

Русанова Д.В., Журба О.М., Алексеенко А.Н., Мещачкова Н.М., Лахман О.Л., Катаманова Е.В., Ещина И.М.

СОСТОЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНЫХ И ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ПРОВОДЯЩИХ СТРУКТУР У РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОКСИЧЕСКОЙ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ НАГРУЗКИ

ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск

Введение. Гигиеническими исследованиями в производстве поливинилхлорида (ПВХ) установлено, что основным неблагоприятным фактором, воздействующим на работающих, является винилхлорид (ВХ). Многолетними клиническими исследованиями сотрудников ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований» доказано формирование начальных проявлений хронической интоксикации ВХ с поражением нервной системы через несколько лет от начала производственного контакта с токсикантом, отмечена зависимость риска нарушений здоровья работников от величины токсической экспозиционной нагрузки (ТЭН). В настоящее время изучение изменений нейрофизиологических показателей в зависимости от величины ТЭН является весьма актуальным. Исходя из вышесказанного, целью исследования было выявление особенностей состояния центральных и периферических проводящих структур у стажированных работников производства ПВХ с учётом ТЭН.

Материал и методы. Обследована группа стажированных работников, контактировавших с ВХ в производстве ПВХ. Все лица мужского пола ($n = 42$, средний возраст $49,2 \pm 4,4$ года, средний стаж работы в контакте с ВХ $18,1 \pm 5,6$ лет). Обследуемые были распределены на две группы: группа 1 – 31 работник с умеренно высокой степенью ТЭН, группа 2 – 11 лиц с чрезвычайно высокой степенью ТЭН. Была обследована группа контроля (30 человек), лица мужского пола, репрезентативного возраста, не контактировавшие с профессиональными вредностями. В группе пациентов проводилось определение соматосенсорных вызванных потенциалов и стимуляционная электронейромиография по общепринятой методике.

Результаты. Исследование показало наличие изменений у лиц с более высоким значением величины ТЭН. Выявлены изменения в функциональном состоянии нейронов ствола мозга. На периферическом уровне отмечались более выраженные изменения в функциональном состоянии моторных и сенсорных аксонов локтевого и большеберцового нервов. Установленная сопряжённость между значением ТЭН у обследованных лиц и выраженностью показателей, характеризующих состояние центральных и периферических проводящих структур, позволяет говорить о зависимости последних от условий труда, существующих в производстве ПВХ.

Ключевые слова: производство поливинилхлорида; винилхлорид; условия труда; токсическая экспозиционная нагрузка; электронейромиография; периферические нервы.

Для цитирования: Русанова Д.В., Журба О.М., Алексеенко А.Н., Мещачкова Н.М., Лахман О.Л., Катаманова Е.В., Ещина И.М. Состояние центральных и периферических проводящих структур у работников производства поливинилхлорида в зависимости от токсической экспозиционной нагрузки. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(10): 930-934. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-10-930-934>

Для корреспонденции: Русанова Дина Владимировна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. профессиональной и экологически обусловленной патологии ФГБНУ ВСИМЭИ. E-mail: dina.rusanova@yandex.ru

Rusanova D.V., Zhurba O.M., Alekseyenko A.N., Meshchyakova N.M., Lakhman O.L¹, Katamanova E.V., Eshchina I.M.

THE STATE OF THE CENTRAL AND PERIPHERAL CONDUCTIVE STRUCTURES OF WORKERS PRODUCING POLYVINYLCHLORIDE IN DEPENDENCE ON THE TOXIC DOSE LOAD

East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, 665827, Angarsk, Russian Federation

Introduction. Hygienic studies in the production of polyvinyl chloride showed vinyl chloride to be the main adverse factor affecting workers. Many years of clinical investigations of employees of "East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research" proved the formation of the initial manifestations of chronic intoxication with vinyl chloride with the damage to the nervous system in a few years from the beginning of production in contact with the toxicant, the marked dependence of the risk of violations of workers health from exposure value toxic load (EVTL). Currently, the study of changes in neurological indices depending on the level of the toxic exposure load is very relevant. Based on the mentioned above, the aim of the study was to identify the characteristics of the state of the central and peripheral conductive structures in the intermediate workers of the production of vinyl chloride taking into account the toxic exposure of the load.

