



Сливницына Н.В.^{1,2}, Русанова Д.В.¹, Катаманова Е.В.^{1,2}, Лахман О.Л.^{1,2},
Кулешова М.В.¹, Купцова Н.Г.¹

Комплексное лечение вибрационной болезни методами рефлексотерапии и импульсной магнитной стимуляции

¹ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск, Россия;

²Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 664049, Иркутск, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. При базовом лечении ряда патологий, в том числе невропатий, являющихся одним из основных проявлений вибрационной болезни (ВБ), отдаётся предпочтение использованию нескольких физических методов, что позволяет получить эффект, недостижимый в случае применения только одного из воздействующих факторов.

Цель исследования — повышение эффективности немедикаментозного лечения вибрационной болезни, связанной с воздействием локальной вибрации.

Материалы и методы. Проведено комплексное лечение методами иглорефлексотерапии (ИРТ) и импульсной магнитной стимуляции (МС) 38 лиц мужского пола с ВБ, связанной с воздействием локальной вибрации (средний возраст $47,6 \pm 4,3$ года, средний стаж работы в контакте с локальной вибрацией — $20,8 \pm 3,4$ года). Качество лечения оценивалось по результатам ЭЭГ, электронейромиографии (ЭНМГ) и регистрации соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП), альгезиметрии, определения вибрационной чувствительности (ВЧ). Проводилось психологическое обследование.

Результаты. После лечения установлено улучшение параметров зрительных и соматосенсорных вызванных потенциалов, вибрационной чувствительности и результатов альгезиметрии. Отмечалось возрастание времени распространения возбуждения по афферентным и эфферентным аксонам, нормализовались мнестико-аттенционная и психоэмоциональная сферы деятельности. Использование методов терапии ослабляло хронизацию патологического процесса, предотвращало уход пациентов в болезнь.

Ограничения исследования. Ограничением исследования может считаться то, что тестирование немедикаментозных методов лечения не сопоставлялось с результатами, полученными при медикаментозной терапии.

Заключение. Предложенная терапия расширила возможности реабилитации пациентов с ВБ. Применение ИРТ в комплексе с МС повысило уровень компенсаторно-восстановительных процессов центральной и периферической нервной системы. Предложенный метод лечения не требует пребывания пациентов в стационаре, что позволит сократить затраты на лечение.

Ключевые слова: иглорефлексотерапия; импульсная магнитная стимуляция; электронейромиография; вибрационная болезнь

Соблюдение этических стандартов. Заключение ЛЭК ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований» № 32 от 10.09.2019 г.

Для цитирования: Сливницына Н.В., Русанова Д.В., Катаманова Е.В., Лахман О.Л., Кулешова М.В., Купцова Н.Г. Комплексное лечение вибрационной болезни методами рефлексотерапии и импульсной магнитной стимуляции. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(11): 1321–1327. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-11-1321-1327> <https://elibrary.ru/dffbjk>

Для корреспонденции: Русанова Дина Владимировна, e-mail: dina.rusanova@yandex.ru

Участие авторов: Сливницына Н.В., Русанова Д.В. — концепция и дизайн исследования, сбор материала и обработка данных, статистическая обработка, написание текста, структурирование и редактирование статьи; Катаманова Е.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста; Лахман О.Л. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Кулешова М.В., Купцова Н.Г. — сбор и обработка материала, написание текста. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Финансирование осуществлялось в рамках выполнения Государственного задания по фундаментальным и поисковым научным исследованиям. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 13.05.2024 / Поступила после доработки: 23.10.2024 / Принята к печати: 19.11.2024 / Опубликовано: 17.12.2024

Natalya V. Slivnitsyna^{1,2}, Dina V. Rusanova¹, Elena V. Katamanova^{1,2}, Oleg L. Lakhman^{1,2},
Marina V. Kuleshova¹, Natalya G. Kuptsova¹

Complex treatment of the vibration disease by reflexotherapy and pulsed magnetic stimulation

¹East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation;

²Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Irkutsk, 664049, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. In the basic treatment of a number of diseases, including neuropathies, which are one of the main manifestations of vibration disease (VD), preference is given to the complex use of several physical methods, which allows obtaining an effect that is not achievable if only one of the influencing factors is used.

The aim of the study. Improving the effectiveness of drug-free treatment of the vibration disease associated with exposure to local vibration.

