

В.А. Панков^{1, 2}, М.В. Кулешова¹, Е.В. Катаманова¹, Н.В. Картапольцева¹**ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ЖИВОТНЫХ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**¹ ФГБУ «Восточно-Сибирский научный центр экологии человека» СО РАМН (Иркутск)² ГБОУ ДПО ИГМАПО Минздрава России (Иркутск)

Производственная вибрация является мощным стрессором, вызывающим комплекс расстройств, приводящих к развитию вибрационной болезни. Наряду с появлением клинических синдромов, у больных вибрационной болезнью наблюдаются невротизированные, психоэмоциональные нарушения, ипохондрический, астенический и астеновегетативный синдромы, диффузные нарушения биоэлектрической активности головного мозга с заинтересованностью не только коры больших полушарий, а также стволовых и дисцифальных структур мозга. Однако, до сих пор нет четких аргументов в пользу того, что именно воздействие вибрации способствует появлению невротических расстройств, невротизированных нарушений психической деятельности, признаков дезадаптации, эмоциональных нарушений а также патологических изменений биоэлектрической активности головного мозга при воздействии вибрации.

Целью явилось установление изменений в ЦНС на основании результатов изучения поведенческой и биоэлектрической активности головного мозга животных. Экспериментальные исследования проведены на половозрелых беспородных крысах самцах. Хронический эксперимент проводился на модифицированном вибростенде ВЭДС – 10а, выбранные уровни вибрации соответствовали реальному вибрационному воздействию в условиях производства. Проведено по 4 серии исследований: в течение 15 дней, 1, 2-х, 4-х месяцев воздействия вибрации. В качестве контроля использовали интактных крыс. Поведенческие реакции животных с оценкой двигательной активности, ориентировочно-исследовательского и эмоционального компонентов поведения наблюдали в «открытом поле». Запись и обработку электроэнцефалографии (ЭЭГ) осуществляли с помощью электроэнцефалографа «Нейрон-Спектр-4» (ООО «Нейрософт», Россия). Информация обрабатывалась стандартными методами вариационной статистики, статистическая обработка данных выполнялась с помощью пакета прикладных программ EXCEL пакета Office 2003 (в ОС «Windows XP»), «Statistica for Windows – 6 версия».

Исследование поведенческой активности животных показало, что у крыс, подвергавшихся воздействию вибрации, наблюдается повышение общей двигательной активности, неспецифическая активация поведения, сильное эмоциональное напряжение отрицательного характера, негативно-эмоциональное состояние, ориентировочно-исследовательская активность при этом осталась на прежнем уровне. Изменение биоэлектрической активности головного мозга характеризовалось нарастанием медленноволновой активности дельта диапазона после 1-го месяца воздействия вибрации и увеличением латентности зрительных вызванных потенциалов (ЗВП) спустя 15 дней воздействия вибрации.

Ключевые слова: поведенческая активность, воздействие вибрации, белые крысы, электроэнцефалография, зрительные вызванные потенциалы

VIBRATION INFLUENCE ON FUNCTIONAL ACTIVITY OF NERVOUS SYSTEM IN EXPERIMENTAL ANIMALSV.A. Pankov^{1, 2}, M.V. Kuleshova¹, E.V. Katamanova¹, N.V. Kartapol'tseva¹¹ East-Siberian Scientific Centre of Human Ecology SB RAMS, Irkutsk² Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk

The production vibration is known to be a powerful stressor which may induce the complex of disorders leading to the vibration-induced disease development. Along with the appearance of the clinical syndromes the neurosis-like, the psychoemotional disorders, the ipochochondric, asthenic and asthenovegetative syndromes, the diffuse disorders of the bioelectrical brain activity with the participation of the cortex of the large hemispheres as well as the stem and diencephalic brain structures were observed to occur in the patients with the vibration-induced disease. However, at present there are no clear arguments in favour that namely the exposure to vibration may promote the occurrence of the neurotic disorders, the neurosis-like disorders of psychic activity, the disadaptation signs, the emotional disorders as well as the pathological changes in the bioelectrical brain activity in exposure to vibration.

This work aimed to reveal the changes in the central nervous system (CNS) based on the study results of the behavior and bioelectrical brain activity in the animals. The experimental studies were performed using the mature inbreeding rats males. The chronic experiment was performed by means of the modified vibrostend VEDS-10a, the vibration levels taken corresponded to the exposure in reality to vibration under production conditions. The studies were performed based on 4 study series: for 15 days, one, two, and four months of exposure to vibration. The intact rats were used as the control ones. The animal behavior responses with assessing the motor activity, the orientating and learning as well as the emotional behavior components were observed in the «open field». Recording and processing the electroencephalographic data were performed using the electroencephalograph Neuron-spectrum 4 (Joint-Stock Company «Neurosoft», Russia). The information was processed using the standard methods of the variation statistica, statistical processing the data was performed by means of the Packet of Applied Programs EXCEL Packet Office 2003 (in OS «WINDOWS XP»), «Statistica for windows – Version 6».

