 степени, заболевания центральной нервной системы, вертебро-базилярная недостаточность, ишемическая болезнь сердца, язвенная болезнь желудка, двенадцатиперстной кишки в стадии обострения).</p>
--	--	--	--	---

(в ред. Приказа Минздрава России от 05.12.2014 N 801н)  
(см. текст в предыдущей редакции)

Симптомы шейной радикулопатии (12,18,19)

Корешок	Кожная иннервация	Иннервируемые мышцы	Нарушенные движения	Нарушенные рефлексы
C <sub>4</sub>	Задняя поверхность шеи, передняя поверхность грудной клетки	Мышца, поднимающая лопатку		
C <sub>5</sub>	Наружная поверхность плеча	Дельтовидная мышца Двуглавая мышца Абдукторы плеча	Отведение руки	Бицепс-рефлекс
C <sub>6</sub>	Наружная поверхность предплечья, большой палец, часть указательного пальца	Двуглавая мышца, разгибатели кисти, сгибатели локтевого сустава	Сгибание в локтевом суставе	Бицепс – рефлекс и лучевой рефлекс
C <sub>7</sub>	Ладонь, часть указательного, средний и безымянный пальцы	Трехглавая мышца плеча, разгибатели локтевого сустава, кисти и пальцев	Разгибание в локтевом суставе	Трицепс-рефлекс
C <sub>8</sub>	Внутренняя поверхность предплечья и кисти, 4-й и 5-й палец	Длинный разгибатель большого пальца кисти, поверхностный и глубокий сгибатели пальцев	Сжатие пальцев в кулак	Нет

## Клинические проявления поражения пояснично-крестцовых корешков

Корешок	Диск	Локализация боли и гипестезии/парестезии	Слабость (позже атрофии)	сухожильные рефлексы
L <sub>4</sub>	L <sub>3</sub> - L <sub>4</sub>	Передняя поверхность бедра, колено, передняя поверхность голени	Парез четырехглавой мышцы	Снижение коленного рефлекса
L <sub>5</sub>	L <sub>4</sub> - L <sub>5</sub>	Кожа большого пальца, дорзальная поверхность стопы	Тыльное сгибание стопы и пальцев. Парез перонеальной, передней тибиальной группы мышц. Затруднена ходьба на пятках	Чаще без изменений. Но они возможны

Зарегистрировано в Минюсте РФ 27 июля 2001 г. N 2828

---

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ПРИКАЗ  
от 28 мая 2001 г. N 176**

**О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ РАССЛЕДОВАНИЯ И  
УЧЕТА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

*Приложение N 1*

Форма N \_\_\_/У от ... 2001 г.

**ИЗВЕЩЕНИЕ  
ОБ УСТАНОВЛЕНИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО  
ДИАГНОЗА ОСТРОГО ИЛИ ХРОНИЧЕСКОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ЗАБОЛЕВАНИЯ (ОТРАВЛЕНИЯ)**

N \_\_\_ от " \_\_ " \_\_\_\_\_ " 20\_\_ г.

1. Фамилия, имя, отчество \_\_\_\_\_

2. Пол \_\_\_\_\_ 3. Возраст \_\_\_\_\_  
(полных лет)

4. Наименование предприятия \_\_\_\_\_

(указывается наименование предприятия, организации,  
учреждения, его ведомственная принадлежность)

5. Наименование цеха, отделения, участка \_\_\_\_\_

6. Профессия, должность \_\_\_\_\_

7. Предварительный диагноз (диагнозы) профессионального  
заболевания (отравления), заболеваний (отравлений), дата его (их)  
постановки

7.1. \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

7.2. \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

7.3. \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

8. Вредные производственные факторы и причины, вызвавшие  
заболевание или отравление \_\_\_\_\_

---



9. Наименование учреждения, установившего диагноз (диагнозы) \_\_\_\_\_

Главный врач \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О.Ф.)

М.П.

Дата отправления извещения " \_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Подпись врача, пославшего извещение \_\_\_\_\_  
(И.О.Ф.)

Дата получения извещения " \_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Подпись врача, получившего извещение \_\_\_\_\_  
(И.О.Ф.)

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ

### КОЖНАЯ ТЕРМОМЕТРИЯ И ХОЛОДОВАЯ ПРОБА (4,5).

Температуру кожи исследуют электротермометром на тыльной поверхности ногтевых фаланг пальцев рук. У здоровых людей температура кожи тыла кисти колеблется от  $32^{\circ}$  до  $34^{\circ}$ ; дистальных фаланг — от  $27^{\circ}$  до  $31^{\circ}$ ; при разнице температур в симметричных точках обеих кистей не более  $0,2^{\circ}$  -  $0,4^{\circ}$ .

При вибрационной болезни температура кожи дистальных отделов верхних конечностей снижается и выявляется термоасимметрия в  $0,6-1^{\circ}$  и более.

При выполнении холодной пробы кисти больного на 3 мин погружают в холодную воду ( $8-10^{\circ}\text{C}$ ). Проба считается слабоположительной, если отмечается побеление в виде отдельных пятен, положительной — при побелении дистальных фаланг, резко положительной — при сплошном побелении нескольких фаланг (хотя бы одного пальца). После прекращения пробы вновь измеряют температуру кожи и определяют время ее восстановления. У здоровых людей восстановление кожной температуры наступает не позднее чем через 20—25 мин, при вибрационной болезни — через 40 мин и более.

