



ОРЕНБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ  
ОРЕНБУРГСКИЙ ТЕХНИКУМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
(ОТЖТ – структурное подразделение ОриПС – филиала СамГУПС)

Презентация по дисциплине: «Охрана труда»

Выполнил: Мельников А.Е.

Проверила: Яночкина С.А

## Содержание

- ▶ **Что такое вибрация?**
- ▶ **Основные виды вибрации**
- ▶ **Биологическое воздействие вибрации на организм**

## Что такое вибрация?

Вибрация — это физический фактор, действие которого определяется передачей человеку механической энергии от источника колебаний; основными характеристиками вибрации являются амплитуда смещения, скорость и ускорение.

## Основные виды вибрации:

- ▶ Общепринятым является деление вибраций на общие и местные.
- ▶ Общая вибрация — это колебание всего тела, передающееся с рабочего места.
- ▶ Локальная вибрация (местная вибрация) — это приложение колебаний только к ограниченному участку поверхности организма.
- ▶ На производстве распространены оба вида вибрации: локальная — через руки (чаще всего при работе с ручными машинами), общая (по всему телу) — при положении сидя или стоя на рабочем месте (у машины и технологического оборудования). Все виды вибрации, действующие на производстве, объединяются термином «производственная вибрация».

- ▶ Вибрация автомобилей, средств транспорта и самоходной техники, рабочих мест водителей имеет преимущественно низкочастотный характер, отличается высокими уровнями интенсивности в октавах 1—8 Гц. Вибрация автомобиля и автомобильной техники зависит от скорости передвижения, типа сиденья, амортизирующих систем, степени изношенности машины и покрытия дорог.
- ▶ Вибрация рабочих мест технологического оборудования имеет средне- и высокочастотный характер спектров с максимумом интенсивности в октавах 20—63 Гц.
- ▶ Ручные машины, особенно ударного, ударно-поворотного и ударно-вращательного действия, получили широкое распространение в различных отраслях народного хозяйства (строительстве, машиностроении, авиации, лесной и горнорудной промышленности). Изучение условий труда работающих на этих машинах показало, что выполнение многообразных трудовых операций сопровождается наряду с воздействием вибрации значительным физическим напряжением. Рабочие удерживают в руках машины весом до 15 кг, прикладывая при этом дополнительные усилия нажима на рукоятку инструмента в 10—40 кг. Неудобные рабочие позы, различные усилия нажима на инструмент создают значительное статическое напряжение мышц плеча и плечевого пояса, что усугубляет неблагоприятное воздействие вибрации.

## БИОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИИ НА ОРГАНИЗМ

Для стоящего на вибрирующей поверхности человека имеются два резонансных пика на частотах 5 – 12 Гц и 17 – 25 Гц, для сидящего – на частотах 4 – 6 Гц. Для головы резонансные частоты лежат в области 20 – 30 Гц. В этом диапазоне частот амплитуда колебаний головы может превышать амплитуду колебаний плеч в три раза. Для лежащего человека область резонансных частот находится в интервале 3 – 3,5 Гц. Одной из наиболее важных колебательных систем является совокупность грудной клетки и брюшной полости. Колебания в этой системе возникают в положении стоя. Колебания внутренних органов этих полостей обнаруживают резонанс на частотах 3 – 3,5 Гц. Максимальная амплитуда колебаний брюшной стенки наблюдается на частотах от 7 до 8 Гц, а передней стенки грудной клетки – от 7 до 11 Гц. При увеличении частоты колебаний происходит ослабление ее передачи по телу человека. В положении стоя и сидя величина ослабления в костях таза увеличивается на 9 дБ на октаву изменения частоты, на груди и на голове – 12 дБ, на плече – 12 – 14 дБ. Эти данные не распространяются на резонансные частоты, при воздействии которых происходит не ослабление, а увеличение колебательной скорости. В условиях передачи через руку при силе нажима 10 кг ослабление вибрации на тыле кисти происходит с наклоном 2,5 дБ на октаву, а на голове – с наклоном 16 дБ на октаву.





Рука человека может быть представлена эквивалентной системой, состоящей из сосредоточенных масс упругостей и сопротивлений. Коэффициенты, характеризующие упругость массы и колебательные потери руки, зависят главным образом от степени напряженности мышц руки и позы работающего. На рукоятке ручной машины в условиях работы с ней имеется один максимум – в области ниже 5 Гц и второй интенсивный максимум – в области частот 30 – 40 Гц, что соответствует резонансу системы «эффективная масса руки» (примерно 1 кг) и упругости мягких тканей внутренней стороны кисти.