The study of the behavior activity in the animals has shown that the increase in the common motor activity, the non-specific character, the high emotional strain of the negative character, the negative emotional state were found to occur in the rats exposed to vibration, thereto, the orientating and learning activity was at the previous level. The change in the bioelectrical brain activity was characterized by the increase in the slow-wave activity of the delta-range after one month of exposure to vibration and the latent period prolongation of the visual induced potentials (VIP) after 15 days of exposure to vibration.

Key words: behavior activity, exposure to vibration, white rats, electroencephalography, visual induced potentials

Производственная вибрация является мощным стрессором, который вызывает сложный комплекс регуляторных расстройств с формированием различных нарушений, приводящих к развитию вибрационной болезни. Исследованиями ряда авторов показано, что наряду с появлением клинических синдромов, у больных вибрационной болезнью (ВБ) наблюдаются «неврозоподобные состояния» с психоэмоциональными нарушениями тревожного характера, ипохондрический синдром, явления дезадаптации в виде астенического и астеновегетативного синдромов, синдром психического напряжения, нервно-психические нарушения, алекситимичные черты [2, 4, 10, 11, 13, 14].

Исследования по топографическому картированию биоэлектрической активности головного мозга с использованием метода трехмерной локализации источника потенциалов скальповой электроэнцефалографии (ЭЭГ) показали наличие патологических очагов в глубинных отделах головного мозга при ВБ от воздействия локальной вибрации [9]. Диффузные нарушения ЭЭГ и показатели пространственной организации при вибрационной болезни от воздействия комбинированной вибрации свидетельствуют о полисистемном характере повреждения головного мозга с заинтересованностью не только коры больших полушарий, но также стволовых и дисэнцефальных структур мозга [8].

Несмотря на многочисленные, в том числе собственные, исследования, посвященные изучению психологических особенностей и биоэлектрической активности головного мозга больных вибрационной болезнью, на сегодняшний день до сих пор нет четких аргументов в пользу того, что именно воздействие вибрации способствует появлению невротических расстройств, неврозоподобных нарушений психической деятельности, признаков дезадаптации, эмоциональных нарушений, а также патологических изменений ЭЭГ у работающих в контакте с указанным фактором.

Целью работы являлось выявление изменений в ЦНС белых крыс, вызванных действием вибрации, на основании результатов изучения биоэлектрической активности головного мозга и поведенческой активности в эксперименте.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальные исследования по изучению влияния вибрации проводились на половозрелых беспородных белых крысах самцах массой 160–200 гр, полученных путем собственного воспроизводства в виварии Института. Хронический эксперимент проводился на модифицированном вибростенде ВЭДС – 10а (рац. предложение № 577 от 20.04.2011), животные непрерывно в течение 4 часов в сутки 5 дней в неделю подвергались вибрационному воздействию с уровнем вибрации на основной частоте 40 Гц, составлявшей 138 дБ по виброускорению. Выбранные уровни вибрации соответствовали реальному вибрационному воздействию в условиях производства. Проведено по 4 серии исследований: в течение 15 дней, 1, 2-х, 4-х месяцев воздействия вибрации. Опытные животные были разделены на 4 группы: 1-я группа (опыт 1) – животные, подвергавшиеся воздействию вибрации в течение 15 дней (24 особи), 2-я группа (опыт 2) – животные, под-

вергавшиеся воздействию вибрации в течение 1 месяца (24 особи), 3-я группа (опыт 3) – животные, подвергавшиеся воздействию вибрации в течение 2 месяцев (24 особи), 4-я группа (опыт 4) – животные, подвергавшиеся воздействию вибрации в течение 4 месяцев (24 особи). В качестве контроля использовали интактных крыс.

Экспериментальных животных содержали в стандартных условиях вивария при естественном освещении в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных целей (Страсбург, 1986). Содержание, питание, уход за животными и выведение их из эксперимента осуществлялось в соответствии с требованиями «Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приложение к Приказу Минздрава СССР от 12.08. 1977 г. № 755).

Поведенческие реакции животных с оценкой двигательной активности, ориентировочно-исследовательского и эмоционального компонентов поведения наблюдали в «открытом поле» [3]. Установка для проведения теста представляет собой площадку размером 60×60 см, разграниченную на квадраты и обнесенную стенками высотой 40 см, с отверстиями – норками. Регистрировали количество (усл. ед.) и длительность (сек.) паттернов: «локомоция», «обнюхивания», «движения на месте», «вертикальная стойка», «стойка с упором», «норка», «груминг», «фризлинг», «сидит». Наблюдение вели в течение 3 минут.