Material and methods. A group of stair workers contacting with vinyl chloride was examined. There were observed 42 males of the mean age of 49.2 ± 4.4 years, the average duration of the exposure to vinyl chloride was 18.1 ± 5.6 years. Examined cases were distributed into two groups: 1 group included 31 workers with a moderate extent of EVTL, 2 group consisted of 11 persons with extremely high EVTL. The control group included 30 male employees, matched for the age without exposure to occupational harmful impacts. The concentration of vinyl chloride was determined in the blood samples of the observed patients, somatosensory evoked potentials were registered and stimulation electroneuromyography was performed according to the conventional method.

Results. The study showed changes in individuals with a higher EVTL value. Changes in the functional state of neurons in the brain stem were revealed. At the periphery level, there were more noted more pronounced alterations in the functional state of the motor and the sensory axons of the cubital and tibial nerve. The established relationship between the EVTL value in exposed workers, and the pronouncement of the studied indices characterizing the state of

the central the periphery, conductive structures, allows speaking about the dependence of the latter on conditions existing in the production of polyvinyl chloride

Key words: *working conditions; exposure value toxic load; electroneuromyography; peripheral nerves; vinyl chloride.*

For citation: Rusanova D.V., Zhurba O.M., Alekseyenko A.N., Meshchaykova N.M., Lakhman O.L., Katamanova E.V., Eshchina I.M. The state of the central and peripheral conductive structures of workers producing polyvinylchloride in dependence on the toxic dose load. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(10): 930-934. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-10-930-934>

For correspondence: Dina V. Rusanova, MD, Ph.D., senior researcher of the Laboratory of occupational and environmentally induced diseases of the East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, 665827, Angarsk, Russian Federation. E-mail: dina.rusanova@yandex.ru

Information about authors: Rusanova D.V., <https://orcid.org/0000-0003-1355-3723>; Zhurba O.M., <https://orcid.org/0000-0002-9961-6408>; Alekseyenko A.N., <https://orcid.org/0000-0003-4980-5304>; Meshchaykova N.M., <https://orcid.org/0000-0002-9772-0199>; Lakhman O.L., <https://orcid.org/0000-0002-0013-8013>; Katamanova E.V., <https://orcid.org/0000-0002-9072-2781>; Eshchina I.M., <https://orcid.org/0000-0003-3229-4560>.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. Financing of the work was carried out at the expense of funds allocated for the state assignment of the East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research.

Received: 12 July 2018

Accepted: 18 October 2018

Введение

На современном этапе развития медицины труда малоизученными являются клинические проявления интоксикации винилхлоридом (ВХ), широко применяющимся в современном химическом производстве поливинилхлорида (ПВХ). Особенность – воздействие малых доз этого химического соединения, которое, тем не менее, проявляется в поражении различных структур нервной системы [1–3].

Поливинилхлорид – производное ВХ – наиболее широко применяемое полимерное химическое соединение. Объёмы производства ПВХ постоянно возрастают, поскольку имеется большой спрос на продукцию, получаемую из него [4]. Винилхлорид является основным сырьем при синтезе ПВХ, получаемого при использовании метода температурного пиролиза 1,2-дихлорэтана (ДХЭ). Исходя из технологического регламента, основными хлорорганическими соединениями, загрязняющими воздух рабочей зоны в производстве ПВХ, являются ВХ и ДХЭ [5–8].

Клинические исследования, проводившиеся на протяжении длительного периода сотрудниками ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», показали, что уже через несколько лет от начала контакта с ВХ в условиях химического производства происходит формирование начальных проявлений хронической интоксикации ВХ, причём характерным является поражение нервной системы [9, 10]. Выявлена зависимость выраженности риска нарушений здоровья работников, контактировавших с ВХ, от величины токсической экспозиционной нагрузки (ТЭН). Установленная взаимосвязь заключалась в сопряжённости величины ТЭН и показателями электроэнцефалографии: снижалось значение амплитуды P300, увеличивалось значение индекса β -ритма. Выявленные изменения отражали нарушение взаимосвязей корково-подкорковых структур головного мозга при воздействии ВХ [11, 12].

Отмечалось, что в зависимости от ТЭН возрастает встречаемость артериальной гипертензии, аллергического дерматита, субатрофического ринофарингита, изменяется протекание биохимических процессов, страдает белковый обмен [1, 13, 14].

Известно, что «золотым стандартом» диагностики полиневропатий, в том числе от воздействия физических производственных факторов, является электронейромиография (ЭНМГ) [15–17]. В последние годы ЭНМГ стала активно применяться для выявления поражений периферических нервов при профессиональных интоксикациях, в частности, при воздействии ВХ [18, 19]. Вышесказанное побудило нас углубить исследование в данном направлении. В настоящее время изучение изменений нейрофизиологических показателей в зависимости от ТЭН является весьма актуальным, т. к. развитие химической промышленности диктует необходимость предупреждения, распознавания и лечения последствий химических воздействий. Исходя из этого, целью исследования было выявление особенностей состояния центральных и периферических проводящих структур у стажированных работников производства ВХ с учётом ТЭН.