**ПРОБА НА РЕАКТИВНУЮ ГИПЕРЕМИЮ (4,5).** После наложения на плечо больного манжеты сфигмоманометра руку поднимают на 30 с, затем нагнетают в манжетку воздух до 180—200 мм рт.ст. и опускают руку на стол. Через 2 мин, в течение которых давление в манжете поддерживается на указанном уровне, манжету резким движением отсоединяют от манометра. После этого кисть больного начинает краснеть, обычно вначале участками,

затем интенсивно и равномерно. В норме покраснение кисти начинается через 2 с и заканчивается через 12—15 с. Удлинение этого срока указывает на тенденцию к ангиоспазму, сокращение — на атоническое состояние капилляров.

**АЛЬГЕЗИМЕТРИЯ** (4,5) - определение величины погружения иглы (в мм), вызывающее болевое ощущение. Альгезиметр устанавливают вертикально и путем вращения градуированной шкалы находят болевой порог, умноженный на минимальную величину болевого ощущения. В норме порог болевой чувствительности на тыльной поверхности кисти не превышает погружения 0,5 мм иглы. У больных ВБ обычно наблюдается значительное увеличение порога.



Рис. 6. Альгезиметр

**КАПИЛЛЯРОСКОПИЯ** ногтевого ложа (11) – информативный и неинвазивный (без проникновения) метод оценки состояния кровеносной системы человека. При этом, благодаря использованию специального устройства, можно установить форму капилляров, их протяженность и деформации. Для исследования капилляров используют капилляроскоп – небольшой оптический прибор, сочетающий в себе оптическую систему и

фиксатор для пальца. Имеются разновидности приборов с возможностью фотографирования получаемого изображения.

### **Проведение исследования**

Очень важно правильно провести исследование. Для этого лечащий врач изначально рассказывает о ходе процедуры. За 1-3 минуты до ее проведения на кожу в области ногтевого валика (как правило, используют безымянный палец кисти), необходимо нанести несколько капель глицерина или какого-либо растительного масла. Благодаря этому добиваются повышения гомогенности эпидермиса, что улучшает видимость капилляров. После этого палец помещают на фиксирующую подставку и подносят объектив прибора к исследуемому участку. Видимые капилляры зарисовывают на бумаге или фотографируют с помощью специальной фотонасадки.

Капилляр - тонкая трубка, по форме приближающаяся к цилиндру диаметром от 2 до 30 мкм, образованная одним слоем эндотелиальных клеток.



**Рис. 7. Капилляроскопия**

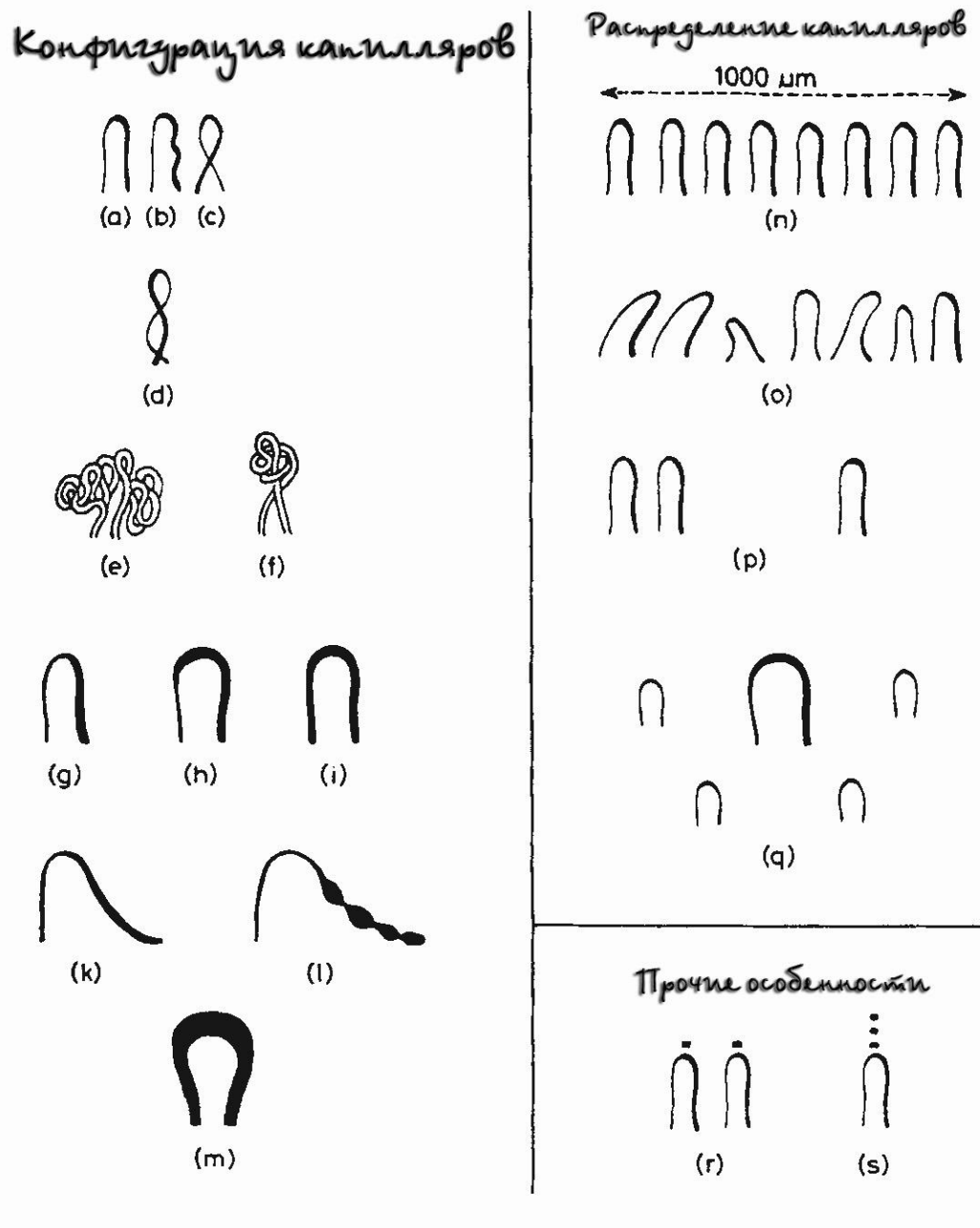
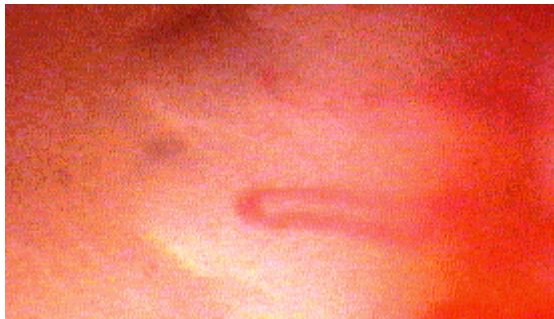