Запись и обработку электроэнцефалограммы (ЭЭГ) осуществляли с помощью электроэнцефалографа «Нейрон-Спектр-4», ООО «Нейрософт», Россия. Анализировали изменения следующих показателей спектров ЭЭГ: общая мощность спектра ЭЭГ (от 1 до 32 Гц), абсолютная мощность разных диапазонов спектра ЭЭГ (в частотных интервалах 1–4, 4–8, 8–13, 13–20, 20–32 Гц соответственно δ , θ , α , β_1 , β_2 -ритмам ЭЭГ). Оценивали изменение мощности ритмов в ответ на фотостимуляцию 2 Гц (ФС 2 Гц) [5].

Информация обрабатывалась стандартными методами вариационной статистики. В работе использовались расчеты средних, стандартных отклонений, стандартных ошибок, максимальных и минимальных значений, коэффициенты асимметрии и эксцесса. Для всех имеющихся выборок проверялась гипотеза нормальности распределения по критерию Шапиро-Уилкса. Статистическая обработка данных выполнялась с помощью пакета прикладных программ EXCEL пакета Office 2003 (в ОС «Windows XP»), «Statistica for Windows – 6 версия».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Поведенческая активность животных исследовалась до начала проведения эксперимента, в результате чего достоверных различий в поведении животных опытных и контрольных групп выявлено не было (табл. 1).

Суммарное количество актов в группах опытных животных, как при минимальном, так и при максимальном времени воздействия вибрации было выше, чем у животных контрольных групп, что свидетельствует о возрастании уровня возбужденного состояния, проявляющегося повышением общей

Таблица 1

Поведенческие акты животных опытной и контрольной групп до начала эксперимента

Поведенческие акты	Группы			
	Опыт (n = 96)		Контроль (n = 96)	
	Количество актов, усл. ед.	Длительность акта, сек.	Количество актов, усл. ед.	Длительность акта, сек.
Локомоция	8,03 ± 0,44	0,35 ± 0,01	8,35 ± 0,56	0,36 ± 0,02
Обнюхивание	21,93 ± 0,77	3,33 ± 0,23	20,73 ± 0,93	3,63 ± 0,38
Движение на месте	0,82 ± 0,11	0,01 ± 0,002	0,50 ± 0,08	0,006 ± 0,001
Груминг	1,39 ± 0,16	0,19 ± 0,02	1,21 ± 0,15	0,15 ± 0,02
Стойка с упором	4,31 ± 0,28	0,15 ± 0,009	3,96 ± 0,33	0,19 ± 0,05
Вертикальная стойка	0,49 ± 0,09	0,01 ± 0,002	0,53 ± 0,12	0,03 ± 0,01
Норка	5,83 ± 0,34	0,23 ± 0,02	5,17 ± 0,38	0,19 ± 0,02
Фризинг	0,01 ± 0,01	0,001 ± 0,001	0,02 ± 0,01	0,003 ± 0,003
Сидит	2,00 ± 0,23	0,23 ± 0,04	2,04 ± 0,25	0,43 ± 0,13
Суммарное количество поведенческих актов	46,52 ± 1,52		44,08 ± 1,87	

двигательной активности, неспецифической активации поведения у животных опытных групп (рис. 1).

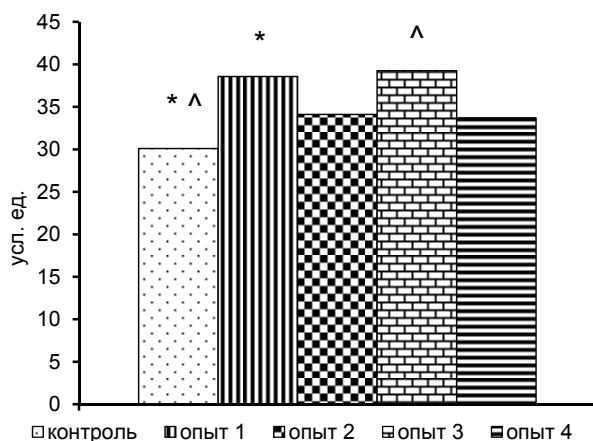


Рис. 1. Суммарное количество актов в «открытом поле» после окончания эксперимента. * ^ – различия между показателями опытной и контрольной групп достоверны, $p < 0,05$.