Materials and methods. Using the combined effects of acupuncture (IRT) and pulsed magnetic stimulation (MS), there were treated thirty eight male patients (average age 47.6 ± 4.3 years, average work experience in contact with local vibration — 20.8 ± 3.4 years). All cases had a diagnosis of VD associated with exposure to local vibration. The effectiveness of treatment was assessed by the results of EEG, electroneuromyography (ENMG), and registration of somatosensory evoked potentials (SSVP), algometry, and determination of vibration sensitivity. A psychological examination was conducted.

Results. After treatment, an improvement in indices of visual and somatosensory evoked potentials, vibration sensitivity and algesimetry data was found. There was an increase in the time of propagation of arousal along afferent and efferent axons, and the mnemonic-attentional and psychoemotional spheres of activity were normalized. The use of therapy methods weakened the chronization of the pathological process, prevented patients from becoming ill.

Limitations. The limitation of the study may be that the testing of non-drug treatments was not compared with the results obtained with drug therapy.

Conclusion. The proposed therapy has expanded the possibilities of rehabilitation in VD patients. The use of IRT in combination with MS increased the level of compensatory and restorative processes in the central and peripheral nervous systems. The proposed treatment method does not require patients to stay in a hospital, which will reduce treatment costs.

Keywords: acupuncture; pulsed magnetic stimulation; vibration disease

Compliance with ethical standards. Conclusion of the Local Ethic Committee of the East Siberian Institute of Medical and Environmental Research, No. 32 dated 09.10.2019.

For citation: Slivnitsyna N.V., Rusanova D.V., Katamanova E.V., Lakhman O.L., Kuleshova M.V., Kuptsova N.G. Complex treatment of the vibration disease by reflexotherapy and pulsed magnetic stimulation. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal.* 2024; 103(11): 1321–1327. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-11-1321-1327> <https://elibrary.ru/dffbjk> (In Russ.)

For correspondence: Dina V. Rusanova, e-mail: dina.rusanova@yandex.ru

Contribution: Slivnitsyna N.V., Rusanova D.V. — the concept and design of the study, the collection of material and data processing, statistical processing, text writing, formatting and editing an article; Katamanova E.V. — concept and design of the study, collection and processing of material, writing and formatting of the article; Lakhman O.L. — concept and design of the study, editing; Kuleshova M.V., Kuptsova N.G. — collection and processing of material, writing and formatting of the article. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: May 13, 2024 / Revised: October 23, 2024 / Accepted: November 19, 2024 / Published: December 17, 2024

Введение

В настоящее время растёт интерес к нефармакологическим методам лечения, в том числе по причине увеличения числа людей, страдающих аллергическими реакциями на различные лекарственные средства. Одним из активно применяемых методов немедикаментозного лечения является иглорефлексотерапия (ИРТ). К достоинствам ИРТ можно отнести сравнительную простоту, экономичность, отсутствие аллергических реакций или каких-либо других серьёзных осложнений [1, 2].

К наиболее эффективным способам немедикаментозного лечения относится импульсная магнитная стимуляция (МС). Метод основан на применении электромагнитной индукции, которая приводит к гиперполяризации или деполяризации нейронов. Метод в настоящее время активно развивается, в литературе публикуются новые результаты применения МС при различных нозологиях [3–5].

Ранее авторами был описан метод применения ИРТ при лечении пациентов с вибрационной болезнью (ВБ), связанной с воздействием локальной вибрации [6]. Было достигнуто несомненное положительное воздействие на системы организма пролеченных пациентов, однако не наблюдались позитивные результаты при воздействии на структуры головного мозга. Данный факт подтверждался отсутствием изменений при электроэнцефалографии (ЭЭГ).

Также было выполнено исследование, заключающееся в лечении методом импульсной МС пациентов с ВБ, связанной с воздействием локальной вибрации [7]. Следует отметить, что при базовом лечении ряда болезней, в том числе невропатии, которая является одним из основных проявлений ВБ, предпочтительно комплексное применение нескольких физических методов, в результате чего достигается более выраженный эффект, нежели при использовании только одного из терапевтических факторов.

Поэтому целью предложенного нами способа терапии являлось повышение качества немедикаментозного лечения вибрационной болезни, связанной с воздействием локальной вибрации.

Для достижения поставленной цели применялся метод ИРТ в комплексе с импульсной МС.