Рис. 8. Морфологическая картина, предложенная Houtman (1985)

Длина одиночного капилляра составляет в среднем от 0,5 до 1 мм. Капилляр имеет артериальный отдел, расширенный переходный отдел и венозный отдел. Толщина стенки капилляра колеблется от 1 до 3 мкм. Капилляры сформированы клетками эндотелия, соединенными между собой "межклеточным цементом" и формирующими трубку. Морфологически капилляры имеют разнообразную форму. С возрастом капилляры становятся

более извиты и дилатированы. Морфологическая картина, предложенная Houtman (1985), представлена на рис.

При ВБ наблюдаются различные варианты капилляроскопической картины. В случае преобладания спазма она характеризуется значительным сужением или исчезновением (запустеванием) артериального колена. При ангиодистоническом синдроме обнаруживается резкое расширение обоих колен или запустевание артериального в сочетании с расширением венозного. В дальнейшем могут образоваться выбухания стенки капилляров, вплоть до формирования аневризм. Строгой зависимости капилляроскопической картины от стадии и формы заболевания не отмечается. Однако капилляроскопия позволяет судить о функциональном состоянии капилляров и может быть использована для оценки эффективности лечения (рис. 9, рис. 10).



**Рис. 9. Капилляры здорового человека.**



**Рис. 10. Спастика-атоническое состояние капилляров**

## ПАЛЛЕСТЕЗИОМЕТРИЯ

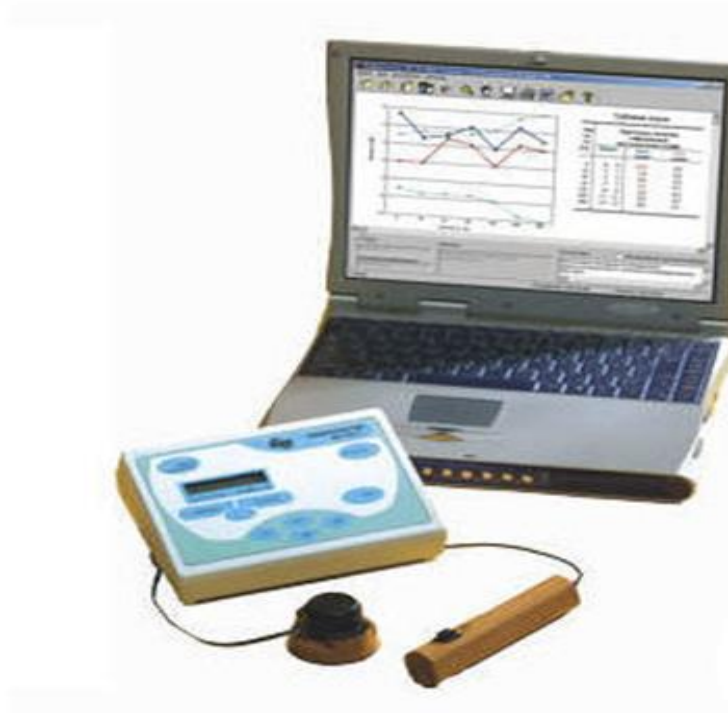
Показатели вибрационной чувствительности являются интегральной характеристикой исследованного участка тела и отражают функциональное состояние тактильного анализатора. Измерение порогов вибрационной чувствительности (паллестезиометрия) проводится на втором и (или) третьем пальцах последовательно правой и левой руки. Исследуемый должен занять удобную позу сидя, расположив руки на столе, где установлен прибор, и не должен видеть панель прибора и манипуляции врача (13).