Сравнительный анализ поведенческой активности животных опытных и контрольной групп показал, что воздействие вибрации в течение 4 месяцев (опыт 4) приводит к снижению спонтанной двигательной активности, о чем свидетельствует уменьшение количества акта «локомоция», в то время как у крыс, подвергавшихся воздействию вибрации в течение 2-х месяцев (опыт 3), наблюдается повышение спонтанной двигательной активности (рис. 2).

С одной стороны снижение двигательной активности может указывать на уменьшение стрессированности животных, с другой – проявление защитного торможения, возникающего на развивающийся стресс [7, 12]. Двигательная вертикальная активность, регистрируемая в тесте ОП, в определенной степени зависит от эмоциональности животного [3, 7, 15], и наблюдаемое ее повышение после 1-месячного воздействия вибрации указывает на повышенную эмоциональную реактивность животных (рис. 2).

Кроме того, повышение локомоторной активности животных, подвергавшихся воздействию

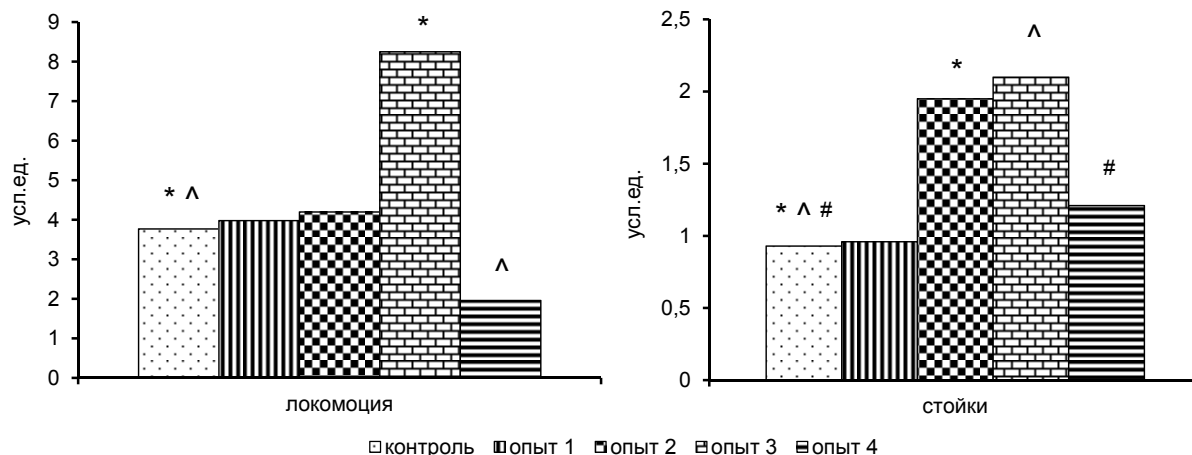


Рис. 2. Характеристика поведения в открытом поле крыс опытных и контрольной групп. * ^ # – различия между показателями опытной и контрольной групп достоверны, $p < 0,05$.

вибрации в течение 2-х месяцев, возможно связано с нарушением процессов перестройки высшей нервной деятельности, развитием компенсаторно-приспособительных реакций, так как приспособление нервных центров к непривычным условиям среды, а именно воздействию вибрации, должно приводить к снижению двигательной активности [1].

У животных опытных групп во все сроки эксперимента наблюдалось увеличение количества актов «груминг», который рассматривается как неспецифический показатель уровня эмоциональности и является механизмом для снятия избыточной активности ЦНС, что свидетельствует о появлении у крыс сильного эмоционального напряжения отрицательного характера – страха, беспокойства (рис. 3). Выраженная стрессорная активация груминга у экспериментальных животных, возможно, связана с адаптивной необходимостью (компенсаторная реакция) снизить уровень возбуждения, вызванного влиянием стрессора.

Следует отметить, что у всех животных опытных групп наблюдалось негативно-эмоциональное состояние, выражающееся в увеличении количества актов «движение на месте», «сидит» (рис. 4).

Со стороны ориентировочно-исследовательской активности крыс, представленной норковыми реакциями, обнюхиванием, отмечалась тенденция к увеличению количества норковых реакций; тенденция к увеличению количества акта «обнюхивание» до 2-х месяцев воздействия вибрации и снижение до уровня контроля после 4-х месяцев (рис. 5).

Исследование биоэлектрической активности головного мозга в ответ на влияние вибрации в зависимости от длительности воздействия показало, что вибрация приводит к изменениям ряда показателей электроэнцефалограммы.

Биоэлектрическая активность головного мозга крыс до проведения эксперимента характеризовалась преобладанием медленноволновой активности дельта диапазона. Наибольшие изменения на ЭЭГ наблюдались при сравнении опытных животных с 15 дневным воздействием вибрации и опытными группами животных с 1-месячным и 4-месячным воздействием вибрации, а так же при сравнении контроля с опытными животными 1-месячного воздействия вибрации и при сравнении опытных животных с 1 и 2-месячным воздействием вибрации (табл. 2).

