

УДК 613.6.02; 615.9

## **ОСОБЕННОСТИ ВРЕДНОГО СОЧЕТАННОГО ДЕЙСТВИЯ СВИНЦА И ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС И ЭФФЕКТ БИОПРОФИЛАКТИКИ**

Никогосян Карен Мерсопович, Рябова Юлия Владимировна, Кунгурцева Александра Кирилловна, Петрунина Екатерина Михайловна

ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора  
Екатеринбург, Россия

### **Аннотация**

**Введение.** Нейротоксическое действие свинца не всегда имеет ярко выраженные клинические проявления, что не исключает развития серьезных патологических изменений со стороны центральной нервной системы (ЦНС). Лица, подвергающиеся сочетанному действию свинца и физической нагрузки (далее – ФН), нуждаются в повышении адаптационных возможностей организма, для предупреждения возникновения заболеваний ЦНС и нарушения когнитивной функции. **Цель исследования** — оценка эффективности биопрофилактического комплекса (БПК) против сочетанного действия свинца и физической нагрузки на ЦНС. **Материал и методы.** Крысы-самцы линии Wistar возрастом 4 месяца получали внутривентриально ацетат свинца в дозе 11 мг/кг м.т. 3 раза в неделю на протяжении 6 недель. Физическая нагрузка моделировалась с помощью беговой дорожки для крыс. Для оценки нейроповеденческих изменений были использованы тесты «Открытое поле с норками», «Приподнятый крестообразный лабиринт» и «Социальное взаимодействие». **Результаты.** Показатели поведенческих тестов практически не выявили статистически значимых отличий между животными разных групп. У животных, дополнительно получавших БПК, наблюдались улучшения гистоморфометрической картины по сравнению с группой «Свинец + ФН». **Выводы.** Гистоморфометрические изменения в ЦНС лабораторных животных определяются без проявления нарушений поведенческих реакций, что может соответствовать отсутствию клинических изменений у человека при наличии нарушений на клеточном уровне. Показан защитный эффект биологической профилактики против сочетанного вредного действия свинца и физической нагрузки.

**Ключевые слова:** свинец, физическая нагрузка, биопрофилактика

## **FEATURES OF THE HARMFUL COMBINED EFFECT OF LEAD AND PHYSICAL EXERCISE ON INDICATORS OF THE BRAIN CONDITION OF RATS AND THE EFFECT OF BIOPREVENTION**

Nikogosyan Karen Mersopovich, Ryabova Yulia Vladimirovna, Kungurtseva Aleksandra Kirillovna, Petrunina Ekaterina Mikhailovna

Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers  
Yekaterinburg, Russia

### **Abstract**

**Introduction.** The neurotoxic effect of lead does not always have pronounced clinical manifestations, which does not exclude the development of serious pathological changes in the central nervous system (CNS). Persons exposed to the combined effects of lead and physical activity (hereinafter referred to as PA) need to increase the body's adaptive capabilities to prevent the occurrence of central nervous system diseases and impaired cognitive function. **The aim of the study** is to evaluate the effectiveness of a bioprophylactic complex (BPC) against the combined effects of lead and physical stress on the central nervous system. **Material and methods.** Male Wistar rats, 4 months old, received intraperitoneal lead acetate at a dose of 11 mg/kg b.w. 3 times a week for 6 weeks. Physical activity was simulated using a treadmill for rats. The Open Field with Minks, Elevated Plus Maze, and Social Interaction tests were used to assess neurobehavioral changes. **Results.** Indicators of behavioral tests revealed virtually no statistically significant differences between animals of different groups. In animals that additionally received BPC, improvements in the histomorphometric picture were observed compared to the “Lead + FN” group. **Conclusion.** Histomorphometric changes in the central nervous system of laboratory animals are determined without the manifestation of behavioral disorders, which may correspond to the absence of clinical changes in humans in the presence of disorders at the cellular level. The protective effect of biological prophylaxis against the combined harmful effects of lead and physical activity has been shown.