Материалы и методы

Были обследованы и получили лечение 38 лиц мужского пола с установленным диагнозом ВБ, связанной с воздействием локальной вибрации. Средний возраст пациентов был $47,6 \pm 4,3$ года, средний стаж работы в контакте с локальной вибрацией — $20,8 \pm 3,4$ года.

Критерий включения пациентов в исследование — профессиональная патология, установленная во время работы в контакте с вибрацией. Критерии исключения — наличие острых инфекционных болезней на момент обследования или обострение хронической патологии, наличие в анамнезе инсульта, инфаркта, ИБС, почечной, печёночной недостаточности, туберкулёза, новообразований.

Для достижения поставленной цели применялся метод ИРТ в комплексе с импульсной МС.

В основе лечения ВБ, связанной с воздействием локальной вибрации, методом акупунктуры лежит введение игл в корпоральные и аурикулярные точки: в корпоральные точки — стальные иглы на 30 мин; в аурикулярные — стальные иглы на 40 мин; 10 процедур на курс. Дополнительно к точкам общего действия (корпоральные GJ10(2) (шоу-сань-ли), E36(2) (цзу-сань-ли) и аурикулярные AT55 (шэнь-мэнь), AT34 (кора головного мозга), AT25 (ствол мозга)) воздействовали на акупунктурные точки 26-а — таламус (гипоталамус по П. Ножье) и 28 — нао-чуй-ти (гипофиз — нарушение функции гипофиза и других желёз внутренней секреции). По ходу чудесных меридианов (ЧМ)^{*} также дополнительно воздействовали на наиболее болезненные точки. После каждого сеанса применяли поверхностное иглоукалывание иглычатым молоточком: район центральной части темени; линии воздействия: 4 круговые линии с центром в точке T20 в течение 5–7 мин. Воздействие ИРТ сочеталось с действием импульсной МС.

Сеансы МС осуществляли с помощью стимулятора «Нейро-МС» ПС014.01.003.001 (ООО «Нейрософт», Ивано-во). Доза стимуляции подбиралась экспериментально. Применяемая величина импульса являлась щадящей, не создающей дискомфорта у пациентов, и, как правило, она составляла 50–60% от максимальной мощности стимулятора в 2,2 Тл с частотой воздействия 2,5 Гц. Время стимуляции (3,5 мин) — продолжительность воздействия на каждую область — было достаточным для формирования терапевтического эффекта, позволяющего увеличивать скорость восстановительных процессов. Первоначально катушка койла располагалась в проекции соматосенсорной зоны коры головного мозга, продолжительность процедуры — 3 мин. Затем койл располагался над остистым отростком позвонка С7, проводилось воздействие в течение 3 мин с интенсивностью 50–60% от максимальной величины. Курс лечения

^{*} Чудесные меридианы в рамках традиционной китайской медицины представляют собой автономные кибернетические системы, действующие по принципу функциональных систем П.К. Анохина в рамках организма человека как целостной функциональной системы.

Таблица 1 / Table 1

Изменение зрительных вызванных потенциалов на фоне лечения методом ИРТ в комплексе с МС, *Me* (*Q*₂₅–*Q*₇₅)
Changes in visual evoked potentials during IRT treatment in combination with MS, *Me* (*Q*₂₅–*Q*₇₅)

Показатель Indicators	До лечения Before treatment	После лечения After treatment	<i>p</i>
Латентность P200, мс / Latency P200, ms	194.4 (141.8–206.0)	137.4 (115.5–159,8)	< 0.05
Амплитуда N1, μВ / The amplitude N1, μV	2.8 (1.3–5.6)	7.1 (3,2–8.9)	< 0.05

состоял из 10–12 сеансов. После проведённого сеанса терапии пациент отдыхал в палате в течение 30–60 мин. Пациенты не получали иного медикаментозного лечения и коррекции методами физиотерапии, за исключением ИРТ и импульсной МС. Всего в течение курса проводилось 10–12 сеансов.