При исследовании вибрационной чувствительности исследуемый пациент прикасается концевой фалангой ладонной поверхности пальца к вибратору, установленному на специальной подставке. Руки исследуемого должны быть сухими, а соприкосновение пальца с вибратором должно быть легким, без напряжения. После очередного измерения рекомендуется снимать палец с вибратора, для избежания развития утомления и возможных адаптационных сдвигов.

Исследование порогов вибрационной чувствительности проводят в тихом, сухом помещении при температуре комфорта (+20 ° +22 °С). Лицам, пришедшим на обследование в холодное время года, необходимо время для адаптации к микроклимату помещения не менее 10 - 15 минут. В случае слышимости звука, сопровождающего генерирование высоких уровней вибрации (особенно на высоких частотах), рекомендуется использовать различные антифонные приспособления (наушники, вкладыши, ватные тампоны и т.п.)

В связи с изменением вибрационной чувствительности (увеличением порогов) в течение дня, целесообразно проводить исследование в определенное время, желательно в первой половине дня, для получения более достоверных данных. С этой же целью, при проведении периодических медицинских осмотров, рекомендуется проведение исследования до начала работы или не ранее 12 часов после прекращения работы с инструментом,

оборудованием и транспортом, генерирующими вибрацию. Прибор для количественного измерения вибрационной чувствительности "Вибротестер-МБН" ВТ-02-1 имеет малые габариты, удобно скомпонован и состоит из пульта управления, вибратора с подставкой, кнопки ответа пациента и портативного блока питания. Работа прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В при отсутствии специальных требований к помещению. Прибор имеет семь фиксированных значений частоты вибрации: 8, 16, 32, 63, 125, 250 и 500 Гц. Параметры интенсивности вибрации на каждой частоте регулируются ступенчато с шагом 0.75 дБ. Диапазон изменения интенсивности вибрации составляет: от - 21 дБ до + 24 дБ на частотах 8, 16 Гц и 250, 500 Гц от - 21 дБ до + 30 дБ на частотах 32, 63 и 125 Гц. В приборе предусмотрены два режима управления вибрационной стимуляцией: ручной и автоматический.



**Рис. 11. Вибротестер – МБН ВТ – 02 -1**



Измерение порогов вибрационной чувствительности, в зависимости от цели исследования, проводится на всех или только специально выбранных частотах в ручном или автоматическом режиме вибрационной стимуляции, что предусмотрено техническими возможностями прибора. В начале процедуры исследуемому (пациенту) объясняют порядок ее проведения в доступной словесной форме, затем знакомят с ощущением явной вибрации.

Ручной режим вибрационной стимуляции является более точным, но и более продолжительным способом измерения вибрационной чувствительности. В качестве измерительной процедуры используется пороговый психофизический метод минимальных изменений. Стимулы предъявляются восходящими и нисходящими рядами (поочередно) с шагом 0,75 дБ. В предварительной части врач должен индивидуально, для конкретного исследуемого, подобрать такой диапазон изменения интенсивности стимулов в восходящем и нисходящем рядах, чтобы самый слабый никогда не обнаруживался испытуемым, а самый сильный всегда был ощущаемым. Исследование начинают с нисходящего ряда. При исчезновении ощущения (в нисходящем ряду) или его появлении (в восходящем ряду) испытуемый должен сразу же дать словесный (вербальный) ответ «нет» или «есть» ощущение вибрации. Врач фиксирует моменты появления и исчезновения ощущений вибрации на отдельно выбранной частоте, считывает соответствующие показания на цифровом индикаторе прибора и заносит их в протокол исследования. Обычно достаточно предъявить испытуемому по три-пять восходящих и три-пять нисходящих рядов (3-5 итераций) на каждой частоте. Исследование можно прекратить и раньше, если показатели ответов исследуемого (пациента) на изучаемой частоте различаются незначительно (от 0,75 до 1,5 дБ).

В автоматическом режиме стимуляции прибор работает по методу «лестница» с алгоритмом минимальных приращений. Предусмотрено три варианта процедуры тестирования со следующим набором частот: Первый подрежим — 8, 16, 32, 63, 125, 250 и 500 Гц;

Второй подрежим — 63, 125 и 250 Гц;  
Третий подрежим — 125 Гц.

В автоматическом варианте процедуры тестирования, как и при ручном режиме, стимулы подаются восходящими и нисходящими рядами, начиная с восходящего при отсутствии ответа пациента. Вербальный ответ исследуемого (пациента) не требуется.

В данном режиме исследуемый (пациент) реагирует на появление ощущения вибрации путем нажатия кнопки регистрации ответной реакции пациента, удерживаемой пациентом в свободной руке. При появлении ощущения вибрации исследуемый (пациент) нажимает на кнопку и удерживает ее в таком состоянии до момента исчезновения ощущения вибрации, тогда кнопка отпускается. В последующем, процедура повторяется, продолжительность которой определяется выбранным подрежимом автоматической стимуляции. По окончании процедуры врач считывает соответствующие показания на цифровом индикаторе прибора и заносит их в протокол исследования.