Материал и методы

Изучение гигиенической оценки условий труда работников основных профессий производства ПВХ включало исследование технологического процесса, оценку факторов производственной среды и трудового процесса в соответствии с действующей нормативно-методической документацией. Также проводился отбор и газохроматографический анализ проб воздуха рабочей зоны на содержание хлористого винила в соответствии с требованиями нормативно-методического документа МУ № 2700–83.

На рабочих местах оценивали факторы производственной среды по показателям вредности и опасности, тяжести и напряжённости трудового процесса в соответствии с руководством Р. 2.2.2006–05 [20]. Были произведены расчёты условной величины – предельной безопасной нагрузки (ПБН) при условии воздействия ВХ на уровне ПДК за время индивидуальной экспозиции. Из обследованных были сформированы две группы: первая – с превышением ТЭН над ПБН до 4 раз (умеренно высокий уровень ТЭН) и вторая – с превышением в 4 раза и более (чрезвычайно высокий уровень ТЭН) [10, 12].

В клинических исследованиях участвовала группа стажированных работников, контактировавших в своей профессиональной деятельности с ВХ. Все обследованные были лицами мужского пола ($n = 42$, средний возраст составил $49,2 \pm 4,4$ года, средний стаж работы в контакте с ВХ – $18,1 \pm 5,6$ лет). В зависимости от ТЭН обследуемые были распределены на две группы. В группу 1 вошёл 31 работник с умеренно высокой степенью ТЭН, в группу 2 – 11 лиц с чрезвычайно высокой степенью ТЭН. Также была обследована группа контроля, в которую вошло 30 человек. Это лица мужского пола, репрезентативного возраста, не контактировавшие с профессиональными вредностями.

Определение состояния центральных афферентных проводящих структур реализовывалось с помощью регистрации соматосенсорных вызванных потенциалов, периферических нервов при проведении стимуляционной ЭНМГ. Обе методики выполнялись с использованием электромиографа «Нейро-ЭМГ-Микро» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново, Россия) [21].

Математическая обработка полученных данных проводилась с использованием программы Statistica 6.1 for windows. Проверку нулевой гипотезы (отсутствие различий показателей в группах) проводили при помощи рангового анализа вариаций Kruskal-Wallis ANOVA. Для дисперсионного анализа различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Последующие попарные сравнения групп осуществляли с использованием непараметрического U -критерия Манна-Уитни. Результаты исследований представлены в виде медианы и межквартильных интервалов, а также среднего и ошибки среднего.

При проведении обследования пациентов, проходивших лечение в клинике Института, руководствовались установленными этическими стандартами в соответствии с декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека», принятой в г. Хельсинки с поправками от 2000 г. и «Правилами клинической

Таблица 1

Показатели моторной скорости распространения возбуждения в зависимости от ТЭН, Me (Q25–Q75)

