

*На правах рукописи*



**Ямщикова Анастасия Валерьевна**

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И КОРРЕКЦИИ  
НАРУШЕНИЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ  
У ШАХТЕРОВ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ЛОКАЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ  
(КЛИНИКО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ)**

3.2.4 – медицина труда

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Ангарск – 2021 г.

Работа выполнена в лаборатории прикладной нейрофизиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний» г. Новокузнецк.

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, профессор Флейшман Арнольд Наумович

**Официальные оппоненты:**

**Бабанов Сергей Анатольевич** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой профессиональных болезней и клинической фармакологии, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара.

**Сливницына Наталья Валерьевна** – кандидат медицинских наук, заведующая неврологическим отделением клиники ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», г. Ангарск.

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации г. Екатеринбург.

Защита состоится «\_\_\_»\_\_\_\_\_2021 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д 001.058.01 при Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований» по адресу: 665827, Иркутская область, г. Ангарск, 12 «А» мкр-н, д.3.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБНУ ВСИМЭИ и на сайте <http://vsimei.ru>.

Автореферат разослан «\_\_\_»\_\_\_\_\_2021 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор медицинских наук,  
профессор



**Ефимова Наталья Васильевна**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Профессиональные заболевания являются причиной наиболее частой инвалидизации и смертности трудоспособного населения в мире (Попова А. Ю., 2015). Согласно Государственным докладам «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» за 2016-2020 годы, наиболее неблагоприятные условия труда, представляющие максимальный риск утраты профессиональной трудоспособности, отмечаются на предприятиях по добыче полезных ископаемых. Доля профессиональных заболеваний от воздействия физических факторов в РФ в 2020 году составила 42,33% (Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году», 2021), среди которых вибрационная болезнь уже не один год занимает второе ранговое место (Дьякович М. П. с соавт., 2019; Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году», 2021). Уровень профессиональной заболеваемости в Кемеровской области – Кузбассе на предприятиях по добыче угля выше, чем в целом по России (Семенихин В. А., 2014; Попова А. Ю., 2015; Батиевская В. Б., 2019). Наибольшему риску профессиональных заболеваний подвержены работники основных профессий угледобывающих предприятий (Фомин А. И., 2020).

Периферические неврологические проявления вибрационной болезни (ВБ) обусловлены развитием полинейропатий (ПНП), которые приводят к стойкому болевому синдрому, чувствительным нарушениям, снижению силы и выносливости в конечностях, реже – к мышечным атрофиям, что ограничивает трудоспособность шахтеров.

Вегетативный отдел нервной системы остается сложным для изучения, нет инструментов оценки степени выраженности его нарушений. Поражение вегетативных волокон, иннервирующих сердце, – кардиальная автономная нейропатия (КАН), существенно меняет прогноз для жизни, увеличивая риск внезапной сердечной смерти (Freeman R., 2014; Беляев А.А. с соавт., 2019).

**Степень разработанности темы.** К настоящему времени известны особенности функциональных нарушений проводимости периферических нервов при ВБ (Фаздалова М.Р., Хайруллина Л.Х., 2018; Русанова Д.В. с соавт., 2019), однако недостаточно изученным остается комплексный структурно-функциональный анализ нервов у пациентов с вибрационными ПНП. Выявление компрессионных осложнений у больных ВБ является трудной задачей на фоне уже развившего полинейропатического поражения. Диагностика вегетативных дисфункций сложна, до сих пор не применяется в практической профпатологии, потому вопросы коррекции

нейровегетативных нарушений у пациентов с ВБ остаются дискуссионными. Изучаются эффекты центральной нейропротекции при проведении ишемического прекодиционирования (ИП) (Chen Y.J., et al., 2016; Guo Z.N., et al., 2019), есть работы по его влиянию на вегетативную нервную систему (ВНС) (Khaliulin I., et al., 2019), но для периферической нейропротекции и коррекции вегетативных нарушений у больных ВБ метод не применялся.

### **Цель исследования**

Выявить клинические, функциональные и сонографические особенности поражения периферической нервной системы у шахтеров с вибрационной болезнью и оценить эффективность применения ишемического прекодиционирования для коррекции выявленных нарушений.

### **Задачи исследования:**

1. Изучить клинико-электронейромиографические и сонографические характеристики поражения соматических нервов верхних конечностей у шахтеров с вибрационной болезнью, связанной с воздействием локальной вибрации.
2. Оценить выраженность вегетативных нарушений и выявить особенности вегетативной регуляции при ортостатической нагрузке у работников основных профессий угольных предприятий на основе анализа вариабельности ритма сердца.
3. Разработать методику ишемического прекодиционирования верхних конечностей и оценить эффективность ее применения для коррекции выявленных нарушений у шахтеров с вибрационной болезнью, связанной с воздействием локальной вибрации.

**Научная новизна.** Впервые у работников основных профессий угольных предприятий Кузбасса проведено комплексное исследование функции соматического и вегетативного отделов периферической нервной системы (ПНС).

Впервые исследованы сонографические характеристики соматических нервов у шахтеров, работающих в условиях воздействия локальной вибрации, выявлены особенности поражения в виде локального утолщения нервных стволов при компрессионных нейропатиях (КН) и нормальных макроструктурных показателей при ПНП. При комплексном применении ультразвукового (УЗИ) и электронейромиографического (ЭНМГ) методов исследования определено, что половина вибрационных ПНП у шахтеров сочетается с компрессионными поражениями нервов верхних конечностей.

Установлено, что ранним признаком поражения нервной системы у работников виброопасных профессий является формирование относительной симпатикотонии (76,7%), которая определяется до вовлечения в патологический процесс волокон соматических нервов. Выявлено, что частота вегетативных нарушений при ВБ

составляет 95,6 %, оценена их выраженность на основании изменения спектральных и нелинейных показателей variability ритма сердца (VPC), выявлена недостаточность периферических и центральных механизмов вегетативной регуляции.

Разработана авторская методика ИП верхних конечностей и исследована эффективность ее применения для нефармакологической коррекции неврологических проявлений ВБ, связанной с воздействием локальной вибрации, у шахтеров.

**Теоретическая и практическая значимость.** Полученные данные расширяют и углубляют представления о механизмах поражения соматического и автономного отделов нервной системы, об особенностях вегетативной регуляции у шахтеров с ВБ, ранних признаках поражения ПНС. Материалы исследования позволили сформулировать критерии степени выраженности нарушений автономной нервной системы. Полученные результаты использованы при разработке лекционного материала кафедры неврологии, мануальной терапии и рефлексотерапии НГИУВ – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России (акт внедрения от 23.03.2021 г.).

Выявленные механизмы развития неврогенных расстройств при ВБ послужили основой для разработки методики ИП как способа немедикаментозной коррекции автономной и соматической нейропатии у шахтеров (патент №2702866 от 11.10.2019г.). Результаты исследования внедрены в работу отделения профпатологии, КДЦ «Нейромед» клиники НИИ КППЗ (акт внедрения от 04.12.2020г.), Центра профессиональной патологии ГАУЗ «НГКБ№1» (акт внедрения от 05.05.2021г.), отделения неврологии и реабилитации пациентов с заболеваниями центральной нервной системы НФ ГБУЗ КККД (акт внедрения от 07.05.2021г.).

**Методология исследования** основана на комплексном структурно-функциональном изучении нарушений в соматическом и вегетативном отделах периферической нервной системы у шахтеров, работающих в условиях воздействия локальной вибрации.

Дизайн исследования включал 2 этапа: диагностический и лечебный, на которых использовались клинические, нейрофизиологические, ультразвуковые методы исследования. Для выявления особенностей поражения ПНС были сформированы 3 группы: группа шахтеров с установленным диагнозом ВБ, группа шахтеров без жалоб и профессиональных заболеваний, а также группа контроля здоровых людей без контакта с производственной локальной вибрацией в анамнезе.

На лечебном этапе применялась разработанная автором методика ИП верхних конечностей у шахтеров с ВБ. Проведена статистическая обработка результатов.

Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом НИИ КППЗ (протокол №5, §1 от 26.12.2018 г.).

### **Положения, выносимые на защиту**

1. У шахтеров с вибрационной болезнью, связанной с воздействием локальной вибрации, полинейропатии верхних конечностей в половине случаев сочетаются с компрессионными мононейропатиями (срединных и /или локтевых нервов), которые выявляются при комплексном клинико-нейрофизиологическом и ультразвуковом исследовании.

2. При воздействии локальной вибрации наиболее ранним признаком поражения нервной системы у шахтеров является дизавтономия, которая проявляется в виде симпатикотонии и развивается раньше поражения соматических нервов. При вибрационной болезни, связанной с воздействием локальной вибрации, автономная нейропатия определяется практически у всех пациентов и проявляется в виде снижения уровня мощности спектральных показателей variability ритма сердца, устойчивой симпатикотонии и недостаточности регуляторных механизмов вегетативной нервной системы при нагрузке.

3. Ишемическое прекондиционирование, проводимое по разработанной методике, является патогенетически обоснованным, эффективным способом нефармакологической коррекции нейровегетативных нарушений у шахтеров с вибрационной болезнью и приводит к увеличению скорости проведения импульса по волокнам соматических нервов верхних конечностей, к стимулированию парасимпатической активности с усилением компенсаторных механизмов автономной нервной системы.

**Степень достоверности и апробация работы.** Достоверность полученных научных результатов исследования обусловлена достаточным объемом и однородностью выборок обследуемых, соблюдением критериев включения-исключения, применением современной методологии, методов описательной, параметрической и непараметрической статистики.

Результаты исследования доложены на: 49-ой, 52-ой, 53-ей научно-практических конференциях с международным участием "Гигиена, организация здравоохранения и профпатология" (Новокузнецк, 2014, 2017, 2018), VII Всероссийском симпозиуме и V Школе-семинаре с международным участием «Медленные колебательные процессы в организме человека. Теоретические и прикладные аспекты нелинейной динамики в физиологии и медицине» (Новокузнецк, 2015), Российской научно-практической конференции «Болезни периферических нервов и мышц: необходимый и достаточный объем исследования» (Москва, 2019), Всероссийской конференции с международным участием «Современные проблемы экологии и здоровья населения» (Ангарск, 2021).

Исследование выполнено в соответствии с планом двух фундаментальных тем НИР НИИ КППЗ: «Эколого-гигиенические, клинико-иммунологические и молекулярно-генетические исследования патогенеза, прогнозирования риска и

профилактики профессиональной патологии у работников основных профессий угольной, горнорудной и алюминиевой промышленности» № 064, (номер государственной регистрации АААА-А19-119013190126-6); «Комплексное исследование системных проявлений профессиональных заболеваний у работников угольной и алюминиевой промышленности, разработка профилактических и реабилитационных мероприятий» № 060 (номер государственной регистрации АААА-А16-116021510192-9); одной поисковой темы: «Исследование нейровегетативных механизмов развития полинейропатий и разработка методов их коррекции на основе дистантного ишемического прекондиционирования», № 068 (номер государственной регистрации: АААА-А20-120043090008-9).

По материалам диссертации были опубликованы 17 статей, из них 12 статей в журналах, рекомендованных ВАК, в том числе 1 патент №2702866 (2019). Выпущены методические рекомендации «Применение ишемического прекондиционирования для коррекции автономной и сенсорной полинейропатии у шахтеров с вибрационной болезнью» (2020).

**Личный вклад автора.** Автору принадлежит определяющая роль в постановке цели и задач исследования, лично выполнены обследования: клинико-неврологическое, ЭНМГ, УЗИ нервов, а также ИП, включенные в протокол исследования, проведен анализ историй болезни, санитарно-гигиенических характеристик рабочих мест. Отдельные фрагменты исследований были выполнены специалистами лаборатории прикладной нейрофизиологии. Автором самостоятельно обработаны и интерпретированы полученные результаты, совместно с научным руководителем сформулированы выводы и подготовлены практические рекомендации, патент на изобретение, методические рекомендации. Доля личного участия автора – 90 %.

**Объем и структура работы.** Диссертация изложена на 129 страницах компьютерного набора, состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, перечня сокращений и условных обозначений, списка иллюстративного материала, списка литературы, содержащего 167 источников, в том числе 99 отечественных и 68 иностранных работ, приложений. Диссертация иллюстрирована 21 таблицей и 12 рисунками.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**В первой главе** представлен анализ работ отечественных и зарубежных авторов, отражающий современные представления о вибрационном факторе производства, о механизмах развития, методах исследования, известных особенностях и способах коррекции периферических неврологических проявлений ВБ, о механизмах ИП как способа стимулирования адаптивных возможностей организма с повышением резистентности тканей к ишемии.

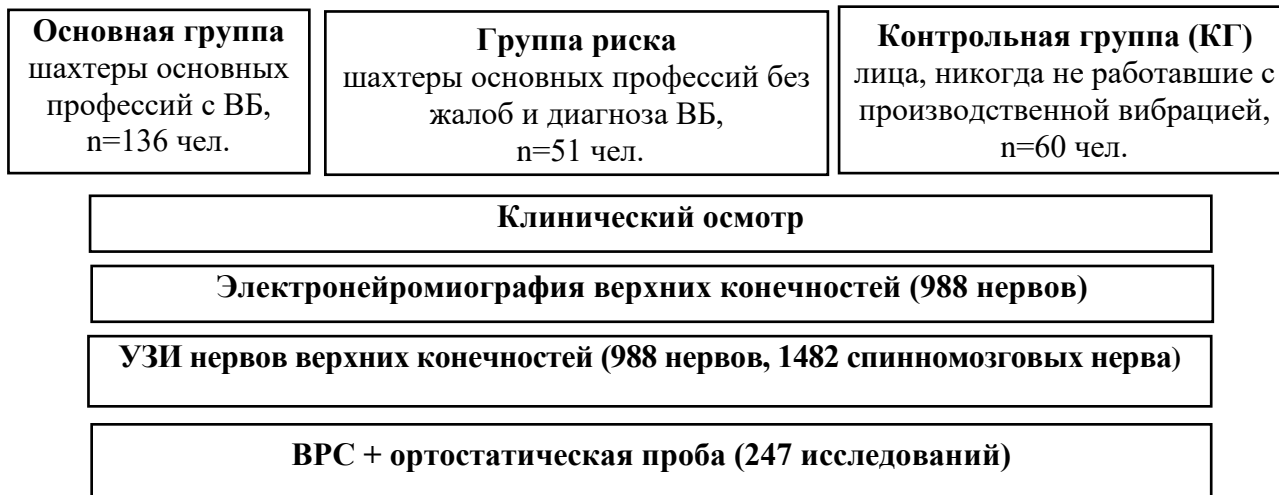
Во второй главе представлены объекты, дизайн и методы исследования. Дизайн исследования включал 2 этапа (рисунок 1).

### І ЭТАП – диагностический

Отделение профпатологии  
НИИ КППЗ

ПМО

ПМО



### ІІ ЭТАП – лечебный



Рисунок 1 – Дизайн исследования

Примечание: n – количество обследуемых.

Все обследованные – мужчины в возрасте от 39 до 60 лет, все группы были сопоставимы по возрасту: медиана возраста в основной группе – 53 (49; 55) года, в группе риска – 52 (46; 55) года, в контрольной группе – 51 (48; 55) год ( $p>0,05$ ). Основная группа и группа риска были близки по стажу работы в условиях воздействия локальной вибрации: в основной группе средний стаж составил  $25,6\pm 6,2$  года, в группе риска –  $24,2\pm 7,1$  года ( $p>0,05$ ).

Критерии исключения из всех групп: наличие в анамнезе диагноза сахарного диабета и других эндокринных заболеваний, грубых форм сердечных аритмий, травм периферических нервов верхних конечностей, наличие имплантированного электрокардиостимулятора, кардиовертера-дефибриллятора.