Механическая система прямой руки человека имеет резонанс в области частот 30 – 60 Гц. При передаче колебаний от ладони к тыльной стороне кисти амплитуда колебаний при неизменной частоте 40 – 50 Гц уменьшается на 35 – 65 %. На участках между кистью и локтем, локтем и плечом происходит дальнейшее ослабление колебаний. Наибольшее затухание наблюдается в плечевом суставе и на голове. С увеличением силы нажима на рукоятку наблюдается пропорциональное возрастание проводимости вибрации на плече, составляющее 1,2 дБ на удвоение силы нажима для частоты 8 Гц, около 3 дБ – для частоты 16 Гц и 4 – 5 дБ – для частот 32 – 125 Гц. При увеличении силы нажима на инструмент человеком не только будет получено большое количество колебательной энергии в связи с увеличением входного механического импеданса, но воздействие вибрации распространится на большую рецептивную зону.

Особенности воздействия производственной вибрации определяются частотным спектром и распределением в его пределах максимальных уровней энергии колебания.

Локальная вибрация малой интенсивности может оказывать благоприятное воздействие на организм человека, восстанавливая трофические изменения, улучшая функциональное состояние центральной нервной системы, ускоряя заживление ран и т.п. При увеличении интенсивности колебаний и длительности их воздействия возникают изменения, приводящие в ряде случаев к развитию профессиональной патологии – вибрационной болезни. Наибольший удельный вес (распространение) имеет патология, в этиопатогенезе которой существенную роль играет местная (локальная) вибрация.

Согласно разработанной в нашей стране концепции, признанной в ряде стран Восточной Европы и Японии, вибрационная болезнь считается профессиональным заболеванием всего организма.

В Западной Европе и США в качестве профессионального заболевания, вызванного воздействием локальной вибрации, рассматривают главным образом синдром, связанный с побелением пальцев рук. Эти сосудистые нарушения имеют различные названия, например феномен «мертвых», белых пальцев или синдром Рейно профессионального происхождения, травматическая вазоспастическая болезнь; более позднее название – вызванные вибрацией белые пальцы (VWF). Однако клиническая симптоматика вибрационных нарушений не исчерпывается сосудистыми поражениями, она включает и невротические расстройства, что постепенно начинают признавать и за рубежом





Во многих странах широко применяется классификация вибрационного синдрома, разработанная W. Taylor и P. Pelmear (1974). Согласно этой классификации, выраженность вибрационных нарушений – побеление пальцев (IV стадии) оценивается в зависимости от числа вовлеченных в патологический процесс фаланг, частоты приступов побеления с учетом того, насколько они мешают трудовой деятельности и отдыху.

В 1983 г. Rigby и Cornish предложили более полную систему оценки нарушений от локальной вибрации. Авторы выделили 4 категории: к I категории отнесено чувство онемения и (или) покалывания (не поддающееся объективизации), ко II категории – эпизодическое побеление пальцев рук, степень которого оценивается по специальной цифровой шкале, к III категории – акроцианоз, постоянная циркуляторная недостаточность с ухудшением чувствительности, к IV категории – некроз тканей каких-либо фаланг пальцев. Кроме стадии и количественной оценки степени побеления пальцев, указывается одна из пяти категорий нарушения трудоспособности.

На IV Международном симпозиуме по локальной вибрации (1986 г.) была представлена модификация классификации W. Taylor – P. Pelmear, где параллельно с сосудистыми выделены и неврологические стадии, в основу установления которых заложено снижение тактильной чувствительности и тактильной пространственной разрешающей способности. Мышечные и костно-суставные нарушения в зарубежных классификациях не учитываются.



- ▶ В нашей стране используется иной подход к оценке вибрационных нарушений. Разработанная впервые в мире Е.Ц. Андреевой-Галаниной и соавт. (1956) классификация вибрационных нарушений – вибрационной болезни как самостоятельной нозологической формы, позволяющая выделить комплекс наиболее часто встречающихся синдромов, в настоящее время существенно развита.

Утвержденная в 1985 г. Минздравом СССР «Классификация вибрационной болезни от воздействия локальной вибрации» устанавливает 3 степени выраженности заболевания:

- начальные проявления (I степень);
- умеренно выраженные проявления (II степень);
- выраженные (III степень) проявления.



Каждая степень характеризуется определенными синдромами (периферический ангиодистонический, вегетативно-сенсорной полинейропатии и т.п.), причем при I степени отмечаются лишь нарушения в руках (сосудистые и сенсорные), при II и III степенях нарушения носят более генерализованный характер.