Показатель ЭНМГ-обследования	Обследованный нерв		
	срединный	локтевой	большеберцовый
<i>1-я группа, n = 31</i>			
Мышечный ответ, мВ	7,1 (5,4–8,2)	7,8 (6,7–9,4)	7,5 (5,4–9,7)
СРВ:			
в проксимальном отделе, м/с	59,1 (53,8–64,7)	58,3 (50,0–64,3)	–
в области локтевого сустава, м/с	56,2 (50,0–65,0)	45,0 (39,3–56,2)	–
в дистальном отделе, м/с	54,8 (52,4–56,2)	57,3 (53,2–59,5)	41,8 (37,1–43,6)
Проксимально-дистальный коэффициент	1,1 (1,02–1,18)	1,03 (0,95–1,1)	–
Резидуальная латентность, мс	1,9 (1,7–2,4)	1,3 (1,1–1,7)	1,56 (1,2–1,7)
<i>2-я группа, n = 11</i>			
Мышечный ответ, мВ	5,1 (4,7–7,2)* ²⁻³	7,4 (6,9–7,8)	7,4 (3,2–9,9)
СРВ:			
в проксимальном отделе, м/с	60,7 (54,2–65,0)	54,2 (47,1–57,7)	–
в области локтевого сустава, м/с	55,6 (40,0–60,0)	40,0 (35,0–56,2)* ¹⁻² * ²⁻³	–
в дистальном отделе, м/с	54,3 (52,3–58,1)* ²⁻³	58,5 (50,9–61,3)	39,2 (37,9–44,4)* ²⁻³
Проксимально-дистальный коэффициент	1,09 (1,01–1,2)	0,96 (0,9–1,0)	–
Резидуальная латентность, мс	2,07 (1,9–2,3)	1,2 (1,1–1,4)	1,29 (1,0–1,7)
<i>Контрольная группа, n = 30</i>			
Мышечный ответ, мВ	7,9 (6,6–9,0)	8,31 (5,1–9,6)	8,31 (5,1–9,6)
СРВ:			
в проксимальном отделе, м/с	65,6 (55,0–66,6)	60,5 (55,7–63,0)	–
в области локтевого сустава, м/с	57,9 (55,5–59,0)	59,2 (56,0–65,6)	–
в дистальном отделе, м/с	60,6 (57,0–62,5)	59,4 (55,1–63,0)	59,4 (55,1–63,0)
Проксимально-дистальный коэффициент	1,02 (0,9–1,05)	1,04 (0,9–1,09)	–
Резидуальная латентность, мс	2,4 (2,1–2,8)	1,8 (1,5–2,1)	1,8 (1,5–2,1)

Примечание. Здесь и в табл. 2: * – статистически значимые различия между показателями в группах, (медианный тест Краскела-Уоллиса) при $p < 0,05$; ^{1, 2} – номера групп, между которыми выявлены статистически значимые различия, в т.ч. ³ – контрольная группа.

практики в Российской Федерации», которые были утверждены Приказом № 266 Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19.06.2003 г. Перед проведением исследования пациенты были ознакомлены с «Информированным согласием пациента», которое было одобрено этическим комитетом ФГБНУ ВСИМЭИ (согласно Протоколу № 2 от 23.07.2012 г.).

Результаты

Исследованиями, проведенными сотрудниками ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», установлено, что основной неблагоприятный фактор, воздействующий при производстве ПВХ, – это химический. Используется хлорорганический токсикант ВХ, который является

соединением нейротропного действия, и относится к первому классу опасности.

Проведенный ретроспективный анализ загрязнения воздуха рабочей зоны ВХ в динамике за 16 лет показал, что в 1996–1998 гг. средние уровни ВХ превышали гигиенический норматив в 2,0–2,5 раза, в последующие годы наблюдалось постепенное снижение его концентраций, тем не менее, до 2000 г. уровни его все еще превышали гигиенический норматив (в среднем в 1,2 раза). В последующие годы и до настоящего времени концентрации ВХ регистрируются на уровне гигиенического норматива (ПДК 5 мг/м³) и ниже его [22].

В соответствии с [20] по содержанию вредных химических веществ, как основному неблагоприятному фактору, труд работников в настоящее время следует квалифицировать как допустимый (класс 2.0). По совокупности вредных производственных факторов общая оценка условий соответствует вредному классу 3.1.

Неврологический осмотр всех обследованных пациентов, подвергавшихся воздействию ВХ, показал наличие нарушений вегетативной регуляции. Изменения характеризовались полиморфизмом клинической симптоматики и наблюдались в 54,5% случаев. Проявлениями вегетативной дисфункции были кардиоваскулярные и периферические вегетативные нарушения, реже встречались расстройства терморегуляции, гипервентиляционные нарушения и ещё реже – явления тетании. При проведении стимуляционной ЭНМГ в 6,4% случаев была установлена субклиническая стадия дистальной полиневропатии конечностей. У пациентов с установленным диагнозом в виде полиневропатии, вегетососудистые нарушения сочетались с гипестезией периферической локализации.

Анализ показателей регистрации соматосенсорных вызванных потенциалов в зависимости от ТЭН у пациентов показал, что в группе 2 обследованных статистически значимо возрас- тала длительность интервала N10–N13, отражающего проведение от плечевого сплетения до нижних отделов ствола мозга (с 3,7 (3,2–4,8) до 4,2 (3,6–4,8) мс, при $p < 0,05$).