**Keywords:** Lead, exercise stress, bioprophylaxis

### **ВВЕДЕНИЕ**

Нейротоксическое действие свинца не всегда имеет ярко выраженные клинические проявления [1], что не исключает развития серьезных патологических изменений со стороны центральной нервной системы (ЦНС). В последнее время всё большее количество исследователей сходится во мнении, что различные загрязнители воздуха, в том числе

тяжелые металлы, воздействующие на ЦНС, способствуют повышенному риску возникновения инсульта, деменции до начала пожилого возраста, болезни Альцгеймера, болезни Паркинсона, когнитивной дисфункции, а также возникновения патологий развития нервной системы и депрессивных состояний [2,3]. Физическая нагрузка, сопровождающая свинцовую экспозицию на производстве, воздействует на организм неоднозначно — снижая либо усиливая эффекты свинца [4]. При этом, стоит отметить, что воздействие свинца на детское население имеет более серьезные и, зачастую, необратимые последствия ввиду существования критических «точек» формирования нервной системы — наиболее уязвимых временных периодов развития нервной системы ребенка с точки зрения воздействия вредных веществ [5]. Вышеизложенное дает основание предположить, что лица, подвергающиеся сочетанному действию свинца и физической нагрузки (далее – ФН), нуждаются в повышении адаптационных возможностей организма, для предупреждения возникновения заболеваний ЦНС и нарушения когнитивной функции.

**Цель исследования** — оценка эффективности биопрофилактического комплекса (БПК) против сочетанного действия свинца и физической нагрузки на ЦНС.

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

Крысы-самцы линии Wistar возрастом 4 месяца были разбиты на 4 группы: группа «Свинец + ФН» - группа сочетанного действия свинца и физической нагрузки; группа «Свинец +ФН+БПК» - группа сочетанного действия свинца и физической нагрузки, принимавшая биопротекторную диетическую добавку; группа «Свинец» - подвергалась экспозиции и не подвергалась воздействию физической нагрузки; группа «Контроль». Крысы из групп «Свинец + ФН» и «Свинец +ФН+БПК» и получали внутривентриально ацетат свинца в дозе 11 мг/кг м.т. 3 раза в неделю на протяжении 6 недель (контрольные животные получали физиологический раствор в том же объеме). Крысы из группы «Свинец +ФН+БПК» получали биопрофилактический комплекс на протяжении всего эксперимента ежедневно с кормом и питьем (Таблица 1).

Таблица 1.

Состав биопрофилактического комплекса

№	Вещество	Суточная дозировка (на 1 животное)
1	Пектин	С кормом, 200 мг
2	Глутаминовая кислота	С водой, 1,5% раствор
4	Ацетилцистеин	С кормом, 30 мг
5	Глицин	С кормом, 12 мг
6	Омега-3 ПНЖК	С кормом, 13,3 мг
7	Рутин	С кормом, 1,4 мг
8	Кальций	С кормом, 160 мг
9	Магний	С кормом, 1,18 мг
10	Калий	С кормом, 1,32 мг
11	Йод	С кормом, 4 мкг
12	Селен	С кормом, 2 мкг
13	Витамин С	С кормом, 1,4 мг
14	Витамин D3	С кормом, 1,64 мкг

Состав БПК подбирался с учетом специфических и неспецифических механизмов вредного действия свинца.

Физическая нагрузка (ФН) моделировалась с помощью сеансов вынужденного бега 5 раз неделю в течение 6 недель со скоростью 25 м/мин по 10 минут в день с помощью беговой дорожки для крыс «TSE Treadmill System» («TSE Systems International Group», Германия). По окончании экспозиционного периода проводилась комплексная оценка состояния нервной системы, включающая изучение поведенческих реакций и гистоморфометрических изменений головного мозга (ГМ).

Для оценки нейроповеденческих изменений были использованы тесты «Открытое поле с норками», «Приподнятый крестообразный лабиринт» и «Социальное взаимодействие».