Помимо периферических сосудистых и сенсорных расстройств, рассматриваются дистрофические нарушения опорно-двигательного аппарата рук и плечевого пояса, нарушения мозгового кровообращения и синдром энцефалополлинейропатии. Классификация позволяет оценить трудоспособность в зависимости от характера наблюдаемых синдромов.

В 1982 г. отечественными учеными разработана классификация вибрационной болезни от воздействия общей вибрации, в основу которой положен синдромный принцип, при этом учтен низкочастотный характер вибрации, хорошо распространяющейся по телу человека и вовлекающий в процесс вестибулярный анализатор.

В классификации выделяются начальные (I степень), умеренно выраженные (II степень) и выраженные (III степень) проявления вибрационной болезни от общих вибраций. В клинической картине вибрационной болезни ведущими являются церебрально-периферический ангиодистонический синдром и синдром вегетативно-сенсорной полинейропатии в сочетании с синдромом полирадикулонейропатии, вторичным пояснично-крестцовым синдромом (вследствие остеохондроза поясничного отдела позвоночника).



**Вибрационная болезнь, вызванная воздействием общей вибрации и толчков, наблюдаемая у операторов транспортных и транспортно-технологических средств, характеризуется синдромом вестибулопатии, который проявляется главным образом вестибуловегетативными расстройствами – головокружением, головной болью, тошнотой, рвотой, адинамией, брадикардией и др. Весьма характерны также дегенеративно-дистрофические изменения со стороны опорно-двигательного аппарата.**

Особое место в клинике вибрационной болезни занимает патология со стороны опорнодвигательного аппарата. Воздействие общей вибрации приводит к прямому микротравмирующему действию на позвоночник вследствие значительных аксиальных нагрузок на межпозвоночные диски, которые ведут себя как фильтры низких частот, являясь линейными даже в случае локальных перегрузок в позвоночно-двигательном сегменте в результате перенапряжения познотонических мышц. Воздействие внешних и внутренних нагрузок на позвоночник приводит к дегенерации диска.

Локализация дегенеративных изменений в одном и том же отделе позвоночника и значительная частота поясничных остеохондрозов у лиц вибро-опасных профессий позволяет предложить прямую связь данных изменений с патологией вибрационного генеза. Отмечено, что отчетливо выраженные остеофиты, как правило, локализуются на нижних краях I и II грудного и поясничного позвонков, а также на верхних краях II, III и IV поясничных позвонков.

Следует признать, что дегенеративные изменения позвоночного столба наряду с изменениями такого же порядка других отделов скелета у работающих обнаруживаются нередко вне связи с неврологической симптоматикой. При этом диагностируемые на рентгенограммах патологические изменения костной структуры подчас являются единственными и сравнительно ранними признаками вибрационной болезни.

Другим важным моментом является акселерирующее влияние вибрации на темпы естественных инволютивных процессов, поэтому обнаружение дегенеративных изменений, степень выраженности которых больше, чем следует ожидать для возраста обследуемых, может свидетельствовать о наличии остеопатии, обусловленной вибрационным фактором.

В основе патогенеза вибрационной болезни лежит сложный механизм нервно-рефлекторных и нейрогуморальных нарушений, которые приводят к развитию застойного возбуждения с последующим стойким изменением как в рецепторном аппарате, так и в различных отделах нервной системы. Неблагоприятное влияние вибрации на организм человека характеризуется локальным действием на ткани и заложенные в них многочисленные экстеро- и интерорецепторы (прямой микротравмирующий эффект) и опосредованно через центральную нервную систему на различные системы и органы. Важную роль играют вторичные расстройства в результате нарушения трофики,

Клиническая симптоматика вибрационной болезни, обусловленная локальной или общей вибрацией, складывается из нейрососудистых нарушений, поражений нервно-мышечной системы, опорно-двигательного аппарата, изменений обмена веществ и др.

Существенное значение для патогенеза вибрационной болезни имеют как специфические, так и неспецифические реакции общего типа, отражающие адаптационно-компенсаторные реакции организма. Многолетнее изучение данной патологии позволило установить различные варианты ее течения с преимущественным проявлением нейрососудистых расстройств или патологии

опорно-двигательного аппарата. Выявлено, что определяется в первую очередь спектральными и амплитудными параметрами вибрации и тем, в каких условиях это воздействие происходит. Так, воздействие низкочастотной вибрации приводит к развитию вибрационной патологии с превалированием поражений нервно-мышечной системы, опорно-двигательного аппарата и менее выраженным сосудистым компонентом. Например, такая форма наблюдается у формовщиков, бурильщиков и др. Средне- 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.