Анализ данных ЭНМГ-обследования выявил снижение менее значения нормы скорости распространения возбуждения (СРВ) в области локтевого сустава и субпороговое снижение СРВ по большеберцовому нерву у обследованных лиц первой группы (табл. 1). У лиц с большей ТЭН (группа 2) отмечалось статистически значимое снижение СРВ в области локтевого сустава при сравнении с данными первой группы. Наблюдалось снижение менее значения нормы СРВ по большеберцовому нерву. Кроме того, выявлены статистически значимые различия между показателями второй группы обследованных и контрольной группой. Так, при сравнении с контролем, статистически значимо снижалась амплитуда М-ответа и скорость проведения импульса в дистальном отделе нервного ствола по срединному нерву. Отмечалось значимое снижение СРВ при стимуляции большеберцового нерва.

При обследовании сенсорных аксонов периферических нервов выявили снижение СРВ менее значения нормы (50 м/с) по икроножному нерву у пациентов первой группы. Во второй группе при сравнении с результатами первой группы отмечалось статистически значимое снижение амплитуды сенсорного компонента локтевого нерва и более выраженное снижение СРВ по афферентным аксонам на нижних конечностях (табл. 2). Кроме того, выявлены статистически значимые различия между показателями второй группы обследованных и контрольной группой. Так, при сравнении с контролем, статистически значимо снижалась амплитуда сенсорного ответа срединного и локтевого нервов. Отмечалось значимое снижение СРВ при стимуляции икроножного нерва.

Обсуждение

Основным неблагоприятным фактором в производстве ПВХ является воздействие на работающих ВХ – вещества нейротропного действия I класса опасности. Необходимо отметить, что внедрение в производстве ПВХ комплекса мероприятий санитарно-гигиенического и инженерно-технического характера (оборудование укрытий и аспирационных устройств от мест загрузки инициаторов полимеризации, оснащение оборудования системами блокировки и сигнализации, модер-

Таблица 2

Показатели скорости распространения возбуждения по афферентным аксонам у обследованных лиц в зависимости от ТЭН, Me (Q25–Q75)

Показатель ЭНМГ-обследования	Обследованный нерв		
	срединный	локтевой	икроножный
<i>1-я группа, n = 31</i>			
Амплитуда сенсорного компонента (мкВ)	4,6 (2,4–6,3)	5,1 (3,7–7,8)	6,4 (4,2–8,3)
СРВ (м/с)	61,1 (53,2–64,1)	58,0 (48,3–63,6)	43,7 (36,4–46,7)
<i>2-я группа, n = 11</i>			
Амплитуда сенсорного компонента (мкВ)	4,3 (3,0–5,1)* ²⁻³	3,8 (3,1–5,9)* ^{2-1*2-3}	6,9 (5,8–8,9)
СРВ (м/с)	59,4 (58,0–66,0)	60,0 (53,7–60,9)	42,2 (41,5–51,3)* ²⁻³
<i>Контрольная группа, n = 30</i>			
Амплитуда сенсорного компонента (мкВ)	5,3 (4,4–7,0)	6,6 (5,5–7,0)	5,09 (4,9–8,0)
СРВ (м/с)	67,4 (61,0–69,0)	65,3 (61,4–67,0)	60,0 (55,7–62,0)

низация транспортных линий ВХ с целью снижения коррозии трубопроводов, установка сушилок непрерывного действия с дозаторами и устройством автоматизированной загрузки и выгрузки полимера, замена центрифуг на автоматические и камерные фильтр-прессы с механической выгрузкой продукта и др.) способствовало существенному снижению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. В результате в настоящее время наблюдается воздействие малых доз токсикантов на работающих. По данным, полученным сотрудниками ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований» [22], несмотря на оптимизацию условий труда, снижение концентраций ВХ в воздухе рабочей зоны у работников с увеличением токсических экспозиционных нагрузок ВХ отмечается возрастание уровней накопленной заболеваемости, что может являться результатом воздействия токсикантов, в том числе ВХ.

При развитии нейроинтоксикации в результате воздействия токсического фактора на производстве, каждая стадия заболевания характеризуется различными неврологическими синдромами. Причём функциональные изменения в состоянии центральной нервной системы проявляются уже на ранних стадиях патологии [23–26]. Выявляемые патологические изменения в состоянии нервной системы работников представлены в виде астенических состояний с вегетативной дисфункцией с кардиоваскулярными и периферическими вегетативными нарушениями. В литературе описываются изменения биоэлектрической активности мозга [25]. При воздействии ВХ формируются объективные нарушения высших психических функций, что является подтверждением сведений о нейротоксичности ВХ и тропизме соединения к корковым структурам и подкорковым образованиям головного мозга [27].