Исследования были одобрены Локальным этический комитетом ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПИ Роспотребнадзора

Статистическая обработка проводилась с применением t-критерия Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Показатели поведенческих тестов практически выявили ряд статистически значимых отличий между животными разных групп. В тесте «Темная-светлая камера» животные из группы сочетанного воздействия свинца и ФН в 3,14 раза ( $p < 0,05$ ) чаще вставали на задние лапки по сравнению с контролем, что свидетельствует об их высокой степени тревожности. В тесте «Открытое поле с норками» животные группы «Свинец» и «Свинец + ФН» реже склонялись за пределы платформы по сравнению с контрольной группой в 1,7 раза ( $p < 0,05$ ) и в 21 раз ( $p < 0,05$ ) соответственно. В этом же тесте животные из группы сочетанного действия пересекли меньшее количество квадратов за отведенное время в 3,7 раза ( $p < 0,05$ ), а также в 3 раза ( $p < 0,05$ ) реже заглядывали в норки, что свидетельствует о когнитивных нарушениях и отклонениях от привычного для крыс поведения (Рис. 1).

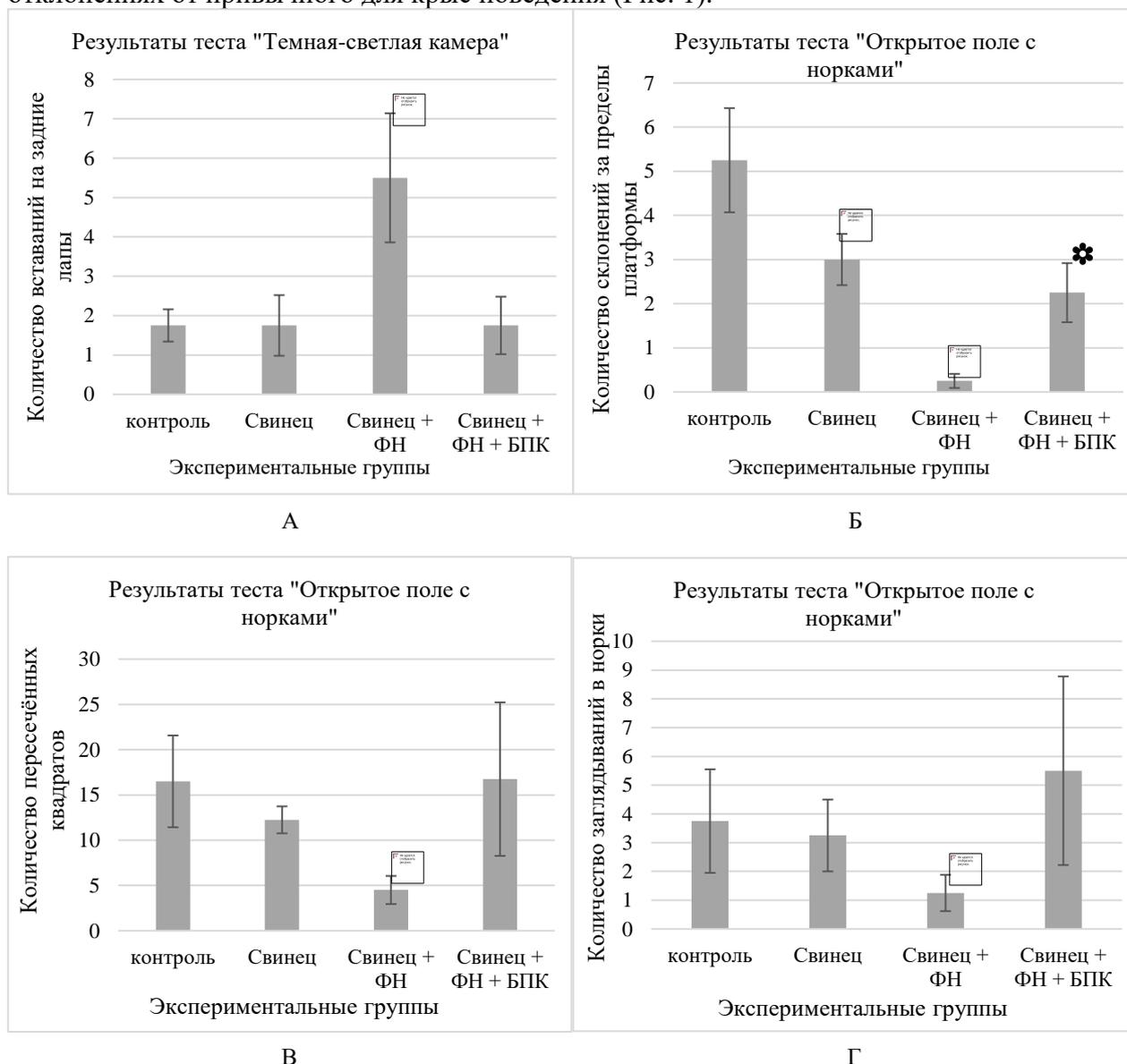


Рис. 1. Результаты поведенческих тестов (А – результаты теста «Темная-светлая камера», Б, В, Г – результаты теста «Открытое поле с норками»)

Примечание: \* - статистически достоверное различие по сравнению с группой «Контроль»

Гистоморфометрический анализ ГМ животных группы «Свинец + ФН» показал изменения, особенно выраженные в поле СА-1 гиппокампа: пикноз и полигональная форма ядер, снижение размеров ядер, конденсация хроматина, потеря ядрышек в части ядер, очаговый гиперхроматоз цитоплазмы нейронов, перичеселлюлярный отек и переваскулярный отек. У животных, дополнительно получавших БПК, наблюдались улучшения гистоморфометрической картины по сравнению с группой «Свинец + ФН»: уменьшалось количество дегенеративно измененных нейронов и снижались потери ядрышек в ядре,  $p < 0,05$  (Рис. 2).