Согласно данным санитарно-гигиенических характеристик рабочих мест, выданных территориальными отделами управления Роспотребнадзора по Кемеровской области, все обследуемые основной группы подвергались воздействию локальной вибрации выше предельно допустимых уровней (превышение на 2-8 дБ), а также комплексу вредных факторов производства (шум, охлаждающий микроклимат, тяжесть трудового процесса, аэрозоли угольно-породной пыли и др.).

*Клиническое обследование* пациентов основной группы включало неврологический осмотр с использованием опросников и шкал: числовой шкалы боли, опросника DN4 (Douleur Neuropathic 4 Questions) – для диагностики нейропатической боли, шкалы TSS (Total symptom score) – для определения частоты и интенсивности нейропатических симптомов.

*Инструментальные методы:* проведена ЭНМГ нервов верхних конечностей по стандартной методике (988 нервов), ультразвуковое исследование нервов верхних конечностей (988 нервов, 1482 спинномозговых нерва), анализ спектральных и нелинейных показателей ВРС по общепринятой методике в состоянии покоя сидя, на фоне ортостатической нагрузки (247 исследований). ИП верхних конечностей осуществлялось по разработанной методике (патент №2702866 от 11.10.2019 г. «Способ коррекции автономной и сенсорной полинейропатии у больных вибрационной болезнью»).

*Статистическая обработка данных* осуществлялась на базе программы Biostat 2009. Количественные данные проверялись на нормальность распределения с помощью теста Колмогорова-Смирнова, в зависимости от распределения вычислялись средние арифметические величины  $M$  со стандартным отклонением (SD) или  $Me$  (медианы) с межквартильными интервалами 25(Q1); 75(Q3). Для сравнения независимых выборок использованы критерии Стьюдента ( $t$ ) и Манна-Уитни ( $U$ ). Значимость изменения показателей до и после воздействия оценивалась с помощью критерия Уилкоксона. Для определения взаимозависимости количественных показателей применялось вычисление коэффициента корреляции Спирмена ( $R$ ). При сопоставлении двух выборок по частоте встречаемости интересующего эффекта составлялись четырехпольные таблицы сопряженности и рассчитывался точный критерий Фишера. Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$ .

**В третьей главе** представлены результаты и обсуждение клинико-инструментального обследования сформированных групп.

*Клиническая симптоматика* у пациентов основной группы складывается из болевого синдрома (у 100% обследованных) с нейропатическим компонентом (у 75%), слабости в руках (у 94%), чувствительных нарушений в виде онемения и парестезий (у 92,5%). Объективно выявляются вегетативно-сосудистые расстройства верхних конечностей в виде снижения температуры ( $Me=25,2$  (24,2;26) °C), преобладания гипергидроза ладоней (у 64,7% пациентов), изменения окраски (у 58%). Тесты на компрессию нервов положительны у половины пациентов.

Анализ полученных ЭНМГ-данных показал, что у пациентов с ВБ, связанной с воздействием локальной вибрации, в сравнении с группой риска и контрольной группой значимо изменены практически все показатели (таблица 1).

Таблица 1 – Электронейромиографические показатели обследуемых групп, Ме (Q1; Q3)

Нерв	ЭНМГ-показатель		Основная группа, n=136	Группа риска, n=51	Контрольная группа, n=60
Срединный нерв	ДЛ, мс	справа	4,1 (3,5; 4,6)	3,4 (3,3; 3,7)*	3,3 (3,1; 3,7)*
		слева	4 (3,6; 4,5)	3,3 (3,2; 3,6)*	3,0 (2,9; 3,5)*
	СПИм предплечье, м/с	справа	50,0 (47,2; 53,0)	53,9 (51,8; 54,9)*	54,0 (51,9; 55,4)*
		слева	50,0 (48; 53,0)	53,8 (50,5; 54,9)*	55 (53,1; 55,7)*
	Ам, мВ	справа	7,5 (5,8; 9,8)	8,4 (6,6; 10,0)*	8,5 (7,2; 10,0)*
		слева	8,0 (6,1; 9,0)	8,9 (7,5; 9,9)*	9,0 (8,8; 9,8)*
	СПИС, м/с	справа	43,0 (38,0; 47,0)	55,0 (51,8; 57,1)*	53,6 (51,0; 56,0)*
		слева	43 (39; 46,5)	54,9 (52,5; 58,0)*	54,0 (51,8; 56,0)*
Ас, мкВ	справа	10,0 (6,0; 16,0)	15,0 (12,8; 21,0)*	15,0 (11,0; 22,1)*	
	слева	13,0 (8,0; 17,0)	20,5 (16,5; 26,5)*	19,0 (13,0; 24,4)*	
Локтевой нерв	ДЛ, мс	справа	3,1 (2,7; 3,5)	2,8 (2,6; 2,9)*	2,8 (2,5; 3,2)*
		слева	3,1 (2,9; 3,6)	2,9 (2,8; 3,3)*	2,9 (2,7; 3,1)*
	СПИм предплечье, м/с	справа	55,3 (54,1; 57,2)	55,6 (52,0; 57,2)	55,5 (53,6; 56,4)
		слева	54,2 (52,2; 56,3)	54,2 (52,9; 56,7)	55,8 (53,5; 55,3)
	СПИм кубитальный канал, м/с	справа	45,0 (41,0; 48,4)	54,5 (53,4; 56,7)*	57,0 (53,5; 60)*
		слева	43,0 (39,2; 47,8)	56,7 (54,5; 57,7)*	55,6 (53,8; 57,3)*
	Ам, мВ	справа	9,7(8,6;11,2)	11,0(10,1;11,8)*	10,5(9,6;12,0)
		слева	9,7 (8,5; 11,0)	10,1 (8,7; 12,4)	9,6 (8,0; 11,5)
СПИС, м/с	справа	43,0 (39,0; 46,5)	52,0 (51,0; 53,3)*	51,0 (50,0; 54,0)*	
	слева	43,1 (40,0; 47,0)	52,0 (51,5; 53,5)*	51,5 (50,5; 54,1)*	
Ас, мкВ	справа	9,0 (5,0; 14,0)	14,0 (12,0; 18,0)*	13,3 (10,7; 17,0)*	
	слева	9,0 (4,0; 15,7)	12,8 (8,0; 15,0)*	12,1 (7,0; 16,0)*	

Примечание: n – количество обследуемых; \* - статистически значимое различие показателей с основной группой при  $p < 0,05$  по критерию Манна-Уитни.

В большей степени увеличены дистальные латентности (ДЛ), преимущественно срединных нервов ( $p < 0,001$ ), снижены моторные скорости проведения импульса (СПИм) по локтевым нервам на уровне кубитальных каналов ( $p < 0,001$ ), а также скорости проведения сенсорного импульса (СПИС) ( $p < 0,001$ ) и амплитуды сенсорных ответов (Ас), что согласуется с результатами других исследователей (Hirata M.,

Sakakibara M., 2007; Русанова Д.В., Лахман О.Л., 2013; Катаманова Е.В., Нурбаева Д.Ж., 2016; Фаздалова М.Р., Хайруллина Л.Х., 2018). По данным литературы, увеличение ДЛ и снижение СПИС нервов могут быть признаками как дистального полинейропатического, так и компрессионного поражения нервов на уровне запястья (Касаткина Л. Ф., Гильванова О. В., 2010; Preston D. С., Shapiro В.Е., 2013; Николаев С.Г., 2015), при этом имеет значение асимметричность и количество вовлеченных нервов. На фоне вибрационного полинейропатического поражения указанные критерии теряют информативность.