При обработке и оценке результатов исследования вибрационной чувствительности с помощью вибротестера ВТ-02-1 «Вибротестер-МБН» учитывают возможные различия результатов, полученных в ручном и автоматическом режимах вибрационной стимуляции. Различия могут быть обусловлены рядом факторов, ведущими из которых являются количество итераций, использованных в ручном режиме, и правильностью (точностью) регистрации врачом экстремальных показаний прибора при ручном режиме. Обработка результатов исследования вибрационной чувствительности при ручном режиме стимуляции заключается в вычислении на каждой частоте значений порогов появления и исчезновения вибрационных ощущений в восходящих и нисходящих рядах. Порог вибрационной чувствительности для данной частоты есть среднее арифметическое порогов в восходящих и нисходящих рядах:

$$L = \sum X_i / N,$$

где:

$X_i$ - пороговое значение в восходящем или нисходящем ряду на данной частоте,

N-общее число рядов.

При автоматическом режиме стимуляции вычисление порогов вибрационной чувствительности на каждой частоте согласно выбранному подрежиму работы производится прибором без участия исследователя (врача) по программе, заложенной в приборе. Результаты обследования заносятся в протокол исследования вибрационной чувствительности.

Оценка показателей вибрационной чувствительности, полученных с помощью вибротестера ВТ-02-1 «Вибротестер-МБН», проводится методом сравнения результатов обследования конкретного исследуемого (пациента) с показателями порогов вибрационной чувствительности практически здорового человека, полученных при исследовании на том же приборе (см. Табл.). В память прибора записаны пороговые уровни 0дБ, с учетом характеристик применяемого вибратора, и произведена проверка с использованием контрольно-измерительной аппаратуры. Принимая во внимание общеизвестный факт возрастного смещения порогов вибрационной чувствительности, оценка результатов исследования должна проводиться обязательно с учетом возраста исследуемого (пациента) по двум возрастным градациям: моложе 50 лет и старше 50 лет (см. Табл. 3). Пол исследуемого (пациента) при оценке результатов принципиального значения не имеет, ввиду отсутствия статистически достоверных различий средних значений порогов между мужчинами и женщинами. Отклонения порогов вибрационной чувствительности по сравнению с нормативными данными может быть как в сторону их повышения, так и понижения, что указывается в протоколе исследования. Понижение порогов вибрационной чувствительности указывает на повышенную чувствительность вибрационного (тактильного) анализатора и

отмечается чаще у лиц с функциональными расстройствами нервной системы, реже — при органических заболеваниях ЦНС. Повышение порогов вибрационной чувствительности рассматривается как снижение вибрационной чувствительности и наблюдается при развитии таких профессиональных заболеваний, как вибрационная болезнь, вегетативно-сенсорная полиневропатия верхних конечностей от комплекса производственных факторов, а также при различных общих заболеваниях нервной системы функциональной и органической природы.

**Таблица 3**

**Пороги вибрационной чувствительности кисти практически здорового человека при исследовании вибротестером ВТ-02-1 «Вибротестер-МБН».**

Частота Вибрации Гц	Показатели вибрационной чувствительности в возрасте до 50 лет, дБ	Показатели вибрационной чувствительности в возрасте старше 50 лет, дБ
8	от -6 до +6	от -2 до +10
16	от -7 до +7	от -5 до +12
32	от -7 до +7	от -2 до +12
63	от -7 до +7	от -4 до +13
125	от -8 до +8	от -6 до +15
250	от -11 до +11	от -6 до +15
500	от -12 до +12	от -6 до +14

Оценка показателей вибрационной чувствительности человека для пальцев стопы, полученных с помощью вибротестера ВТ-02-1 «Вибротестер-МБН», проводится методом сравнения результатов обследования конкретного исследуемого (пациента) с показателями порогов вибрационной чувствительности практически здорового человека, полученных при исследовании на том же приборе (см. Табл. 4). В память прибора записаны пороговые уровни "0"дБ, с учетом характеристик применяемого вибратора, и произведена проверка с использованием контрольно-измерительной

аппаратуры.

Отклонения порогов вибрационной чувствительности по сравнению с нормативными данными может быть как в сторону их повышения, так и понижения, что указывается в протоколе исследования.

Таблица 4

**Пороги вибрационной чувствительности стопы практически здорового человека при исследовании вибротестером ВТ-02-1 «Вибротестер-МБН».**

Частота Вибрации Гц	Показатели вибрационной чувствительности в возрасте до 50 лет, дБ	Показатели вибрационной чувствительности в возрасте старше 50 лет, дБ
8	от -9 до +1	от -4 до +10
16	от -10 до 0	от -8 до +8
32	от -6 до +4	от -6 до +10
63	от -9 до +1	от -4 до +8
125	от -7 до +4	от -6 до +11
250	от -7 до +6	от -2 до +17
500	от -2 до +16	от -4 до +23

**РЕОГРАФИЯ** – метод исследования кровоснабжения органов и частей человеческого тела. Заключается он в измерении и графическом отображении пульсовых колебаний импеданса, зависящих от кровенаполнения органа. (Импеданс – сопротивление тканей прохождению высокочастотного переменного тока). Область применения реографии практически не ограничена: головной мозг, глазная оболочка, конечности, сердце, легкие, печень и др. внутренние органы. Для процедур на отдельных частях тела существуют свои названия: РЭГ – реоэнцефалография (головной мозг); ОРГ – офтальмореография (сосудистая оболочка глаза); РВГ – реовазография (сосуды верхних и нижних конечностей)(17).