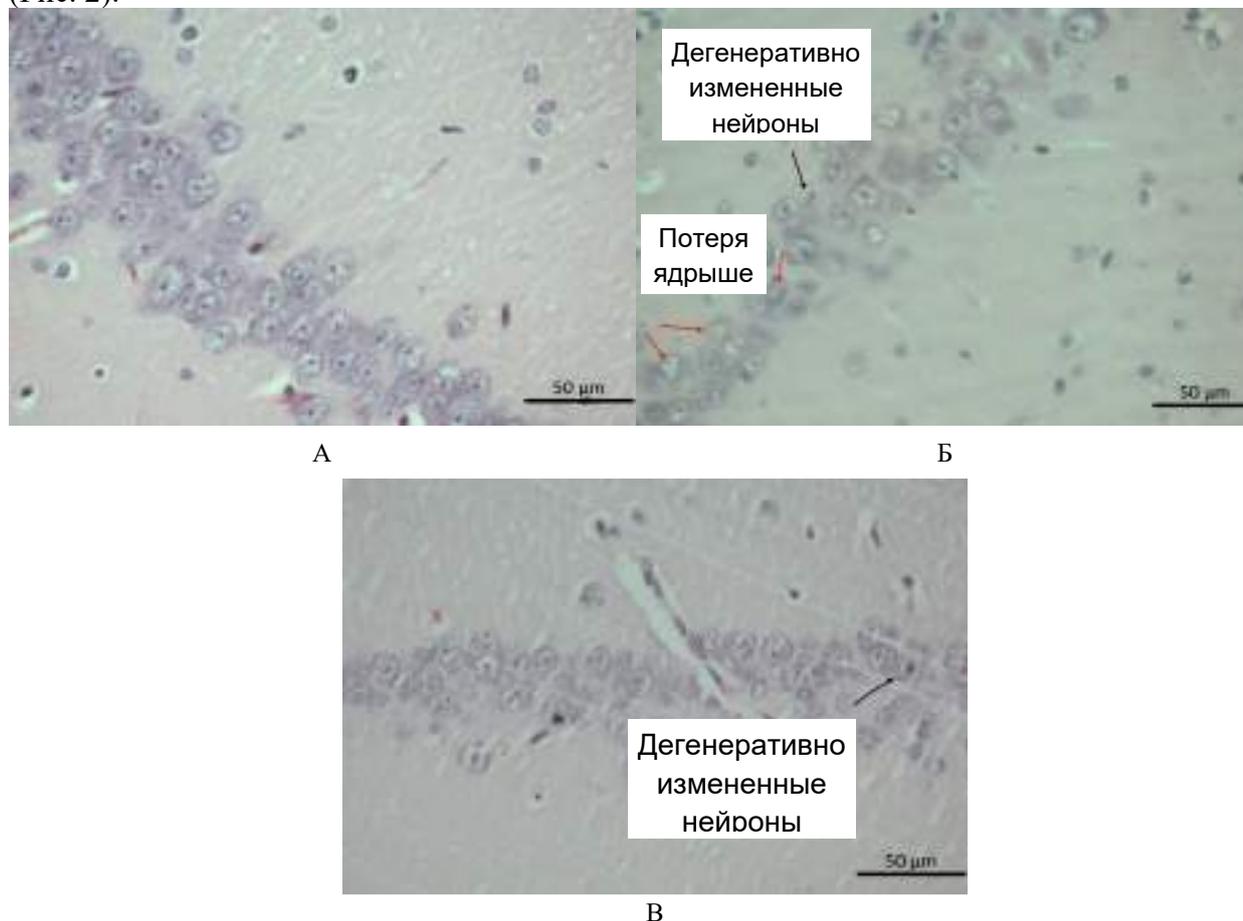


Рис. 2. Гистоморфологическая картина среза гиппокампа головного мозга крыс (А – группа контроль, Б – группа «Свинец + ФН», В – группа «Свинец + ФН + БПК»)

## ОБСУЖДЕНИЕ

Подобные данные, подтверждающие эффективность биопрофилактики, как метода повышения общей резистентности организма к токсической нагрузке были опубликованы нашим коллективом ранее в отношении других металлов и их наноксидных форм. Так, например, биопрофилактика снизила токсический эффект оксида никеля [6] и оксида меди [7].

## ВЫВОДЫ

Результаты поведенческих тестов продемонстрировали значимые отклонения ряда показателей у опытных крыс по сравнению с группой контроля, что свидетельствует о развитии патологии, связанной с воздействием свинца, а также его сочетанного действия с фактором физической нагрузки. Гистоморфометрические изменения в ЦНС лабораторных животных определяются без проявления нарушений поведенческих реакций, что может соответствовать отсутствию клинических изменений у человека при наличии нарушений на клеточном уровне. Показан защитный эффект биологической профилактики против сочетанного вредного действия свинца и физической нагрузки по улучшению гистоморфометрической картины головного мозга крыс, в частности гиппокампа. Меры