По данным УЗИ периферических нервов верхних конечностей, в основной группе в сравнении с группой риска и контрольной статистически значимо была увеличена площадь поперечного сечения (ППС) срединных нервов на уровне запястий (в проекции карпальных каналов) и локтевых нервов на уровне кубитальных каналов (таблица 2). Количественное увеличение ППС сопровождалось качественными изменениями нервов: увеличением гипоэхогенности, потерей дифференцировки на фасцикулы, что, в соответствии с данными литературы (Choi S. J. et al., 2015; Hobson-Web L. D., Juel V. С., 2017), свидетельствует о наличии компрессионного поражения нервов в указанных туннелях. На уровне проксимальных отрезков (С5, С6, С7) при ВВ утолщения нервов не выявлено.

Таблица 2 – Площади поперечного сечения периферических нервов верхних конечностей в группах обследуемых

Нерв	Точка измерения ППС, мм <sup>2</sup>	Основная группа, n=136		Группа риска, n=51		Контрольная группа, n=60	
		справа	слева	справа	слева	справа	слева
Срединный нерв	запястье	9 (8; 11)	9 (8; 10)	8 (7; 9)*	8 (7,5; 9)*	8 (7; 9)*	9 (8; 9)*
	предплечье	7 (6; 8)	8 (7; 9)	7 (7; 8)	8 (7; 8)	8 (7; 8)	7 (7; 8)
	плечо	8 (7; 9)	9 (8; 10)	8,5 (8; 9)	9 (8; 9)	8 (7; 9)	8 (8; 9)
Локтевой нерв	запястье	5 (5; 6)	6 (5; 6)	5 (4,5; 6)	5 (4; 6)	5 (5; 5)	5 (5; 6)
	кубитальный канал	8,5 (7; 10)	9 (8; 10,5)	8 (8; 9)*	8 (7,5; 9)*	8 (7; 8)*	8 (7,5; 9)*
	плечо	8 (7; 8)	8 (7; 9)	7,5 (6,5; 8)	8 (7,5; 9)	7 (6; 8)	8 (8; 9)
Плечевое сплетение	С5	5 (4; 6)	5 (4; 6)	5 (4; 5)	5 (3,5; 6)	5 (4; 5)	5 (4,25; 6)
	С6	5,5 (5; 6)	5 (5; 6)	5 (5; 5,5)	5 (4,5; 6)	5 (5; 5,5)	5 (4,5; 5,5)
	С7	6 (5; 6)	5 (5; 6)	5 (4; 6)	5 (5; 6)	5 (4; 6)	5 (5; 5)

Примечание: n – количество обследуемых; \* – статистически значимое различие показателей с основной группой при  $p < 0,05$  по критерию Манна-Уитни.

Таким образом, согласно данным УЗИ нервов, у шахтеров с установленным диагнозом ВВ от воздействия локальной вибрации выявляются локальные утолщения

нервов на уровне естественных анатомических туннелей верхних конечностей. Известно, что для наследственных моторно-сенсорных нейропатий 1 типа и дизиммунных ПНП характерно диффузное утолщение нервов (Kerasnoudis A., 2013; Gallardo E. et al., 2015; Noto Y. et al., 2015), что дает дополнительные возможности дифференциальной диагностики вибрационных ПНП с данными состояниями.

Комплексная оценка ЭНМГ и УЗ-показателей: проведен корреляционный анализ между ЭНМГ-показателями и ППС нервов соответствующей локализации в основной группе шахтеров. Определены корреляционные связи средней силы по критерию Спирмена: прямая – между ДЛ и ППС срединного нерва на уровне запястья ( $r=0,46$  при  $p=0,0008$ ); отрицательная связь – между сенсорными ЭНМГ-показателями (СПИС, Ас) и ППС срединных нервов на уровне запястья ( $r=-0,54$ ,  $r=-0,472$ ,  $p<0,0001$ ); отрицательная связь – между СПИМ и ППС локтевого нерва на уровне кубитального канала ( $r=-0,48$  при  $p=0,004$ ).

Учитывая наличие корреляционных связей между ЭНМГ и УЗ-показателями у пациентов с ВБ, мы использовали комплексную оценку ЭНМГ и УЗ-показателей каждого пациента. В результате комплексной оценки были выделены следующие формы вибрационных полинейропатий:

*1. Полинейропатия верхних конечностей без КН (52,9%) диагностировалась при:*

- сочетании измененных показателей ЭНМГ и нормальных ППС нервов – 72 человека из 136;

*2. Полинейропатия верхних конечностей с КН (47,1% - 64 человека из 136) диагностировалась при:*

- сочетании увеличения ДЛ срединного нерва с увеличением ППС срединного нерва на уровне запястья – компрессия нерва в карпальном канале – 22,8% (у 31 пациента из 136);

- сочетании сниженной СПИМ по локтевому нерву на уровне кубитального канала с увеличенной ППС на том же уровне – компрессия локтевого нерва в кубитальном канале – 35,3% (у 48 пациентов из 136).

У 22 человек из 136 (16%) выявлялось более одного компрессионного поражения нервов, т.е. сочетание нескольких компрессионных нейропатий. Нарушение сенсорного проведения определялось в 100% случаев.

Комплексная клинико-инструментальная характеристика выявленных у шахтеров форм ПНП (таблица 3) показывает, что пациенты с любой формой ПНП предъявляют сходные жалобы, по объективным показателям ПНП с КН отличаются более частым развитием гипо- и атрофий мышц кисти ( $p<0,05$ ), более частым положительным тестом Фалена ( $p<0,05$ ). По данным ЭНМГ, амплитуда сенсорных ответов при КН достоверно ниже ( $p<0,05$ ), тогда как СПИС значимо не отличаются ( $p>0,05$ ), что свидетельствует о недостаточной информативности сравнительных

методик исследования сенсорного проведения для диагностики КН в данной выборке пациентов. ДЛ срединных нервов при КН достоверно выше справа, СПИМ в кубитальных каналах ниже слева, в то же время ППС в группе КН значимо выше с 2-х сторон. Таким образом, для диагностики КН на фоне вибрационного полинейропатического поражения наиболее информативно комплексное клинико-нейрофизиологическое и ультразвуковое исследование периферических нервов.

Таблица 3 – Клинико-инструментальная характеристика групп пациентов с разными формами полинейропатий

Показатель		ПНП без КН, n=72	ПНП с КН, n=64
Числовая шкала боли, баллы		4,5 (4; 5,75)	5 (4; 6)
Шкала Total Symptom Score, баллы		6,83 (5,2; 7,6)	6,66 (5,0; 8,0)
Шкала DN4, баллы		6,5 (5,25; 7)	6 (5; 6)
Частота мышечных гипо-, атрофий, абс. (%)		3 (4,2%)	10 (15,6%)*
Динамометрия, кг	справа	35 (22; 38)	30 (22; 32)
	слева	35 (25; 40)	28 (22; 32)
Выносливость, циклов		30 (20,3; 30)	25 (22; 27)
Частота (+) теста Фалена, абс. (%)		28 (39%)	39 (61%)*
Частота (+) теста Тинеля, абс (%)		29 (40%)	34 (53%)
ДЛ срединных нервов, мс	справа	3,85 (3,4; 4,2)	4,56 (3,7; 5,0)*
	слева	4,1 (3,7; 4,3)	4,3 (3,7; 4,9)
СПИМ в кубитальных каналах, м/с	справа	45 (41,8; 47,9)	43,0 (38,8; 46,2)
	слева	42,5 (39,2; 47,0)	40,0 (37,1; 42,8)*
СПИс, м/с		42,7 (40,5; 44)	41,5 (39,9; 44)
Ас, мкВ		12,0 (8,3; 15,3)	6,6 (4,7; 9,6)*
ППС срединных нервов в точке «запястье»	справа	8,0 (7,25; 9,0)	10,5 (9,0; 12)*
	слева	8,5 (8,0; 9,25)	9,5 (9,0; 12,0)*
ППС локтевых нервов в точке «кубитальный канал»	справа	8,0 (7,0; 9,0)	10,0 (8,0; 11,0)*
	слева	8,0 (7,75; 9,0)	12,0 (10,0; 12,5)*

Примечание: \* – статистически значимое различие показателей в сравниваемых выборках по критерию Манна-Уитни (медианные значения) и по точному критерию Фишера (частотные значения) при  $p < 0,05$ .