РВГ позволяет диагностировать патологии кровенаполнения тканей (ишемию и гиперимию), облитерирующие (сужающие) поражения сосудов,

но не способна, к примеру, достоверно определить аневризму (выпячивание сосудистой стенки). РВГ дает удобный способ установить природу гемодинамических нарушений – органическую или функциональную. РВГ обязательно назначается на основании субъективных жалоб пациента на: судороги или отеки ног; возникновение сосудистых «звездочек»; боль и/или слабость при ходьбе, возникающую и исчезающую без причины; онемение, зябкость, побледнение стоп или кистей; боли в руках при небольшой нагрузке или в покое.

Абсолютных противопоказаний для проведения процедуры нет, но относительными считаются: обострения хронических заболеваний; тяжелые инфекционные болезни; заболевания, при которых невозможно отменить антиагреганты, антикоагулянты, гемостатики и препараты, влияющие на тонус сосудов – психостимуляторы, аналептики и пр.

Подготовка к РВГ требует от пациента следующих несложных ограничений: за сутки до процедуры прекратить прием лекарств, влияющих на текучесть крови и проходимость сосудов; хотя бы 8 часов не курить, не жевать никотиновую жвачку и не нюхать табак; в течение 2-х часов не принимать пищу и не подвергаться интенсивным физическим нагрузкам; за 15 мин до процедуры принять горизонтальное положение, расслабиться и полежать в тишине. Температуру в кабинете, где проходит обследование, устанавливают в границах 20-23°C, поскольку пациенту придется снять все, что прикрывает и сдавливает руки или ноги, и какое-то время лежать неподвижно. Для регистрации колебаний импеданса на обеих конечностях пациента фиксируют электроды (алюминиевые, свинцовые, латунные и т.д.), причем располагают их строго симметрично, а кожу в местах крепления обезжиривают спиртом. В зависимости от того, вся конечность или ее часть станет предметом исследования, врач определяет места и способ наложения электродов (продольный или поперечный).



**Рис.12. Реовазография**

Для разграничения функциональных и органических нарушений проходимости сосудов используют пробу с нитроглицерином (0,5 мг под язык, через 5 мин – повторная РВГ). Для сопоставления реограммы с деятельностью сердца параллельно регистрируют, по возможности, еще электро- и фоно- кардиограммы (ЭКГ и ФКГ).

Результат РВГ нижних или верхних конечностей (реограммы) – сложная квазипериодическая кривая, расшифровка реовазографии основывается на изучении свойств усредненной реографической волны: качественных – наличие «пиков», крутизна и пологость «подъемов» и «спусков»; количественных – значение амплитуды, длина некоторых временных промежутков и т.д.

По найденным значениям и специальным формулам подсчитывают контрольные индексы: реографический (РИ, регистрирует интенсивность притока артериальной крови); эластичности (ИЭ, отражает состояние стенок артерий); периферического сопротивления (ИПС); величины венозного оттока (ВО). Основным показателем считается РИ: по его величине судят о проходимости русла сосуда. ИПС и ВО, в отличие от ИЭ и РИ, представляют собой лишь косвенные числовые характеристики. Референсные интервалы для индексов не приведены здесь по следующим причинам: В реографии не сложилось единой терминологии и методики расчетов: одноименные

коэффициенты, вычисленные в сходных условиях для представителей той же возрастной группы в различных медучреждениях, могут отличаться в десятки раз. Нормы определяются отдельно для каждого сегмента конечности: плеча, предплечья, кисти, бедра, голени, стопы. Значения некоторых показателей зависят от возраста: например, у пожилых людей РИ ниже, чем у здоровой молодежи (особенно это касается сосудов голени). Отметим, что существенных отличий в результатах РВГ по половому, географическому или этническому признаку не наблюдается.

У больных ВБ наблюдается изменение и асимметрия кровенаполнения сосудов стоп, голеней, предплечий, кистей, изменение тонуса и эластичности сосудов, венозного оттока; по данным окклюзионной плетизмографии может быть обнаружено снижение тонуса вен на руках.