биопрофилактики могут служить инструментом управления риском возникновения заболеваний и патологических состояний ЦНС.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Neurotoxic effects and biomarkers of lead exposure: a review / T. Sanders, Y. Liu, V. Buchner, P.B. Tchounwou // *Rev Environ Health*. – 2009. – № 24(1). – P. 15-45.
2. Moulton, P.V. Air pollution, oxidative stress, and Alzheimer's disease. / W. Yang // *J Environ Public Health*. – 2012.
3. Outdoor Ambient Air Pollution and Neurodegenerative Diseases: the Neuroinflammation Hypothesis / R.L. Jayaraj, E.A. Rodriguez, Y. Wang, M.L. Block // *Curr Environ Health Rep*. – 2017. – № 4(2). – P. 166-179.
4. Сочетанное действие свинца и физической нагрузки на организм крыс в субхроническом эксперименте / И.А. Минигалиева, Ю.В. Рябова, М.П. Сутункова [и др.] // *Гигиена и санитария*. – 2021. – Т. 100, № 12. – С. 1404-1411.
5. Integrative bioinformatics identifies postnatal lead (Pb) exposure disrupts developmental cortical plasticity / M.R. Smith, P. Yevoo, M. Sadahiro [et al.] // *Sci Rep*. – 2018. – Vol. 8, № 1.
6. Toxic Effects of Low-Level Long-Term Inhalation Exposures of Rats to Nickel Oxide Nanoparticles / M.P. Sutunkova, S.N. Solovyeva, I.A. Minigalieva [et al.] // *Int J Mol Sci*. – 2019. – № 20(7).
7. Subchronic toxicity of copper oxide nanoparticles and its attenuation with the help of a combination of bioprotectors / L.I. Privalova, B.A. Katsnelson, N.V. Loginova [et al.] // *Int J Mol Sci*. – 2014. – № 15(7).

## Сведения об авторах

К.М. Никогосян\* – младший научный сотрудник отдела токсикологии и биопрофилактики

Ю.В. Рябова – кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией научных основ биологической профилактики

А.К. Кунгурцева – младший научный сотрудник отдела токсикологии и биопрофилактики

Е.М. Петрунина – младший научный сотрудник отдела токсикологии и биопрофилактики

## Information about the authors

К.М. Nikogosyan\* – Junior researcher of the Department of Scientific basis of Bioprophylaxis

Y.V. Ryabova – Candidate of Sciences (Medicine), Head of the Department of Scientific basis of Bioprophylaxis

A.K. Kungurtseva – Junior researcher of the Department of Scientific basis of Bioprophylaxis

E.M. Petrunina – Junior researcher of the Department of Scientific basis of Bioprophylaxis

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

nikoghosyankm@ymrc.ru

УДК: 628.17

## ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ЛЕНИНСКОМ И ОКТЯБРЬСКОМ РАЙОНАХ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА

Павлова Ирина Игоревна, Маннанова Карина Радиковна, Колодкина Злата Сергеевна,

Самылкин Алексей Анатольевич, Цыпушкина Екатерина Евгеньевна

Кафедра гигиены и медицины труда

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России

Екатеринбург, Россия

## Аннотация

**Введение.** Вода является неотъемлемой частью нашей жизни. Государственные гарантии обеспечения водой граждан в целях удовлетворения их жизненных потребностей и охраны здоровья являются основными принципами водоснабжения. **Цель исследования** - провести гигиеническую оценку температурных показателей горячего централизованного водоснабжения в домах города Екатеринбурга, оценить мнение жителей исследуемых домов об удовлетворенности качеством горячего водоснабжения. **Материал и методы.** Исследования проводились в домах города Екатеринбурга Октябрьского и Ленинского районов. Было проведено анкетирование жителей домов и измерение температурных показателей горячей водоснабжения. Статистическая обработка данных проведена с использованием электронных таблиц программы Excel пакета Microsoft Office 2016. **Результаты.** В доме Октябрьского района в январе 2024 года не выявлено дней, в которые бы вода соответствовала нормам. По результатам анкетирования выявлено, что 28 жильцов (93,3%) пропускают воду перед использованием. Также отмечен процент жителей Октябрьского и Ленинского районов кого не устраивает запах горячего водоснабжения (8 жильцов (26,7%) и 7 человек (23,3%) соответственно). **Выводы.** Температура горячей воды в доме Октябрьского района в январе 2024 года не соответствовала тепловым нормам. Жители всех домов пропускают воду перед использованием. Максимальное время пользования горячей водой в двух домах приходится на 6-8 часов утра и на 20-22 часов вечера.

**Ключевые слова:** горячая вода, централизованное водоснабжение

## HYGIENIC ASSESSMENT OF HOT WATER SUPPLY IN LENINSKY AND OKTYABRSKY DISTRICTS OF YEKATERINBURG