*Анализ ВРС* показал, что в сравнении с группами риска и контроля в основной группе значительно уменьшаются колебания всех компонентов спектра: LF (Low Frequency) – 7,4 (3,3; 16,1)  $мс^2/Гц$  ( $p < 0,0001$ ); HF (High frequency) – 2,2 (0,8; 6,1)  $мс^2/Гц$  ( $p < 0,0001$ ); VLF (Very Low Frequency) – 36,4 (16,6; 100,6)  $мс^2/Гц$  ( $p < 0,01$ ), что согласуется с более ранними исследованиями (Агафонова Т.А., 2004; Мелентьев А.В. с соавт., 2018). Такое снижение всех спектральных показателей свидетельствует о

нарушениях функции обоих отделов автономной нервной системы.

Мощность колебаний высокой частоты (HF) в основной (2,2 (0,8; 6,1)  $\text{мс}^2/\text{Гц}$ ) и группе риска (4,0 (2,7; 5,8)  $\text{мс}^2/\text{Гц}$ ) ниже нормативных показателей ( $N(\text{HF})=5-25 \text{мс}^2/\text{Гц}$ ), в то же время в контрольной группе HF остается на нижней границе нормы (5,9 (3,0; 12,3)  $\text{мс}^2/\text{Гц}$ ). Снижение мощности колебаний HF у шахтеров группы риска свидетельствует о наиболее раннем вовлечении парасимпатического отдела ВНС еще при отсутствии нарушений функций соматического отдела ПНС.

Значение DFA (Detrended Fluctuation Analysis) у обследуемых основной группы составило 1,03 (0,92; 1,16), группы риска – 1,0 (0,9; 1,11), что статистически выше ( $p<0,001$ ), чем в контрольной группе – 0,86 (0,8; 1,04). Повышение значения DFA и снижение мощности колебаний HF свидетельствует о нарушении симпато-вагальных отношений с формированием относительного симпатического преобладания (симпатикотонии), которое в основной группе выявлялось в 95,6% случаев, в группе риска – в 76,7%, в группе контроля – в 36,7%. Различия по частоте были статистически значимы во всех группах ( $p<0,05$  по критерию Фишера).

ApEn (Approximated Entropy) в основной группе достоверно снижена (172,3 (146,3; 213,6),  $p<0,001$ ) в сравнении с группой риска и контролем (215 (202; 223) и 213 (193,7; 231,2) соответственно), что свидетельствует об упрощении сигнала, уменьшении общей variability ритма сердца, снижении резервных возможностей организма у пациентов с ВБ, связанные с более выраженными нарушениями функции ВНС.

Снижение в основной группе мощности колебаний VLF отражает включение в патологический процесс при ВБ надсегментарного, нейрогуморального уровня ВНС (Баевский Р. М., 2004; Флейшман А. Н., 2009).

Данные литературы свидетельствуют о том, что показатель мощности колебаний VLF связан с уровнем адаптивных возможностей организма (Флейшман А.Н. с соавт., 2014).

Из основной группы мы сформировали 2 подгруппы пациентов с измененным спектром ВРС (130 чел.) в соответствии с уровнем VLF, опираясь на показатель нижней границы нормативного значения (Флейшман А. Н., 2009): 1 подгруппа –  $\text{VLF} < 30 \text{мс}^2/\text{Гц}$  – 55 человек (40,4%); 2 подгруппа –  $\text{VLF} > 30 \text{мс}^2/\text{Гц}$  – 75 человек (55,2%).

Стаж работы с вибрацией, а также балл по вегетативному опроснику Вейна в 1-ой подгруппе были достоверно выше, чем во 2-ой:  $27,5 \pm 5,8$  лет и  $24,3 \pm 5,9$  года ( $p < 0,01$ ),  $29,7 \pm 3,3$  и  $21,5 \pm 3,1$  ( $p < 0,05$ ) соответственно. Таким образом, на этапе оценки клинических и анамнестических данных можно было предполагать более выраженные нарушения вегетативной регуляции в 1-ой подгруппе, которые были связаны со стажем работы.

При сравнении каждой подгруппы с контрольной и группой риска (рисунок 2) выявлено, что 1 подгруппа с VLF <math>< 30 \text{ мс}^2/\text{Гц}</math> отличается по всем показателям: значительно ниже все спектральные характеристики ВРС, выше пульс и значение DFA, ниже АрЕп ( $p < 0,05$ ).

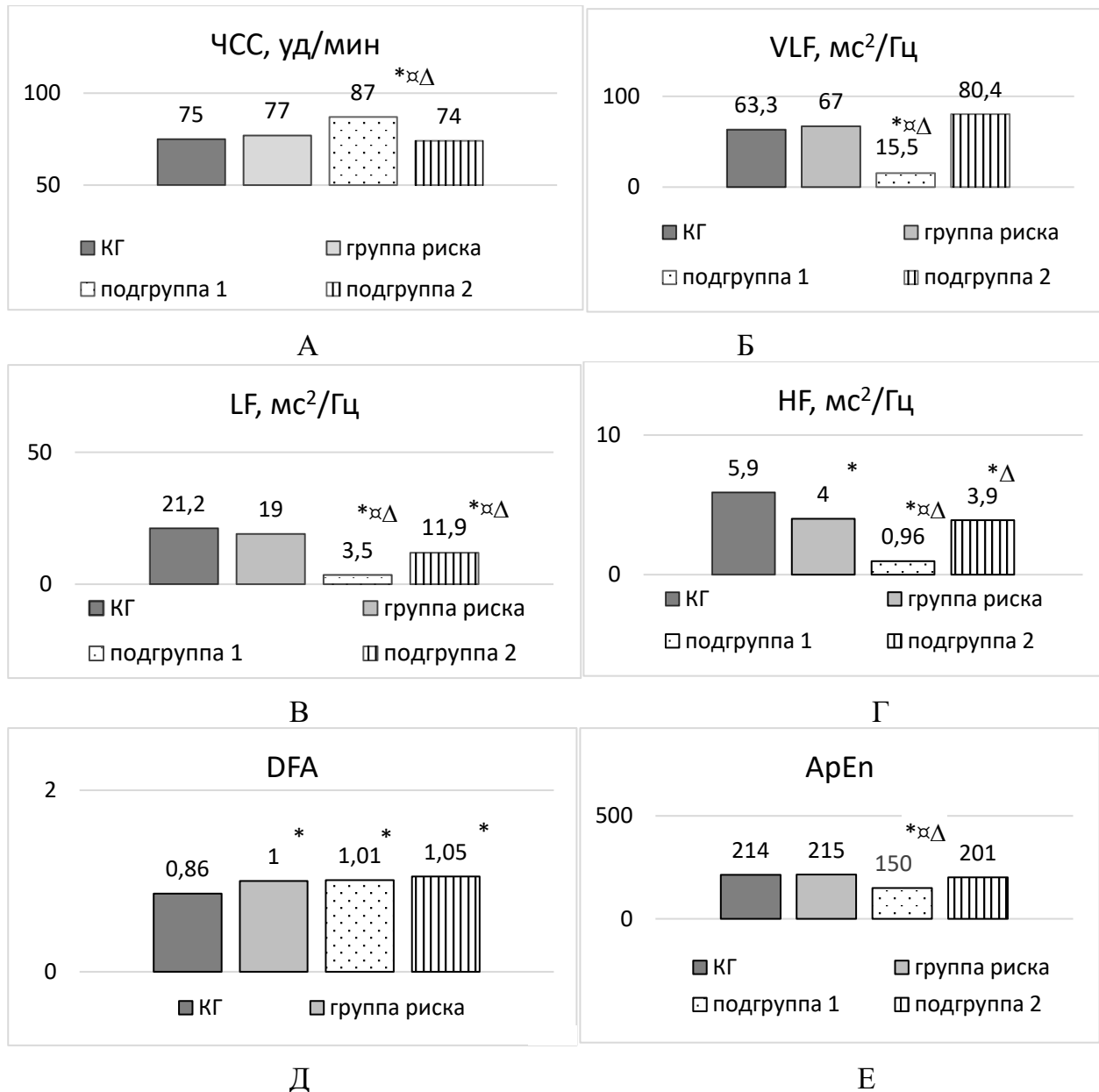


Рисунок 2 – Показатели variability ритма сердца у пациентов основной группы с разным уровнем VLF в сравнении с группами риска и контроля в покое

А – показатели ЧСС; Б – показатели мощности колебаний VLF;  
 В – показатели мощности колебаний LF; Г – показатели колебаний HF;  
 Д – нелинейный показатель DFA; Е – нелинейный показатель АрЕп.