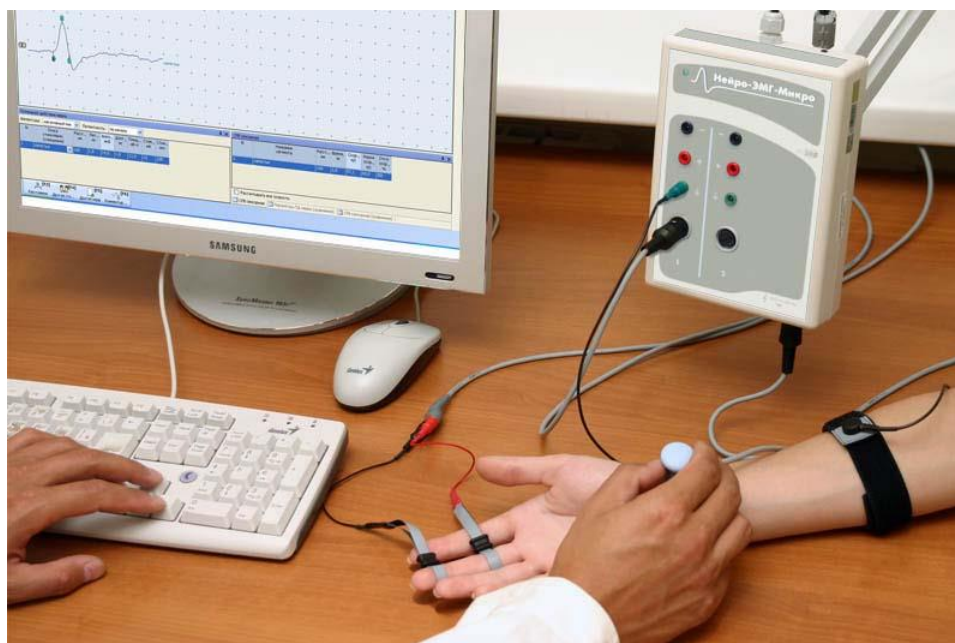
**ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИЯ (ЭНМГ)** – это исследование, применяющееся для диагностики заболеваний и поражений спинного мозга, периферической нервной системы (периферических нервов) и/или скелетных мышц (скелетными называются все мышцы тела, которые человек может сокращать произвольно, по собственному желанию)(23). На сегодняшний день существует два основных типа ЭНМГ, которые рекомендуется использовать при подозрении на те или иные заболевания нервно-мышечной системы. В медицинской практике выделяют: **стимуляционную ЭНМГ** – эффективна в диагностике поражений периферических нервов или при нарушении передачи нервного импульса с нерва на мышцу;

**игольчатую ЭНМГ** – эффективна в диагностике поражений спинного мозга или скелетных мышц;



**комплексную ЭНМГ** – одновременно применяются оба метода исследования, что позволяет врачу различить заболевания со схожими клиническими проявлениями.

**Стимуляционная электронейромиография.** Суть метода заключается в искусственной стимуляции электрическим током определенных периферических нервов. Электроды (генерирующие электрические импульсы) накладываются на поверхность кожных покровов в тех местах, где проходят исследуемые нервы (существует специальный атлас для проведения ЭНМГ, в котором описаны точки приложения электродов для стимуляции тех или иных нервов). При этом с помощью специальных электродов и компьютерной аппаратуры вычисляется скорость проведения нервного импульса по исследуемому нерву.



**Рис. 13. Стимуляционная электронейромиография.**

**Игольчатая электронейромиография** полезна при поражениях спинного мозга. В данном случае поражается двигательный мотонейрон, расположенный в спинном мозге.



**Рис.14. Игольчатая электронейромиография.**

С помощью данного исследования можно выявить поражения различных участков нервной системы, а также поражения скелетных мышц человеческого тела. ЭНМГ может быть использована при: миастении; спинальной амиотрофии; рассеянном склерозе; травмах спинного мозга; травмах периферических нервов; мышечных болях неясной причины; **полинейропатии; туннельном синдроме;** ботулизме; инсульте; онемении пальцев рук/ног; мышечной дистонии и так далее.

При **полинейропатии** стимуляционная ЭНМГ позволит определить выраженность поражения нервов, уже вовлеченных в патологический процесс. Более того, с помощью данного исследования можно выявить те периферические нервы, поражение которых только началось. Каких-либо клинических проявлений при этом может еще и не быть, в то время как скорость и амплитуда проводимых по нерву импульсов будет отличаться от нормы.

Какой-либо специальной подготовки перед проведением исследования не требуется. Тем не менее, существует ряд факторов, которые могут повлиять на качество и достоверность результатов процедуры. Перед проведением ЭНМГ следует: исключить прием препаратов, влияющих на нервно-мышечную передачу импульсов. К данным препаратам относятся миорелаксанты – средства, которые используются во время операций. Вот почему исследование рекомендуется проводить не ранее, чем через 2 дня после операций, проведенных под общим наркозом или других процедур, связанных с использованием миорелаксантов.

Необходимо исключить прием психостимуляторов. Психостимуляторы – это вещества, которые стимулируют центральную нервную систему, вследствие чего могут исказить результаты исследования. Чтобы это предотвратить, за сутки перед выполнением электронейромиографии следует отказаться от кофе и чая, энергетических напитков, шоколада, а также психостимулирующих медикаментов. Кушать перед выполнением процедуры не запрещается. Исключить следует лишь те продукты и напитки, которые могут стимулировать центральную нервную систему, тем самым, искажая результаты исследования (перечислены выше). Другие продукты, а также наличие или отсутствие пищи в желудке никак не повлияет на проведение процедуры и на ее результат.

Процедура электронейромиографии проводится в специально подготовленном кабинете поликлиники или больницы, в котором имеется все необходимое оборудование. Техника выполнения зависит от вида процедуры (игольчатая или стимуляционная ЭНМГ), а также от нерва или нервов, которые нужно обследовать.