Оценка качества проведённого лечения заключалась в регистрации энцефалограммы на комплексе ДХ-NT 32.VI.9. Использовали программу Brainlok, в проведении стимуляционной электронейромиографии (ЭНМГ) и регистрации соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) – электронейромиограф «Нейро-ЭМГ-Микро», ООО «Нейрософт», Иваново). Выполняли альгезиметрию (альгезиметр АВ-65), определяли вибрационную чувствительность (ВЧ) (вибротестер ВТ-02-1). Психологическое обследование включало изучение кратковременной и отсроченной вербальной памяти («Запоминание 10 слов» А.Р. Лурия [8]), функции внимания (проба Бурдона [8]), психоэмоциональной сферы – измерение тревожности («Шкала оценки уровня реактивной и личностной тревожности» Спилбергера – Ханина [9]), уровня депрессии (шкала депрессии В. Зунга [9]). Исследования с применением перечисленных методов проводили до и после сеансов терапии.

Динамику нейрофизиологических показателей в результате лечения методом ИРТ в комплексе с МС сопоставляли с результатами лечения больных ВБ от воздействия локальной вибрации, у которых применялся только метод ИРТ, и больных ВБ от воздействия локальной вибрации, получавших лечение методом магнитной стимуляции.

В группе пациентов с ВБ, для лечения которых применялся метод иглорефлексотерапии, было 24 человека, средний возраст – 49,9 ± 3,8 года, средний стаж – 19,4 ± 4,3 года [6].

В группу пациентов, получавших лечение методом магнитной стимуляции, вошли 24 человека (лица мужского пола, средний возраст 48,8 ± 3,4 года, стаж контакта с локальной вибрацией на производстве 18,1 ± 3,4 года) [7].

Полученные в результате исследования данные подвергались статистической обработке, применяли пакеты прикладных программ Statistica v. 6.0 (Stat Soft Inc., США) (лицензия № АХХR004Е642326FА, правообладатель ФГБНУ ВСИМЭИ). Данные проверяли на нормальность распределения имеющихся признаков, использовали метод Шапиро – Уилка. Полученные показатели сравнивали между собой, применяли параметрические и непараметрические методы. Результаты представлены в форме средней

арифметической (*M* ± *m*) для параметрических параметров и в форме медианы *Me* (*Q*₂₅–*Q*₇₅) – для непараметрических. При сравнении групп статистически значимыми различия считали при *p* < 0,05.

Результаты

Результаты регистрации ЭЭГ показали, что после сеансов немедикаментозной терапии ИРТ в комплексе с МС отмечалась положительная динамика биоэлектрической активности головного мозга: увеличивалась амплитуда компонента N1 и снижалась латентность компонента P200 зрительных вызванных потенциалов (табл. 1).

Анализ показателей ССВП выявил восстановление до значений нормы ранее увеличенного латентного периода компонентов N13, P18, N20, N30, а также уменьшение длительности интервала N13–N20 (табл. 2).

После курса проведённой терапии отмечалось восстановление ранее сниженной скорости проведения импульса (СПИ) в дистальном отделе срединного нерва и по моторному компоненту локтевого нерва в области локтевого сустава (табл. 3). При тестировании сенсорного компонента скорость возрастала до значений нормы СПИ по аксонам верхних и нижних конечностей.

По данным, характеризующим вибрационную чувствительность, отмечалось возрастание чувствительности при 63 Гц на скуловой кости, фаланге 2-го пальца кисти, выступающей части внутренней лодыжки. Исследование при 125 Гц установило возрастание показателей на локтевом отростке, фаланге 2-го пальца кисти, выступающей части внутренней лодыжки; при 250 Гц улучшились результаты исследования на скуловой кости и локтевом отростке (табл. 4).

Альгезиметрия показала улучшение показателей чувствительности в следующих точках: на локтевом отростке, фаланге 2-го пальца кисти, бугорке большеберцовой кости (табл. 5). Таким образом, после проведённого лечения у пациентов снижался порог вибрационной и болевой чувствительности.

Изменения мнестической и аттенционной сфер на фоне лечения показали положительную динамику при оценке оперативной вербальной памяти (с 5,8 до 7,1 ед.; *p* < 0,01), при исследовании продуктивности долговременного запоминания (с 4,7 до 6,4 ед.; *p* < 0,02), а также увеличение объёма и устойчивости внимания (с 1211,2 до 1298,7 ед. и с 0,006 до 0,039 соответственно) (табл. 6).