Работа посвящена изучению функционального состояния центральных афферентных проводящих структур и аксонов периферических нервов у стажированных лиц, подвергавшихся воздействию ВХ в зависимости от величины ТЭН. Результаты свидетельствуют об эффективности ЭНМГ-обследования для выявления изменений в состоянии периферических нервов, что позволяет верифицировать наличие полиневропатии токсического генеза у пациентов, подвергавшихся воздействию ВХ. Нами доказана сопряжённость выявленных изменений в центральной и периферической нервной системе от величины ТЭН. Причём наиболее выраженные изменения регистрируются у лиц с чрезвычайно высоким значением ТЭН и заключаются в изменении функционального состояния нейронов нижнего отдела ствола мозга. На периферическом уровне отмечаются демиелинизирующие изменения моторных и сенсорных аксонов локтевого и большеберцового нервов, что согласуется с данными литературы [28, 29].

Можно также согласиться с авторами, что при интоксикации ВХ наибольшее значение в реализации эффекта интоксикации и развитии патологических процессов принадлежит продукту окисления S-(2-хлорэтил)цистеин [1]. Винилхлорид и его производные вступают в реакции конъюгации с SH-группами, ковалентно связываются с белками и нуклеиновыми кислотами, в конечном счёте обуславливая влияние соединения на клеточные мембраны и внутриклеточные структуры [30].

Выявленная нами зависимость выраженности характера изменений в состоянии проводящих путей центральной нервной системы и периферических нервов от уровня ТЭН свидетельствует о токсическом действии ВХ. В качестве профилактических мероприятий, направленных на предупреждение развития патологии периферических нервов от воздействия ВХ, необходимо рекомендовать включение в периодические медицинские осмотры проведение ЭНМГ, проведение курсов реабилитации и целевого оздоровления, в т. ч. санаторно-курортного лечения.

Выводы

1. В группе лиц, с чрезвычайно высоким уровнем ТЭН ВХ, выявлены изменения в состоянии центральных афферентных проводящих путей, заключающиеся в нарушении функционирования нейронов нижнего отдела ствола мозга.

2. Установлено, что возрастание величины ТЭН сопровождается процессом демиелинизации моторных и сенсорных аксонов локтевого и большеберцового нервов.

3. Выявлена зависимость выраженности изменений в проводящих структурах от величины ТЭН, что свидетельствует о влиянии ВХ на состояние аксонов периферического и центрального отделов нервной системы.

Финансирование. Работа выполнена в рамках средств, выделяемых для выполнения государственного задания ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

(пп. 2, 3, 11, 16, 17, 19, 23, 24, 29 см. References)

1. Могилёнок Л.А., Киселев Д.Б., Криницын Н.В., Филиппов В.Л. Влияние винилхлорида на состояние здоровья работающих. «Химическая безопасность Российской Федерации в современных условиях». Всероссийская научно-практическая конференция. СПб. 2010; 285-288.
2. Гришин А.Н., Гуткович С.А. Свойства концентрированных растворов поливинилхлорида. *Пластические массы*. 2010; 2: 29-32.
3. Флид М.Р., Трегер Ю.А. *Винилхлорид: химия и технология*. М.: Калвис, 2008. 584 с.
4. Малышева А.Г., Рахманин Ю.А. *Физико-химические исследования и методы контроля веществ в гигиене окружающей среды*. СПб: Проффессионал; 2014.
5. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины. *Гигиена и санитария*. 2014; 5: 5–11.
6. Журба О.М., Шаяхметов С.Ф., Алексеенко А.Н., Меринов А.В., Дорогова В.Б. Исследование биомаркера экспозиции хлорорганических соединений у рабочих производств винилхлорида и поливинилхлорида. *Гигиена и санитария*. 2018; 2: 160–4.
7. Капустина Е.А., Русанова Д.В. Электронейромиографические проявления при экспериментальной интоксикации винилхлоридом. *Acta biomedica scientifica*. 2007; 6: 78-80
8. Шаяхметов С.Ф., Дьякович М.П., Мешакова Н.М. Оценка профессионального риска нарушений здоровья работников предприятий химической промышленности. *Медицина труда и промышленная экология*. 2008; 8: 27–33.
9. Катаманова Е.В., Дьякович М.П., Кудаева И.В., Шевченко О.И., Ещина И.М., Рукавишников В.С. и др. Клинические и нейрофизиологические особенности нарушений здоровья работников в зависимости от экспозиционной нагрузки винилхлоридом. *Гигиена и санитария*. 2016; 12: 1167–71.
10. Кудаева И.В., Бударина Л.А., Маснавиева Л.Б. Закономерности нарушений биохимических процессов при воздействии нейро-