При выполнении стимуляционной ЭНМГ электрические импульсы подаются на исследуемый нерв с помощью специального электрода, который прикладывается к поверхности кожи пациента в определенном участке. Во

время стимуляции могут возникать неприятные ощущения, связанные с раздражением исследуемого нерва и последующим мышечным сокращением, однако боли при этом не наблюдается.

При игольчатой ЭНМГ в мышцы пациента вводятся специальные электроды. Хотя они являются очень тонкими, во время их введения пациент может ощущать определенную болезненность, что связано с раздражением чувствительных нервных окончаний. Такие же болевые ощущения могут наблюдаться во время извлечения электродов, однако выраженность болей незначительна.

С помощью ЭНМГ можно исследовать практически все крупные нервы и мышцы верхних конечностей, что используется в диагностике целого ряда заболеваний. Методика выполнения процедуры всегда одинакова, различаются лишь точки приложения или введения электродов. Результаты исследования также регистрируются специальным компьютером, а оценивать их может только обученный специалист. Электронейромиография (ЭНМГ) нижних конечностей (ног) – седалищного нерва, малоберцового нерва. Проведение исследования на ногах ничем не отличается от исследования нервов рук.

При проведении ЭНМГ **результаты исследования** выводятся на экране монитора и/или на специальной бумаге. При расшифровке результатов ЭНМГ учитывают проведение импульса по нерву, скорость проведения нервных импульсов по нервам, амплитуду (высоту, силу) мышечной активности, наличие/отсутствие спонтанных мышечных сокращений (фасцикуляций).

Абсолютных противопоказаний выполнению процедуры не существует. Относительные противопоказания включают ряд заболеваний и патологических состояний, при которых выполнение ЭНМГ может вызвать

развитие осложнений. В то же время, после устранения или купирования данных патологий процедура может быть выполнена без угрозы для здоровья пациента. Единственным относительным противопоказанием к проведению стимуляционной ЭНМГ является наличие у пациента неконтролируемой эпилепсии. Выполнение процедуры такому больному может спровоцировать развитие приступа. В то же время, на фоне адекватного лечения эпилепсии исследование является абсолютно безопасным. Игольчатая электронейромиография противопоказана: при нарушениях свертывающей системы крови, при инфицировании кожи в области исследования. Если кожа поражена бактериальной или грибковой инфекцией, при системных инфекциях, пациентам с психическими расстройствами.

Осложнением стимуляционной электронейромиографии может быть удар током слишком большой силы. Это может произойти при неправильной настройке аппаратуры или при ее неисправности. В то же время, стоит отметить, что подобные инциденты регистрируются исключительно редко, так как перед каждой процедурой вся аппаратура должна тщательно проверяться персоналом.

Игольчатая ЭНМГ может осложниться: инфицированием раны – при наличии кожной инфекции в области введения электрода или при использовании нестерильных электродов, кровоизлиянием – при выполнении процедуры пациенту с выраженными нарушениями свертывающей системы крови.

При ВБ электронейромиография (глобальная и стимуляционная) – позволяет выявить изменения возбудимости и реактивности нервно-мышечной системы, нарушение координационных нарушений, снижение амплитуды потенциала действия и мышечных ответов, замедление скорости проведения по моторным и сенсорным волокнам в дистальных отделах локтевого, срединного и малоберцового нервов на 20-25 % от нормальных величин.

**ДИНАМОМЕТРИЯ**/dynamometriya – методика измерения силы отдельной мышцы или группы мышц при помощи специальных приборов – динамометров (8). Динамометр -- прибор для измерения силы или момента силы, состоит из силового звена (упругого элемента) и отсчетного устройства. В силовом звене измеряемое усилие вызывает деформацию, которая непосредственно или через передачу сообщается отсчётному устройству. По принципу действия различают динамометры механические (пружинные или рычажные), гидравлические и электронные. Иногда в одном динамометре используют два принципа.

Кистевая динамометрия – измерение силы мышц-сгибателей пальцев. Динамометрия кисти выглядит как одномоментное максимальное воздействие на прибор мышечных волокон. При разогнутом предплечье исследуемый сжимает ручной динамометр одной кистью. Исследование проводится для обеих конечностей, после чего производится сравнение полученных данных.

Рука с динамометром отводится в сторону на уровень плеча и производится максимальное его сжатие (рис.). На каждой руке выполняется по два измерения и фиксируется лучший результат. Сила правой кисти (если человек правша) составляет у мужчин в среднем 35-50 кг, у женщин — 25- 33 кг. Сила левой кисти обычно на 5-10 кг меньше. Относительная сила правой кисти (соотнесенная с массой тела) составляет у мужчин в среднем 0,6-0,7, у женщин — 0,45-0,50.



**Рис.15. Динамометрия**

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

### Правильные ответы на тестовый контроль по теме «Вибрационная болезнь» (стр. 76-80)

№ теста	Ответ	№ теста	Ответ
1	4	11	2
2	3	12	1
3	5	13	1
4	3	14	3
5	3	15	3
6	1,4	16	3
7	4	17	3
8	3	18	3,5
9	2	19	3
10	3	20	1