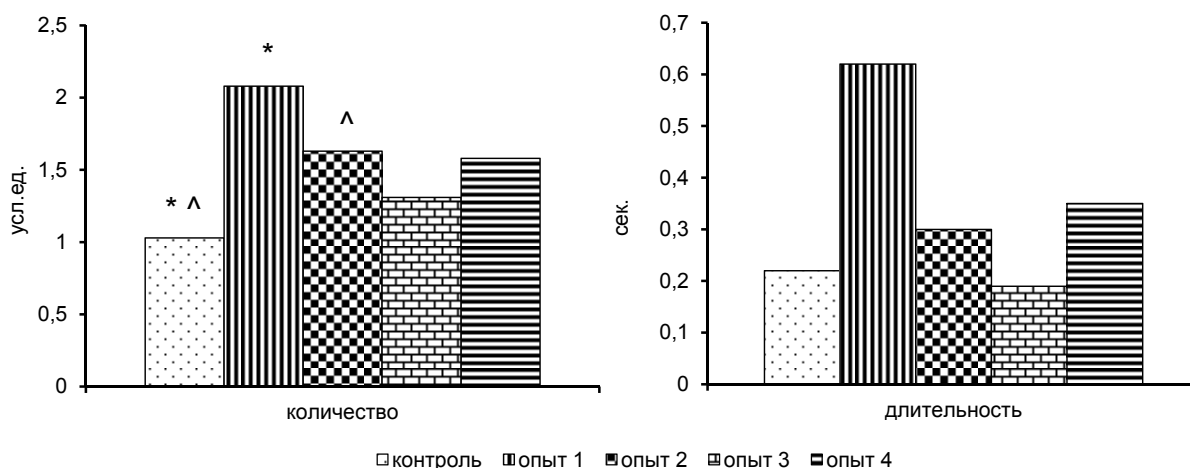


Рис. 3. Характеристика груминговой активности крыс опытных и контрольной групп. * ^ – различия между показателями опытной и контрольной групп достоверны, $p < 0,05$.

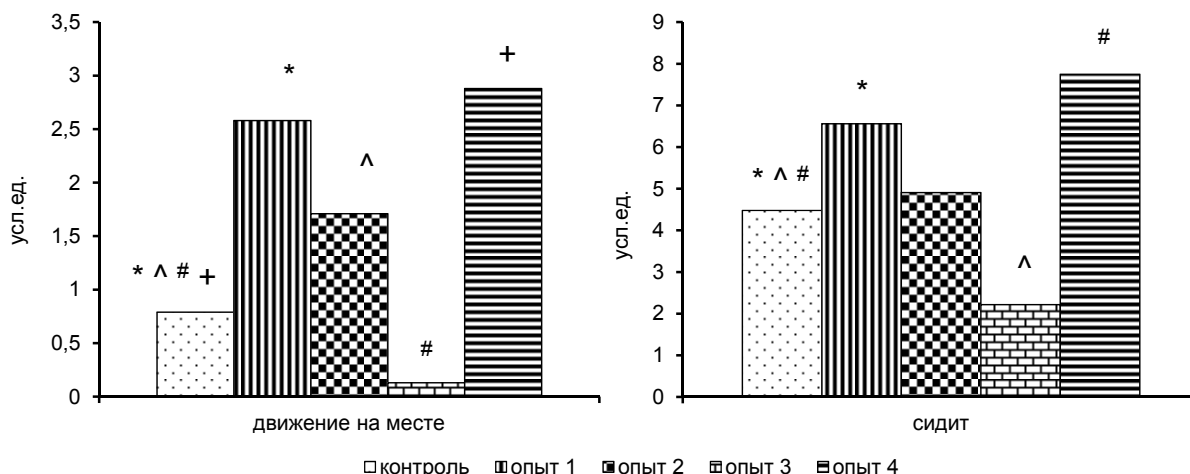


Рис. 4. Характеристика поведенческой активности крыс опытных и контрольной групп. * ^ # + – различия между показателями опытной и контрольной групп достоверны, $p < 0,05$.