Таблица 2 / Table 2

Изменение показателей соматосенсорных вызванных потенциалов на фоне лечения методом ИРТ в комплексе с МС, *M* ± *m*
Changes in indices of somatosensory evoked potentials against the background of IRT treatment in combination with MS, *M* ± *m*

Показатель / Index		До лечения Before treatment	После лечения After treatment	<i>p</i>
Латентный период The latency period	Компонент N13, мс / Component N13, ms	14.85 ± 0.04	12.40 ± 0.04	< 0.05
	Компонент P18, мс / Component N18, ms	19.29 ± 0.02	18.18 ± 0.02	< 0.05
	Компонент N20, мс / Component N20, ms	21.17 ± 0.05	20.00 ± 0.02	< 0.05
	Компонент N30, мс / Component N30, ms	32.85 ± 0.06	29.74 ± 0.03	< 0.05
Длительность интервалов Duration of intervals	N13–N20, мс (ms)	7.16 ± 0.04	6.02 ± 0.02	< 0.05

Таблица 3 / Table 3

Изменение скорости проведения импульса по периферическим нервам на фоне лечения методом ИРТ в комплексе с МС, $M \pm m$
Change in the pulse conduction velocity (PCV) along peripheral nerves during treatment with IRT in combination with MS, $M \pm m$

Показатель / Index		До лечения Before treatment	После лечения After treatment	<i>p</i>
Моторный компонент периферических нервов The motor component of peripheral nerves	СПИ в дистальном отделе срединного нерва, м/с PCV in the distal median nerve, m/s	48.2 ± 1.05	51.68 ± 1.24	< 0.05
	СПИ по локтевому нерву в области локтевого сустава, м/с PCV along the ulnar nerve in the area of the elbow joint, m/s	45.74 ± 1.28	50.35 ± 1.13	< 0.05
Сенсорный компонент периферических нервов Sensory component of peripheral nerves	СПИ по срединному нерву, м/с PCV along the median nerve, m/s	48.16 ± 0,34	51.05 ± 0,52	< 0.05
	СПИ по локтевому нерву, м/с PCV along the ulnar nerve, m/s	47.55 ± 0.48	50.18 ± 0.32	< 0.05
	СПИ по икроножному нерву, м/с PCV along the sural nerve, m/s	46.18 ± 0.64	51.26 ± 0.45	< 0.05

Таблица 4 / Table 4

Данные исследования вибрационной чувствительности на фоне лечения методом ИРТ в комплексе с МС, $Me (Q_{25}-Q_{75})$
Data from the study of vibration sensitivity against the background of IRT treatment in combination with MS, $Me (Q_{25}-Q_{75})$

Гц Hz	Показатель Index	До лечения Before treatment	После лечения After treatment	<i>p</i>
63	Скуловая кость, дБ / Zygomatic bone, dB	13.78 (11.0–18.72)	11.50 (9.50–15.78)	< 0.05
	Фаланга 2-го пальца кисти, дБ Phalanx of the 2 nd finger of the hand, dB	15.84 (10.7–20.1)	12.18 (8.92–15.8)	< 0.05
	Выступающая часть внутренней лодыжки, дБ The protruding part of the inner ankle, dB	22.34 (17.5–26.4)	19.11 (15.6–23.7)	< 0.05
125	Локтевой отросток, дБ / Ulnar process, dB	22.37 (17.7–26.78)	20.18 (16.0–22.75)	< 0.05
	Фаланга 2-го пальца кисти, дБ Phalanx of the 2 nd finger of the hand, dB	19.16 (12.75–24.0)	15.23 (9.26–18.24)	< 0.05
	Выступающая часть внутренней лодыжки, дБ The protruding part of the inner ankle, dB	23.71 (16.7–29.4)	21.12 (14.21–24.78)	< 0.05
250	Скуловая кость, дБ / Zygomatic bone, dB	18.52 (15.6–21.60)	16.02 (13.0–20.18)	< 0.05
	Локтевой отросток, дБ / Ulnar process, dB	23.51 (15.6–25.2)	19.19 (15.9–21.52)	< 0.01

Таблица 5 / Table 5

Данные альгезиметрии на фоне лечения методом ИРТ в комплексе с МС, $Me (Q_{25}-Q_{75})$
Data from an algosimetry study on the background of IRT treatment in combination with MS, $Me (Q_{25}-Q_{75})$