Примечания: статистически значимое различие показателей в сравниваемых независимых выборках по критерию Манна-Уитни (при  $p < 0,05$ ): \* – с КГ; □ – с группой риска; Δ – между подгруппами 1 и 2.

Изменения спектральных показателей всех уровней регуляции свидетельствуют о более выраженной автономной нейропатии и снижении компенсаторных возможностей у пациентов 1-ой подгруппы. Во 2-ой подгруппе с нормативным уровнем мощности колебаний VLF выявляется достоверное снижение HF и LF, повышение значения DFA ( $p < 0,05$ ). В этой подгруппе можно диагностировать нарушение вегетативной регуляции периферического уровня с формированием относительной симпатикотонии. ArEn во 2-ой подгруппе остается в пределах нормативных значений, что позволяет говорить о сохранности сложности сигнала, возможностей компенсации за счет перехода регуляции на более высокий центральный уровень (нормативный и высокий уровень мощности колебаний VLF).

При проведении активной ортостатической пробы (АОП) основная группа пациентов с ВБ характеризуется недостаточностью периферических механизмов симпатической активации: уменьшение колебаний LF и HF более чем на 50% (рисунок 3), что ранее отмечалось в исследованиях пациентов с автономной нейропатией (Михайлов В.М., 2002; Макогон И.С., 2008).

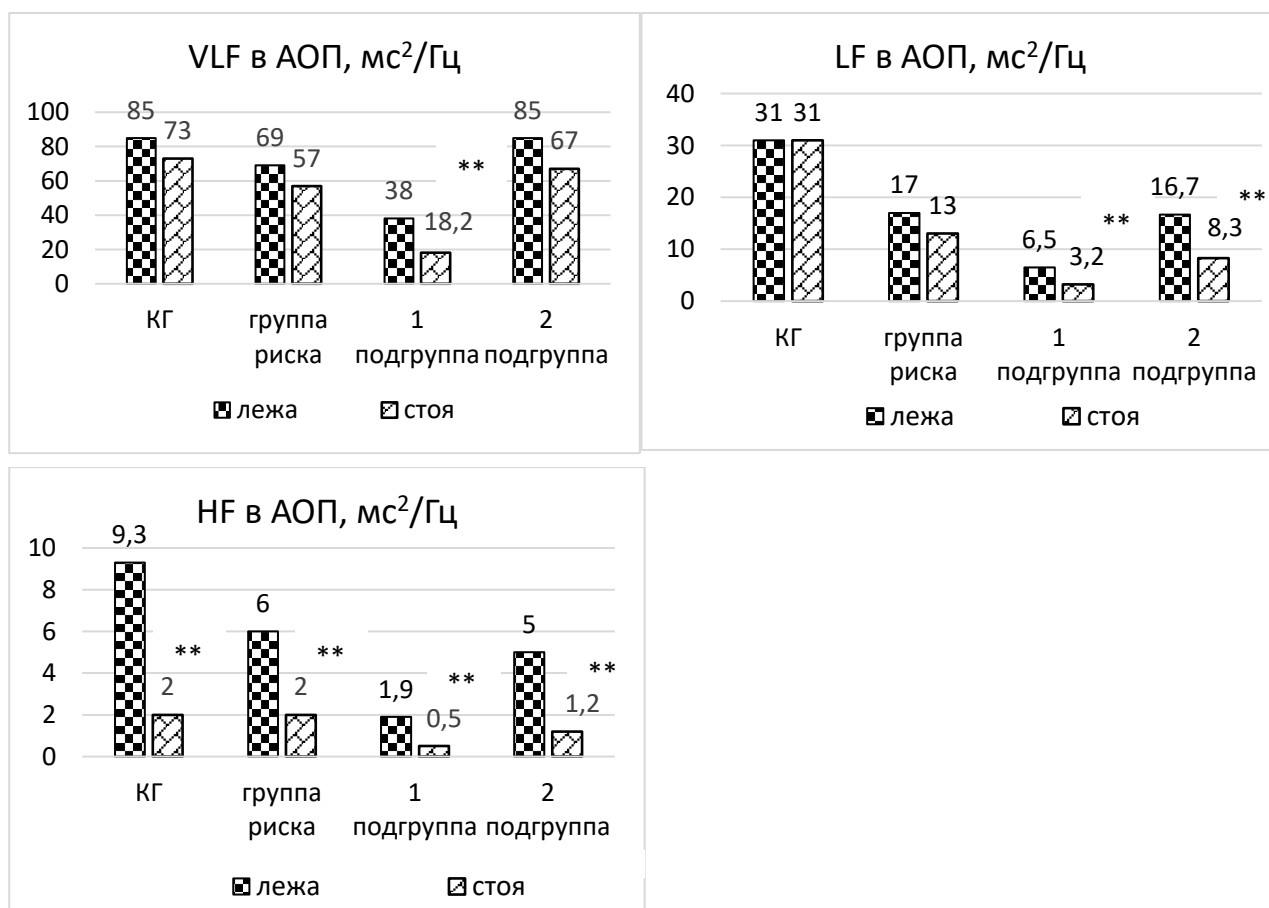


Рисунок 3 – Спектральные показатели variability ритма сердца в активной ортостатической пробе у пациентов с разным уровнем VLF- спектра

Примечание: \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$  по критерию Уилкоксона



В случае умеренных нарушений функций автономной нервной системы ортостатическая нагрузка обеспечивается центральными механизмами регуляции (VLF значимо не меняется), при более выраженных нейровегетативных нарушениях отмечается недостаточность и центрального звена регуляции (снижение VLF более чем на 50%). В обоих случаях регуляция переходит на патологический гуморальный уровень, при котором реакции на любые воздействия недостаточные и замедленные (Мартынов И.Д., 2019).

На фоне АОП значение DFA увеличивается, ApEn снижается во всех группах ( $p < 0,05$ ). В КГ значение DFA увеличивается в большей степени (в контрольной – на 25%, в других группах – на 10-15%), что свидетельствует о лучшей реактивности барорефлекса в сравнении с другими группами. ApEn во всех группах снижается в одинаковой степени на 11-15%, что отражает упрощение сигнала при нагрузке.

Суммируя результаты исследования функции ВНС, мы разработали следующие критерии ВРС для оценки степени выраженности нейровегетативных нарушений – таблица 4.

Таблица 4 – Критерии оценки степени выраженности нейровегетативных нарушений по показателям вариабельности ритма сердца в покое

	Умеренные нейровегетативные нарушения	Выраженные нейровегетативные нарушения
ApEn	N	↓
DFA	↑	↑
VLF, $\text{мс}^2/\text{Гц}$	N/↑	↓
HF, $\text{мс}^2/\text{Гц}$	↓	↓↓
LF, $\text{мс}^2/\text{Гц}$	N/↓	↓

Примечание: нормативные показатели (N) – ApEn > 180; DFA – 0,75-0,85; VLF=30-150  $\text{мс}^2/\text{Гц}$ ; HF=5-25  $\text{мс}^2/\text{Гц}$ ; LF= 25-35  $\text{мс}^2/\text{Гц}$ ; ↓ – ниже минимального значения; ↓↓ – ниже минимального значения более чем на 50%; ↑ – выше максимального значения.