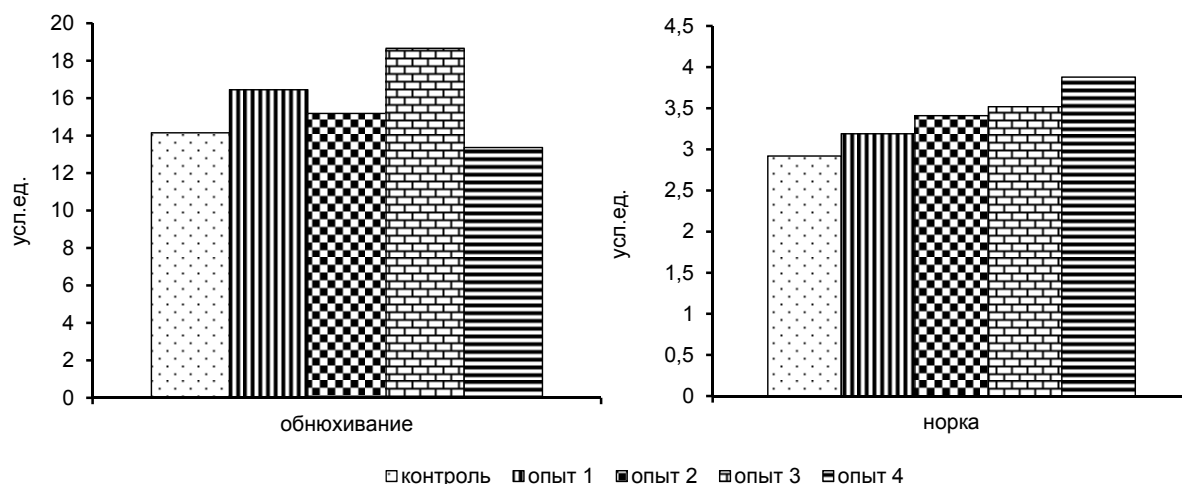


Рис. 5. Характеристика поведенческой активности крыс опытных и контрольной групп.

Таблица 2
Сравнение показателей ЭЭГ у белых крыс в обследованных группах, Ме (межквартильный интервал)

Группы	Показатели электроэнцефалографии				
	Δ	Θ	α	β_1	β_2
15 дней (опыт 1) (n = 16)	72,8 (64,7–83,3)*	15,95 (10,25–22,1)	4,45 (3,55–5,6) *•	2,65 (1,8–3,7)*	1,9 (1,7–4) *•
15 дней (контроль 1) (n = 15)	79,6 (66,0–86,9)	11,3 (8,1–21,1)	4,2 (2,1–6,8)	1,9 (1,4–2,8) ♦	1,9 (1,1–3,1) ♦
1 месяца (опыт 2) (n = 10)	83,0 (77,8–85,7)	11,65 (10,8–15,6)	2,95 (2,2–3,8)	1,25 (0,9–1,4) ▼	1,0 (0,7–1,4) ▼
2 месяца (опыт 3) (n = 19)	79,4 (71,7–86,4)	13,9 (8,5–16,0)	3,0 (2,5–4,1)	1,8 (1,5–2,7)	1,8 (1,5–2,3)
2 месяца (контроль 3) (n = 15)	80,3 (74,2–87,6)	12,1 (9,1–13,7)	3,8 (1,8–6,4)	1,8 (1,2–2,3)	1,5 (0,9–2,3)
4 месяца (опыт 4) (n = 8)	78,7 (66,7–86,7)	12,2 (8,6–21,6)	2,4 (2,1–4,5)	1,5 (1,1–1,9)	1,25 (1,0–2,3)
4 месяца (контроль 4) (n = 9)	84,9 (79,9–86,8)	8,8 (6,7–12,5)	3,0 (2,7–3,5)	1,7 (1,1–2,5)	1,6 (1,2–1,7)

Примечание: 1. * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$ между опыт 1 и 2;
 2. • – различия статистически достоверны при $p < 0,05$ между опыт 1 и 3;
 3. ♦ – различия статистически достоверны при $p < 0,05$ между опыт 2 и контроль 1;
 4. ▼ – различия статистически достоверны при $p < 0,05$ между опыт 2 и 3;
 5. * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$ между опыт 1 и 4.

После 1-месячного и 4-месячного воздействия вибрации на организм животных отмечалось уменьшение бета диапазона по сравнению с 15-дневным воздействием, а после 2-месячного воздействия вибрации произошло достоверное увеличение бета активности по сравнению с 1-месячным воздействием, но эти различия не выходили за рамки 15-дневного воздействия (табл. 2).

При сравнении опытных групп с 15-дневным и 1-месячным воздействием вибрации наблюдалось диффузное перераспределение биоэлектрической активности головного мозга в сторону достоверного увеличения медленноволновой активности дельта диапазона, уменьшения диапазона быстрых альфа и бета волн (табл. 2).

Уменьшение диапазона быстрых альфа волн у опытных животных после 1, 2, 4 месяцев воздействия вибрации по сравнению с 15-дневным свидетельствует о развитии стрессовой реакции животных на раздражитель за счет подавляющих влияний ретикулярной формации на ствол мозга.