- токсических веществ различной природы. *Медицина труда и промышленная экология*. 2008; 8: 7–11.
14. Кудяева И.В., Бударина Л.А. Показатели белкового обмена у лиц, экспонированных винилхлоридом. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2012; 9: 91.
 15. Колесов В.Г., Электронеуромиография в диагностике вибрационной болезни. *Медицина труда и промышленная экология*. 1999; 2: 8-12.
 18. Русанова Д.В., Лахман О.Л. Изменения состояния центральных и периферических проводящих систем у стажированных работников химических производств. *Acta biomedica scientifica*. 2008; 5: 19-23.
 20. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Р.2.2.2006-05. М.: ФЦ ГСЭН МЗ России; 2005.
 21. Николаев С.Г. *Практикум по клинической электронеуромиографии*. Иваново: ИГМА; 2003.
 22. Мешакова Н.М., Дьякович М.П., Шаяхметов С.Ф., Дьякович О.А., Тележкин О.А. Оценка риска нарушений здоровья и качества жизни работников современного производства поливинилхлорида. *Медицина труда и промышленная экология*. 2014; 4: 24-29.
 25. Могилenkova Л.А. Воздействие винилхлорида на состояние здоровья работающих в производственных условиях. *Medline.ru. Российский биомедицинский журнал*. 2011; 2: 558-71.
 26. Соседова Л.М., Голубев С.С., Титов Е.А., Патоморфологические аспекты воздействия винилхлорида на ткань головного мозга белых крыс в динамике постконтактного периода. *Токсикологический вестник*. 2009; 5: 23-6.
 27. Соседова Л.М., Капустина Е.А., Титов Е.А. Морфо-функциональные нарушения у крыс при воздействии винилхлорида в отдаленном периоде интоксикации. *Медицина труда и промышленная экология*. 2008; 1: 24-9.
 28. Бодиенкова Г.М., Алексеев Р.Ю. Состояние функциональных систем организма работающих в производстве винилхлорида (обзор). *XXI век. Техносферная безопасность*. 2016; 1: 82-7.
 30. Кондрашов В.А. *Значение кожного пути поступления химических веществ в организм и профилактика перкутанных отравлений*. СПб.: ЭЛБИ-СПб; 2014. 288.
 10. Shayakhmetov S.F., Dyakovitch M.P., Meshchakova N.M. Assessment of occupational risk of health disorders in chemical industry workers. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2008; 8: 27–33. (in Russian)
 11. Fazeul H. Molecular modeling analysis of the metabolism of vinyl chloride. *J. of Pharmacology and Toxicology*. 2006; 4(1): 299–316.
 12. Katamanova E.V., Dyakovich M.P., Kudaeva I.V., Shevchenko O.I., Eshchina I.M., Rukavishnikov V.S. etc. Clinical and neurophysiological features of health disorders of workers depending on the exposure load with vinyl chloride. *Hygiene and sanitation*. 2016; 12: 1167-71. (in Russian)
 13. Kudaeva I.V., Budarina L.A., Masnavieva L.B. Patterns of violations of biochemical processes under the influence of neurotoxic substances of different nature. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2008; 8: 7–11. (in Russian)
 14. Kudaeva I.V., Budarina L.A. Indicators of protein metabolism in persons exposed to vinyl chloride. *Clinical laboratory diagnostics*. 2012; 9:91-6. (in Russian)
 15. Kolesov V.G. Electroneuromyography in the diagnosis of vibration disease. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2008; 8: 7–11. (in Russian)
 16. Benaim J.L.; Amar O; Alliez A; Bertrand B, Annales De Chirurgie Plastique Et Esthetique. The interest of electroneuromyography in peripheral facial palsy. *Ann Chir Plast Esthet*, 2015; 60 (5): 374-6.
 17. De Jesus Filho A.G., do Nascimento B.F., Amorim Mde C., Naus R.A., Loures Ede A., Moratelli L. Comparative study between physical examination, electroneuromyography and ultrasonography in diagnosing carpal tunnel syndrome. *Rev Bras Ortop*. 2014; 49(5): 446-51.
 18. Rusanova D.V., Lakhman O.L. Changes in the state of central and peripheral conducting systems among trained workers in chemical industries. *Acta biomedica scientifica*. 2008; 5: 19-23. (in Russian)
 19. Brandt-Rauf P.W., Li Y., Long C., Monaco R. Plastics and carcinogenesis: The example of vinyl chloride. *Journal of Carcinogenesis*. 2012; 11: 5–8.
 20. Guide to a hygienic assessment of factors of a working environment and labour process. Criteria and classification of working conditions: R. 2.2.2006-05. Moscow; 2005. (in Russian)
 21. Nikolaev S.G. Workshop on clinical electroneuromyography. [Praktikum po klinicheskoy elektroneuromiografii]. Ivanovo: IGMA; 2003. (in Russian)
 22. Meshchaykova N.M., Dyakovitch M.P., Shayakhmetov S.F., Dyakovitch O.A., Bogie. Assessment of the risk of health and quality of life of workers in the modern production of polyvinyl chloride. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2014; 4: 24-29. (in Russian)
 23. Sherman M. Vinyl chloride and the liver. *Journal of Hepatology*. 2009; 51(6): 1074–81.
 24. Wang X.X., Xiao J.W., Meng H.L., Cui T. et al. Effect of vinyl chloride on reproductive and endocrine system of male rats. *Chinese journal of industrial hygiene and occupational disease*. 2010; 28 (7): 517–20
 25. Mogilenkova L.A., Effects of vinyl chloride on the health of workers in the workplace. *Medline.ru. Rossiyskiy biomeditsinskiy zhurnal*. 2011; 2: 558-71. (in Russian)
 26. Sosedova L.M., Golubev S.S., Titov E.A. Pathomorphological aspects of the effect of vinyl chloride on the brain tissue of white rats in the dynamics of the post-contact period. *Toksikologicheskiy vestnik*. 2009; 5: 23-6. (in Russian)
 27. Sosedova L. M., Kapustina E. A., Titov E. A. Morpho-functional disorders in rats exposed to Lice in a long period of intoxication. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2008; 1: 24-29. (in Russian)
 28. Bodienkova G.M., Alekseev R.Yu. The state of functional systems of the organism working in the production of vinyl chloride (review). *XXI vek. Tekhnosfernaya bezopasnost*. 2016; 1: 82-7. (in Russian)
 29. Mutlu E., Collins L.B., Stout M.D., Upton P.B. et al. Development and application of an LC-MS/MS method for the detection of the vinyl chloride-induced – DNA adduct N2,3-ethenoguanine in tissues of adult and weanling rats following exposure to [(13)C(2)]-VC. *Chemical research of toxicology*. 2010. 23(9): 1485–91.
 30. Kondrashov V.A. The importance of clanutri chemicals entering the body and prevention of perch travel. SPb.: ELBI-SPb; 2014. 288. (in Russian)