Принципиальным критерием для выявления выраженной дисфункции при проведении АОП является показатель мощности колебаний VLF: при выраженных нарушениях он уменьшается более чем на 50%. Согласно выделенным критериям, частота выявления выраженной степени вегетативной дисфункции в основной группе составляет 40,4%, умеренных расстройств вегетативной регуляции – 55,2%.

**В четвертой главе** представлена оценка эффективности методики ишемического преко кондиционирования в коррекции выявленных нейровегетативных нарушений. Исходно группа ИП и группа сравнения не отличались ( $p > 0,05$ ) по данным объективного, ЭНМГ-исследования, а также по показателям ВРС. Клинически в обеих группах определялся уровень болевого синдрома до 5-6 б. по числовой шкале боли, сниженная выносливость мышц верхних конечностей (23-26 циклов), сниженная вибрационная чувствительность в кистях (11 сек.). По данным ЭНМГ, выявлялось снижение СПИс по нервам верхних конечностей (41-42м/с).

Согласно данным анализа ВРС, в обеих группах были снижены уровни мощности всех спектральных показателей, в большей степени колебаний спектра высокой частоты (HF), отражающих парасимпатические влияния.

После курса ИП в основной группе уменьшились онемения и парестезии, увеличилась выносливость в руках, улучшилась вибрационная чувствительность, увеличились СПИс и Ас, значимо увеличились параметры ВРС (мощности колебаний VLF и HF). Отмечено увеличение СПИс на 20%, Ас – на 30%, VLF – на 32%, HF – на 50% по сравнению с исходными показателями. Полученные данные согласуются с другими исследованиями, в которых также показано усиление парасимпатической активности и адаптивных (компенсаторных) возможностей организма (Enko K. et al., 2011; Khaliulin I. et al., 2019).

В группе сравнения через 4 дня улучшились клинические показатели (уменьшились онемения и парестезии), однако объективные данные ЭНМГ и ВРС остались на прежнем уровне (таблица 5).

Таблица 5 – Динамика клинических и инструментальных данных в группе ишемического прекондиционирования и группе сравнения в 1 и 5 дни исследования

Показатель	Группа ИП, n=46		Группа сравнения, n=32	
	1-ый день	5-ый день	1-ый день	5-ый день
Числовая шкала боли, баллы	5 (4; 6)	4 (4; 5)	5 (3; 6)	4 (4; 5,5)
Шкала Total Symptom Score, баллы	6,66 (5,66; 8,33)	6,33 (4,33; 7,33)*	6,76 (5,83; 7,83)	6,33 (4,17; 7,33)*
Выносливость, циклов	23 (20; 30)	30 (25; 33)*	26,5 (24; 30)	27 (25,5; 30)
Вибрационная чувствительность, сек.	11 (7; 14)	14 (7,5; 18)*	11 (6,5; 15)	11 (6; 14)
СПИс, м/с	41,8 (40,2; 43,5)	49 (45,1; 50)*	42,3 (40,5; 44,1)	44,1 (40,4; 45,2)
Ас, мкВ	6,5 (4,2; 12,5)	7,8 (5,8; 14,1)*	7,6 (6; 11)	7,1 (5,6; 9,4)
ЧСС, уд/мин	76 (68,5; 82,3)	77 (70,0; 84)	77 (69; 80)	75 (66; 78)
VLF, мс <sup>2</sup> /Гц	34,4 (13,5; 78,8)	50,4 (20,2; 169,7)*	30 (22; 110)	35,8 (25,5; 115,8)
LF, мс <sup>2</sup> /Гц	7,8 (3,4; 13,2)	10 (3,4; 19,1)	8 (2,5; 14)	8 (4,3; 9,6)
HF, мс <sup>2</sup> /Гц	2,3 (1,2; 6,0)	4 (1,8; 7,9)*	2,1 (1,4; 4,4)	2,2 (1,2; 4,4)
АрЕп	188,5 (150,5; 212,5)	195 (161; 215)	183 (139; 210)	185 (134; 196)
DFA	1,0 (0,96; 1,12)	1,06 (0,96; 1,1)	1,02 (0,92; 1,1)	1,02 (0,93; 1,14)

Примечание: n – количество обследуемых; \* – статистически значимое различие показателей до и после воздействия по критерию Уилкоксона (при p<0,05).

Таким образом, ИП влияет на большинство звеньев патогенеза вибрационного поражения, улучшая проведение по сенсорным волокнам нервов, индуцируя адаптивный вагусный ответ, улучшая компенсаторные возможности организма.

**В заключении** показано, что проведенное комплексное клиничко-нейрофизиологическое и сонографическое исследование особенностей поражения периферической нервной системы у шахтеров, работающих в условиях воздействия локальной вибрации, позволило расширить возможности дифференциальной диагностики полинейропатий, выявления компрессионных поражений нервов в целях проведения более персонализированной терапии. Ранняя диагностика начальных признаков нейровегетативных нарушений с помощью анализа ВРС позволяет начать профилактику прогрессирования автономной нейропатии. Описанные особенности вегетативной регуляции у больных ВБ положены в основу разработки ВРС-критериев степени выраженности вегетативной дисфункции, что имеет большое значение для экспертизы трудоспособности. Ишемическое прекондиционирование, адаптированное для пациентов с ВБ, приводит к уменьшению проявлений полинейропатии и вегетативных нарушений. В перспективе полученные результаты могут служить основой для разработки профилактического использования ишемического прекондиционирования у шахтеров, для изучения эффективности метода при полинейропатиях другого генеза, дальнейшие научные исследования позволят расширить представления о механизмах нейропротективного эффекта. Изложенные результаты исследования позволили сформулировать выводы и рекомендации для практического здравоохранения.

## **ВЫВОДЫ**

1. У шахтеров с вибрационной болезнью от воздействия локальной вибрации полинейропатии верхних конечностей в 47,1% случаев сочетаются с компрессионными мононейропатиями. Большинство полинейропатий (с компрессией нервов или без нее) имеют схожую клиничко-нейрофизиологическую картину: преобладает болевой синдром, вегето-сенсорные расстройства, снижение дистальных сенсорных скоростей проведения импульса, увеличение дистальной латентности нервов, снижение моторной скорости проведения импульса в кубитальных каналах.

2. Компрессионное поражение локтевых нервов в кубитальном канале выявлено в 35,3% случаев, срединных нервов в карпальном канале у 22,8% пациентов. Комплексный анализ клиничко-электронейромиографических и сонографических данных позволяет определить наличие компрессии нервов у шахтеров с вибрационной болезнью. Отличительными особенностями компрессионных нейропатий являются: положительный тест Фалена (для синдрома карпального канала), более частое развитие гипо- и атрофии мышц кистей, сочетание

локальных макроструктурных изменений нерва в виде увеличения площади поперечного сечения в месте компрессии с локальным замедлением проведения импульса на аналогичном участке нерва, снижение амплитуд сенсорных ответов.

3. Наиболее ранним признаком поражения вегетативной нервной системы при воздействии локальной вибрации является симпатикотония, которая характеризуется при анализе ВРС увеличением нелинейного показателя DFA и снижением мощности колебаний высокочастотного спектра (HF), выявляется у 76,7% шахтеров без признаков поражения соматических нервов. У больных вибрационной болезнью в 95,6% выявляются нарушения вегетативной регуляции разной степени выраженности (55,2% имеют умеренно выраженные нейровегетативные нарушения в виде симпатикотонии, у 40,4 % пациентов определяются выраженные нарушения вегетативной нервной системы, проявляющиеся симпатикотонией со снижением мощности всех спектральных показателей и аппроксимированной энтропии).