Исследование ЗВП у опытных животных показало статистически значимое снижение латентности пиков P2 и N2 после 2 месяцев воздействия вибрации и резкое их увеличение после 4-месячного воздействия, превышающие исходные значения (табл. 3).

Увеличение латентности ЗВП в опыте 1 говорит о начальной стрессовой реакции на раздражитель, снижение этого показателя в опыте 2 – о включении компенсаторных реакций и адаптации, когда показатели латентности P2 и N2 приходят к нормативным значениям. Затем к 4-месяцу воздействия вибрации происходит декомпенсация гомеостатического регулирования и мозг животных снова воспринимает вибрацию как раздражитель, что ведет к увеличению латентности P2 и N2 (табл. 3).

При 15-дневном и 1-месячном воздействии вибрации отмечалось увеличение амплитуды N1–P2 по сравнению с контролем и 4-месячным воздействием вибрации (табл. 3). Данные изменения можно рассматривать так же, как защитную реакцию организма на раздражитель.

Таблица 3

Сравнение показателей ЗВП у белых крыс в обследованных группах, Ме (межквартильный интервал)

Группы	Показатели ЗВП		
	P2 (латентность)	N1-P2 (амплитуда)	N2 (латентность)
15 дней (опыт 1) (n = 8)	170,0 (147,0–180,0) *♦▼	24,0 (11,0–46,0) *•	227,0 (146,5–246,0) •
15 дней (контроль 1) (n = 7)	102,0 (95,0–113,0)	11,0 (7,0–26,0)	160,0 (131,0–172,0)
1 месяц (опыт 2) (n = 6)	117,5 (117,0–124,0) ■■	19,5 (15,0–24,0) ■	161,0 (159,0–172,0) ■
2 месяца (опыт 3) (n = 7)	104,0 (98,0–116,0) ►	10,0 (2,0–21,0) ►	155,0 (141,0–158,0) ►
2 месяца (контроль 3) (n = 8)	104,5 (99,0–115,5)	10,0 (6,0–18,0)	151,0 (146,0–167,5)
4 месяца (опыт 4) (n = 8)	188,0 (157,5–197,0) •	15,5 (9,0–36,0) •	253,0 (222,0–277,5) •
4 месяца (контроль 4) (n = 4)	122,0 (110,0–130,0)	9,5 (5,0–25,0)	156,0 (129,0–168,0)

Примечание: 1. * – различия статистически достоверны при $p < 0,05$ между опыт и контроль 1;
 2. ♦ – различия статистически достоверны при $p < 0,05$ между опыт 1 и 2;
 3. ▼ – различия статистически достоверны при $p < 0,05$ между опыт 1 и 3;
 4. • – различия статистически достоверны при $p < 0,05$ между опыт 1 и 4;
 5. ■ – различия статистически достоверны при $p < 0,05$ между опыт 2 и 3;
 6. ■ – различия статистически достоверны при $p < 0,05$ между опыт 2 и 4;
 7. • – различия статистически достоверны при $p < 0,05$ между опыт и контроль 4;
 8. ► – различия статистически достоверны при $p < 0,05$ между опыт 3 и 4.

Анализ взаимосвязи показателей поведенческой и биоэлектрической активности мозга крыс показал следующее. В группе опытных животных, подвергавшихся воздействию вибрации в течение 1 месяца, выявлена сильная отрицательная связь между $\beta 1$ -активностью и количеством акта «движение на месте» ($r_s = -0,86$), что свидетельствует об уменьшении нормальной активности ЭЭГ при нарастании негативного эмоционального состояния у животных. У животных, подвергавшихся воздействию вибрации в течение 2 месяцев, подобные соотношения наблюдались между показателями амплитуды ЗВП и количеством акта «движение на месте» ($r_s = -0,90$). Положительная корреляционная зависимость установлена между α -активностью и количеством актов «норка» ($r_s = 0,94$) в группе животных, подвергавшихся воздействию вибрации в течение 4 месяцев, что указывает на снижение индекса нормальной активности ЭЭГ при угасании ориентировочно-исследовательской активности животных, а также между показателями латентности пика N2 ЗВП и длительностью акта «движение на месте» ($r_s = 0,92$), что отражает нарастание негативно-эмоционального состояния.

ВЫВОДЫ

1. Проведенные экспериментальные исследования свидетельствуют, что вибрация в большей степени оказывает влияние на двигательную активность и эмоциональность животных, и менее существенное воздействие на ориентировочно-исследовательское поведение животных, которое относится к врожденным, наследуемым формам поведенческой активности.
2. Результаты изменения биопотенциалов головного мозга крыс свидетельствовали об этапном развитии патологического процесса в ЦНС. С увеличением продолжительности воздействия вибрации нарастают диффузные патологические изменения

в головном мозге (увеличение медленноволновой активности) и локальные корково-диэнцефальные нарушения (увеличение латентности зрительных вызванных потенциалов).