Показатель Index	До лечения Before treatment	После лечения After treatment	<i>p</i>
Локтевой отросток, мм / Ulnar process, mm	0.66 (0.61–0.71)	0.62 (0.58–0.63)	< 0.01
Фаланга 2-го пальца кисти, мм / Phalanx of 2 fingers of the hand, mm	0.71 (0.65–0.76)	0.64 (0.62–0.68)	< 0.01
Бугорок большеберцовой кости, мм / Tubercle of the b/tibia, mm	0.73 (0.69–0.75)	0.69 (0.64–0.71)	< 0.05

Таблица 6 / Table 6

Данные исследования мнестико-аттенционной сферы на фоне лечения методом ИРТ в комплексе с МС, $M \pm m$
These studies of the mnesic-attentional sphere against the background of IRT treatment in combination with MS, $M \pm m$

Показатель Index	До лечения Before treatment	После лечения After treatment	<i>p</i>
Оперативная вербальная память, ед. / Operative verbal memory, units	5.8 ± 0.2	7.1 ± 0.1	< 0.01
Продуктивность долговременного запоминания, ед. Productivity of long-term memorization, units	5.1 ± 0.1	6.3 ± 0.2	< 0.02
Объём внимания, ед. / The amount of attention, units	1208.1 ± 56.4	1296.3 ± 18.3	< 0.003
Устойчивость внимания, ед. / Attention stability, units	0.006 ± 0.0008	0.004 ± 0.0002	< 0.05

Таблица 7 / Table 7

Изменение мощности основных ритмов ЭЭГ при различных методах лечения (%)

Changes in the the main EEG rhythms power in various treatment methods (%)

Метод лечения Method of treatment		Ритмы ЭЭГ / EEG rhythms				
		α -ритм α -rhythm	$\beta 1$ -ритм $\beta 1$ -rhythm	δ -ритм (дельта) δ -rhythm	θ -ритм (тета) θ -rhythm	$\beta 2$ -ритм $\beta 2$ -rhythm
Воздействие импульсной магнитной стимуляции The effect of pulsed magnetic stimulation	До лечения Before treatment	25.3 (9.8–48.0)	6.5 (3.2–13.0)	44.4 (14.0–64.0)	10.0 (6.3–14.4)	8.0 (2.7–11.0)
	После лечения After treatment	29.2 (10.2–54)	6.4 (3.4–12.0)	32.7 (15.0–47.0)*	9.7 (7.2–13.8)	8.0 (2.5–12.0)
Воздействие иглорефлексотерапии The effects of acupuncture	До лечения Before treatment	24.1 (7.7–47.8)	6.6 (3.5–13.1)	44.4 (22.0–70.4)	11.4 (7.6–16.7)	5.9 (2.3–12.0)
	После лечения After treatment	31.0 (9.0–52.0)	6.7 (3.8–13.5)	30.5 (18.0–52.0)*	9.0 (6.2–13.0)	6.1 (3.2–12.9)
Комплексное воздействие ИРТ и МС The combined effects of magnetic stimulation and acupuncture	До лечения Before treatment	19.6 (6.0–46.0)	5.0 (3.0–11.0)	56.6 (21–76.1)	9.0 (6.0–16.0)	6.0 (2.4–12.0)
	После лечения After treatment	32.7 (19.0–58.0)*	5.9 (4.0–12.0)	32.1 (15.0–42.9)*	6.7 (3.0–9.6)*	6.2 (3.2–13.0)

Примечание. * – разница между показателями статистически значима, $p < 0,05$.Note: * – the difference between indices is statistically significant, $p < 0.05$.

Следует отметить, что после проведения сеансов терапии уменьшилось число лиц с повышенным уровнем тревожности и депрессии (с 32 до 13,6% и с 35,8 до 19,7% соответственно). Пациенты отмечали улучшение сна, восстановление эмоционального равновесия, что должно свидетельствовать о снижении уровня напряжённости и тревожности, достижении психологического комфорта.

Далее нами был рассчитан процент случаев восстановления ранее сниженных показателей ЭНМГ и регистрации ССВП после проведённого лечения с использованием только импульсной МС, только ИРТ и при комплексном применении предложенных методов терапии.