В результате влияния интенсивной локальной вибрации вначале возникают функциональные, а затем дистрофические изменения в рецепторном аппарате и периваскулярных нервных сплетениях мелких сосудов в области 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 рефлекторное, опосредованное симпатической системой сужение сосудов. 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. Исследование различных звеньев патогенеза вибрационной болезни (нейрогуморальных, микроциркуляторных, гормональных, ферментативных) позволяет предположить, что изменение тканевого метаболизма и развитие дистрофических процессов связаны с наличием нарушений как местных ферментных систем, так и центральных рефлекторных влияний 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 процесса. Наряду с указанным большое влияние на развитие периферических гемодинамических нарушений оказывает изменение механизмов вегетативно-сосудистой регуляции, связанное с измененным функционированием высших вегетативных центров и ретикулярной формации ствола головного мозга, а также 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 функции гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы; нарушается соотношение вазоактивных веществ ренин-ангиотензиальдостероновой системы, появляются сдвиги в соотношении гормонов гипофизарно-тиреоидного комплекса, изменения в содержании циклических нуклеотидов и 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 холинэстеразы в мышцах. 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, тендомиозит предплечья.

Нередко обнаруживаются деструктивно-дистрофические процессы в костно-суставном аппарате.

Таким образом, в генезе вибрационной болезни от воздействия локальной вибрации играют роль как местное повреждение тканевых структур, обеспечивающих гомеостатическое регулирование тканевого метаболизма, так и нарушение центральных (гуморальных и нейрорефлекторных) механизмов регуляции периферического кровообращения, способствующее усугублению патологического процесса.

Что касается патогенеза вибрационной болезни от воздействия общих вибраций, то он остается до настоящего времени недостаточно изученным. Обобщенная клинико-физиологическая картина действия общей вибрации позволяет высказать гипотезу о механизме прямого микротравмирующего действия вибрации на опорно-двигательный аппарат, вестибулообусловленные и экстравестибулярные реакции. Частота и степень выраженности нарушений зависят от физических характеристик вибрации, эргономических параметров рабочего места, медико-биологических параметров человека-оператора.

Как известно, вибрационная болезнь отличается от общей вибрации полиморфностью, а наблюдаемые ранние периферические и церебральные вегетативно-сосудистые нарушения при этом нередко носят неспецифический функциональный характер.





- ▶ По современным представлениям, патогенетический механизм формирования вибрационных нарушений от воздействия общей вибрации является сложным процессом, состоящим из трех основных 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 оптовестибуло-спинального комплекса вследствие патологической вестибулоафферентации.



На основании клинических, функциональных и экспериментальных исследований установлено, что одним из патогенетических механизмов вибрационной болезни наряду с нервно-рефлекторными нарушениями являются повышение венозного сопротивления, изменение венозного оттока, приводящего к венозному полнокровию, увеличение фильтрации жидкости и снижение питания тканей с развитием в дальнейшем периферического ангио- дистонического синдрома. Низкочастотная вибрация ведет к изменению морфологического состава крови: эритроцитопении, лейкоцитозу; имеет место снижение уровня гемоглобина.

Отмечено влияние общей вибрации на обменные процессы, проявляющиеся в изменении углеводного обмена; биохимических показателей крови, характеризующих нарушения белкового и ферментативного, а также витаминного и холестерина обмена. Наблюдаются нарушения окислительно-восстановительных процессов, проявляющиеся в снижении активности цитохромоксидазы, креатинкиназы, в повышении концентрации молочной кислоты крови, изменении показателей азотистого обмена, в снижении альбумин-глобулинового коэффициента, в изменении активности коагулирующих и антисвертывающих факторов крови.



Установлено изменение минералкортикоидной функции: понижение концентрации ионов натрия в крови, повышение экскреции солей натрия и снижение солей калия. Имеет место нарушение деятельности эндокринной системы: нарушается нейрогуморальная и гормональная регуляция функций, проявляющаяся в изменениях показателей гистамин-серотонина, содержания 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; эти 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 вегетодисфункции на неврастеническом фоне, которые 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.

Таким образом, многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных специалистов показано, что вибрационная болезнь от локальных и общих вибраций отличается полиморфностью симптоматики, своеобразием клинического течения и нередко может приводить к нарушению трудоспособности больных.