3. Установлена взаимосвязь между поведенческими реакциями и биоэлектрической активностью головного мозга животных, подвергавшихся воздействию вибрации, что отражает сложное взаимодействие различных структур головного мозга (лимбическая система, двигательные корковые и подкорковые структуры, ретикулярная формация и т.д.), вовлекаемых в патологический процесс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атаева О.В. Локомоторное и пространственно-ориентировочное поведение крысят в норме и при экспериментальной патологии // Журнал высшей нервной деятельности. – 1993. – № 1. – С. 150–156.
2. Бабанов С.А., Воробьева Е.В. Психологический профиль больных вибрационной болезнью // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 1. – С. 11–14.
3. Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Д.П. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения (под ред. А.С. Батуева). – М.: Высшая школа, 1991. – 399 с.
4. Ганович Е.А., Семенихин В.А., Жестикова М.Г. Корреляция степени тревожности и нейротизма с показателями уровня удовлетворенности жизнью при вибрационной болезни // Бюллетень сибирской медицины. – 2011. – № 6. – С. 13.
5. Гнездицкий В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография: учеб. для врачей. – Таганрог: ТРТУ, 2000. – 640 с.
6. Исмаилова Х.Ю., Агаев Т.М., Семенова Т.П. Индивидуальные особенности поведения: (моноаминергические механизмы). – Баку: Нурлан, 2007. – С. 17–41.

7. Калугин А.В. Груминг и стресс. – М.: Авики, 2002. – 161 с.
8. Катаманова Е.В., Бичев С.С., Нурбаева Д.Ж. Значение дисфункции структур головного мозга в патогенезе и формировании клинической картины вибрационной болезни // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. – 2012. – № 1 (83). – С. 32–37.
9. Катаманова Е.В., Лахман О.Л., Нурбаева Д.Ж., Картапольцева Н.В., Судакова Н.Г. Особенности биоэлектрической активности мозга при воздействии на организм вибрации // Медицина труда и промышленная экология. – 2010. – № 7. – С. 6–9.
10. Кирьяков В.А., Сухова А.В. Алекситимия у больных вибрационной болезнью // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 9. – С. 19–22.
11. Кулешова М.В., Панков В.А. Психологические особенности работающих в контакте с физическими факторами // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. – 2005. – № 2 (40). – С. 59–65.
12. Маркель А.Л. К оценке основных характеристик поведения крыс в тесте открытого поля // Журнал высшей нервной деятельности. – 1981. – Т. 31, № 2. – С. 301–307.
13. Миронова Т.Ф. Психоэмоциональный статус при вибрационной болезни // Гигиена труда и профессиональные заболевания. – 1990. – № 7. – С. 5–8.
14. Панков В.А., Кулешова М.В. Характеристика психологических особенностей работающих в контакте с локальной вибрацией (динамическое наблюдение) // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 1. – С. 1–5.
15. Титов С.А., Каменский А.А. Роль ориентировочного и оборонительного компонентов белых крыс в условиях «открытого поля» // Журнал высшей нервной деятельности. – 1980. – Т. 30, № 4. – С. 704–711.

Сведения об авторах

Панков Владимир Анатольевич – доктор медицинских наук, заведующий лабораторией медицины труда Ангарского филиала ФГБУ «ВСНЦ ЭЧ» СО РАМН, старший преподаватель кафедры профпатологии и гигиены ГБОУ ДПО ИГМАПО Минздрава России (665827, г. Ангарск, а/я 1170; тел.: (395-5) 55-40-90; e-mail: pankov1212@mail.ru)

Кулешова Марина Владимировна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории медицины труда, Ангарский филиал ФГБУ «ВСНЦ ЭЧ» СО РАМН (665827, г. Ангарск, а/я 1170; тел.: (395-5) 55-75-52; e-mail: mvk789@yandex.ru)

Катаманова Елена Владимировна – доктор медицинских наук, заместитель главного врача по медицинской части, Ангарский филиал ФГБУ «ВСНЦ ЭЧ» СО РАМН (665827, г. Ангарск, а/я 1154; тел.: (395-5) 55-75-60, факс: (395-5) 55-75-55; e-mail: krisla08@rambler.ru)

Картапольцева Наталья Валерьевна – кандидат медицинских наук, врач невролог клиники, Ангарский филиал ФГБУ «ВСНЦ ЭЧ» СО РАМН (665827, г. Ангарск, а/я 1154; тел.: (395-5) 55-75-47, факс: (395-5) 55-75-55; e-mail: knvspi@mail.ru)