References

1. Mogilenkova L.A., Kiselev B.D., Krinitsyn N.V., Filippov V.L. The impact of vinyl chloride on the health of workers. Chemical safety of the Russian Federation in modern conditions. All-Russian scientific-practical conference. [Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya]. SPb; 2010: 285-288. (in Russian)
2. Bolognesi C., Bruzzone M., Ceppi M., Kirsch-Volders M. The lymphocyte cytokinesis block micronucleus test in human populations occupationally exposed to vinyl chloride: A systematic review and meta-analysis. *Mutation Research*. 2017; 774: 1-11.
3. Lotti M. Do occupational exposures to vinyl chloride cause hepatocellular carcinoma and cirrhosis. *Liver International*. 2017; 37(5): 630–633.
4. Grishin A.N., Gutkovich S.A. Properties of concentrated solutions of polyvinylchloride *Plasticheskiye massy*. 2010; 2: 29-32. (in Russian)
5. Flid M.R., Treger Yu.A. Vinylchloride: chemistry and technology. M.: Calvis. 2008. 584 p. (in Russian)
6. Malysheva A.G., Rakhmanin Yu.A. *Physico-chemical studies and control methods of substances in environmental hygiene*. St. Petersburg: Professional; 2014. (in Russian)
7. Rakhmanin Yu. A., Mikhailova R. I. Environment and health: preventive medicine priorities. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 5: 5-11. (in Russian)
8. Zhurba O.M., Shayakhmetov S.F., Alekseenko A.N., Merinov A.V., Dorogova V.B. Study of the biomarker of exposure of organochlorine compounds in workers production of vinyl chloride and polyvinyl chloride. *Gigiena i sanitariya*. 2018; 97 (2): 160-4. (in Russian)
9. Kapustina E.A., Rusanova D.V. EMG manifestations in experimental intoxication with vinylchloride. *Acta biomedica scientifica*. 2007; 6: 78-80. (in Russian)