4. У шахтеров с вибрационной болезнью от воздействия локальной вибрации с умеренными нейровегетативными нарушениями при проведении активной ортостатической пробы выявляется недостаточность регуляторных механизмов симпатической активации в виде снижения мощности низкочастотных колебаний (LF) на 50% и более; относительно постоянный уровень мощности колебаний очень низкой частоты (VLF) во время пробы отражает адекватную реакцию центральных механизмов на нагрузку. Выраженные нейровегетативные нарушения у пациентов с вибрационной болезнью проявляются при нагрузке недостаточностью симпатической активации и центральных механизмов вегетативной регуляции в виде снижения мощности колебаний во всех частотных диапазонах на 50% и более. Универсальным компенсаторным механизмом, обеспечивающим относительное симпатическое преобладание во время пробы, является снижение высокочастотных колебаний (HF) более чем на 50%, выявляется во всех обследуемых группах.

5. Ишемическое прекондиционирование у шахтеров с вибрационной болезнью является эффективным способом коррекции функции периферической нервной системы, способствует увеличению скорости проведения импульса по соматическим волокнам нервов, усилению парасимпатических влияний и активации компенсаторных механизмов вегетативной регуляции в виде увеличения мощности колебаний высокой (HF) и очень низкой (VLF) частот variability ритма сердца.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

### **Для работодателей:**

1. Расширить программу предварительных и периодических медицинских осмотров с включением исследования variability ритма сердца, комплексного электронейромиографического и ультразвукового исследования для предотвращения приема на работу в виброопасных профессиях лиц с признаками вегетативных

дисфункций, изменениями соматических нервов (дизиммунного, наследственного генеза), а также для выявления ранних признаков вибрационного поражения периферической нервной системы у работающих шахтеров.

#### **Для медицинских организаций:**

1. Исследование variability ритма сердца с ортостатической нагрузкой рекомендуется проводить ежегодно при обследованиях шахтеров с вибрационной болезнью для оценки степени выраженности нейровегетативных нарушений.

2. Комплексное ультразвуковое и электронейромиографическое исследование периферических нервов рекомендуется проводить:

- при обследовании шахтеров с подозрением на вибрационную болезнь для выявления лиц с нетипичными для вибрационных полинейропатий диффузными изменениями сонографической картины периферических нервов и их дополнительного обследования;

- ежегодно при установленном диагнозе вибрационной болезни для раннего выявления компрессионных мононейропатий и своевременного начала патогенетической терапии.

3. Разработанная методика ишемического прекондиционирования рекомендована в качестве дополнительного метода лечения неврологических проявлений вибрационной болезни у шахтеров в составе комплексной терапии.

#### **СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Особенности вегетативной регуляции у больных вибрационной болезнью на основе активной ортостатической пробы / **А.В. Ямщикова**, А.Н. Флейшман, М.О. Гидаятובה, А.А. Неретин, А.А. Кунгурова // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2018. – №6. – С. 11-14.

2. Показатели взаимосвязи variability ритма сердца с уровнями гликемии и холестерина при вибрационной патологии / **А. В. Ямщикова**, А.Н. Флейшман, М.О. Гидаятובה, А.А. Кунгурова // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2019. – №6. – С. 359-363.

3. Ямщикова, А.В. Коморбидные состояния у больных вибрационной болезнью / **А.В. Ямщикова**, А.Н. Флейшман, М.О. Гидаятובה // *Гигиена и санитария*. – 2019. – Т. 98. – №7. – С. 718-722.

4. Гидаятובה, М.О. Клинико-электронейромиографическое исследование у шахтёров с профессиональной полинейропатией верхних конечностей / М.О. Гидаятובה, **А. В. Ямщикова**, А.Н. Флейшман // *Гигиена и санитария*. – 2019. – Т. 98. – №7. – С.713-717.

5. Обоснование использования показателей variability ритма сердца при прогнозировании развития полинейропатии у работников угольных предприятий / М.О. Гидаева, И.Д. Мартынов, **А.В. Ямщикова**, А.Н. Флейшман // *Гигиена и санитария*. – 2020. – Т. 99. – № 7. – С. 688-692.

6. Особенности дистального поражения периферических нервов верхних конечностей при вибрационной болезни от локальной вибрации / **А.В. Ямщикова**, А.Н. Флейшман, М.О. Гидаева, А.А. Кунгурова // *Гигиена и санитария*. – 2020. – Т. 99. – № 7. – С. 699-703.

7. Влияние нарушений вегетативной регуляции на развитие профессиональной полинейропатии верхних конечностей у горнорабочих Кузбасса / М.О. Гидаева, А.Н. Флейшман, **А.В. Ямщикова**, И.Д. Мартынов // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2020. – Т. 60. – № 3. – С. 162-166.

8. Ямщикова, А.В. Эффективность применения ишемического прекондиционирования для коррекции нейровегетативных нарушений при вибрационной болезни / **А.В. Ямщикова**, А.Н. Флейшман, М.О. Гидаева // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2020. – Т. 60. – № 3. – С. 173-177.

9. Динамика показателей variability ритма сердца у шахтеров с профессиональной полинейропатией при проведении клиноортостатической пробы / М.О. Гидаева М.О., А.Н. Флейшман, И.Д. Мартынов, **А.В. Ямщикова** // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2020. – Т. 60. – № 6. – С. 371-374.

10. Применение ишемического прекондиционирования в реабилитации шахтеров с вибрационной болезнью / **А.В. Ямщикова**, И.Д. Мартынов, А.Н. Флейшман, М.О. Гидаева // *Гигиена и санитария*. – 2021. – Т. 100. – № 7. – С. 700-703.

11. Транскраниальная магнитная стимуляция префронтальной коры головного мозга для коррекции вегетативных нарушений у шахтеров с полиневропатией / М.О. Гидаева, И.Д. Мартынов, **А.В. Ямщикова**, А.Н. Флейшман // *Гигиена и санитария*. – 2021. – Т. 100. – № 7. – С.679-682.

### **Методические рекомендации и пособия**

1. Применение ишемического прекондиционирования для коррекции автономной и сенсорной полинейропатии у шахтеров с вибрационной болезнью: Методические рекомендации / **А.В. Ямщикова**, А.Н. Флейшман, М.О. Гидаева, О.В. Матвеева, А.А. Кунгурова. – Новокузнецк, 2021г. – 26с.

### **Патенты**

1. Патент РФ на изобретение №2702866 «Способ коррекции автономной и сенсорной полинейропатии у больных с вибрационной болезнью» от 11.10.2019г., авторы: **Ямщикова А.В.**, Флейшман А.Н., Гидаева М.О.

## ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

Ам	– амплитуда моторного ответа
Ас	– амплитуда сенсорного ответа
АОП	– активная ортостатическая проба
ВБ	– вибрационная болезнь
ВНС	– вегетативная нервная система
ВРС	– вариабельность ритма сердца
ДЛ	– дистальная латентность
ИП	– ишемическое прекондиционирование
КАН	– кардиальная автономная нейропатия
КГ	– контрольная группа
КДЦ	– консультативно-диагностический центр
КН	– компрессионная нейропатия
ПНП	– полинейропатия
ПНС	– периферическая нервная система
ППС	– площадь поперечного сечения
СПИм	– скорость проведения импульса по моторным волокнам
СПИс	– скорость проведения импульса по сенсорным волокнам
УЗИ	– ультразвуковое исследование
ЧСС	– частота сердечных сокращений
ЭНМГ	– электронейромиография
ApEn	– approximated entropy (аппроксимированная энтропия)
DFA	– detrended fluctuation analysis (анализ колебаний без тренда)
DN4	– Douleur Neuropathic 4 Questions (опросник нейропатической боли)
HF	– high frequency (высокая частота)
LF	– low frequency (низкая частота)
TSS	– Total Symptom Score (общая оценка симптомов)
VLF	– very low frequency (очень низкая частота)

---

Подписано в печать 30.09.2021 г. Гарнитура Таймс.  
Бумага ксероксная. Печать на ризографе RZ-300 EP. Тираж 100. Заказ №2473  
Отпечатано в типографии  
«Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей» -  
филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО  
Министерства здравоохранения РФ.  
654005, г. Новокузнецк, пр. Строителей, 5.