При анализе полученных результатов показателей ЭНМГ при комплексном воздействии ИРТ и импульсной МС значительно чаще отмечалось восстановление ранее сниженной СПИ по моторным аксонам срединного нерва (77% – запястье – локтевой сгиб против 50% при МС и 66% при ИРТ) и локтевого нерва (88% – запястье – локтевой сгиб, против 28% при МС и 60% при ИРТ). В 97% случаев восстановилась ранее сниженная СПИ по большеберцовому нерву против 40% при МС и 85% при ИРТ, в 81% случаев – по сенсорному компоненту срединного нерва (50% при МС и 40% – при ИРТ) и в 94% случаев – по икроножному нерву (33% при МС, 65% при ИРТ).

Анализ результатов ССВП показал, что в 76% случаев восстанавливалась ранее увеличенная латентность компонента N11 (30% при МС и 34% при ИРТ), в 72% – латентность компонента N18 (34% при МС и в 36% при ИРТ), в 85% случаев – компонента N20 (28% при МС, 47% при ИРТ), в 100% случаев – латентность P25 (47% при МС и 72% при ИРТ) и в 88% случаев – N30 (39% при МС и 79% при ИРТ). В 100% случаев восстанавливалась длительность интервала N11–N13 (48% при МС и 40% при ИРТ), N18–N20 (67% при МС и 50% при ИРТ), в 89% случаев – N13–N20 (29% при МС и 23% при ИРТ).

В табл. 7 отражено изменение мощности основных ритмов ЭЭГ у пациентов с ВБ на фоне проводимой терапии. Так, при использовании методов МС и ИРТ отдельно в двух группах было отмечено статистически значимое уменьшение патологической медленноволновой активности дельта-диапазона, при комплексном воздействии ИРТ и импульсной МС происходило улучшение показателей биоэлектрической активности в виде снижения медленноволновой активности дельта- и тета-диапазонов, повышение нормальной альфа-активности.

Обсуждение

Задачей предложенного нами способа лечения была разработка нового комплексного патогенетически обоснованного метода терапии ВБ, связанной с воздействием локальной вибрации. В основе разработанного метода лежало изменение состояния проводящих структур под действием ИРТ и импульсного магнитного поля, что приводило к улучшению состояния проводящих структур в центральной и периферической нервной системе, а также к уменьшению активности очагов патологического возбуждения в коре головного мозга.

В нашем исследовании были использованы корпоральные и аурикулярные точки общего действия, причём аурикулярные точки повторялись в каждом сеансе, далее применяли ЧМ, что позволило расширить область воздействия на организм. В рефлексотерапии ЧМ используются лишь при хронических болезнях или длительных некупируемых болевых синдромах. При незначительной лёгкой патологии ЧМ не действуют [10]. Лечение с использованием ЧМ обычно начинают при неэффективности подбора точек постоянных меридианов.

В нашем случае пациенты, получавшие лечение методом ИРТ в комплексе с МС, имели диагноз «вибрационная болезнь, связанная с воздействием локальной вибрации» I либо II степени (нерезко либо умеренно выраженная вегетативно-сенсорная полиневропатия рук), предъявляли жалобы на постоянные ноющие боли в руках, онемение рук, парестезии, преимущественно в ночное время и во время отдыха, снижение силы в кистях.

Электромагнитная стимуляция корешков шейного утолщения спинного мозга позволила задействовать центральный и периферический мотонейроны, создав дополнительный афферентный поток к центральному мотонейрону и эфферентный поток к периферическому нервно-мышечному аппарату [11–13]. Действие МС приводило к снижению тормозного влияния коры и ствола мозга на механизмы, регулирующие сенсорный вход, результатом чего было облегчение поступления импульсаций с сенсорных систем в центральную нервную систему [14]. Увеличивалась синаптическая активность, снижался порог синаптической передачи (снижались сенсорные пороги), увеличивался размер рецептивного поля, и, как следствие, всё перечисленное приводило к частичному разблокированию сенсорного конфликта.

Ранее Якупова Я.Г. изучала эффективность ИРТ при лечении соматоформных расстройств у работников железнодорожного транспорта, чья профессиональная деятельность связана с нервно-эмоциональным перенапряжением, неоптимальным режимом труда и отдыха, воздействием шума и вибрации [15]. Показатели уровня тревоги у обследованных снижались к концу сеансов ИРТ более чем на 50% (при медикаментозной терапии — на 40,4%). Аналогичная тенденция проявилась и в отношении уровня депрессии и вегетативных расстройств, что свидетельствовало о предпочтительности проведения рефлексотерапии при наличии клинически выраженной депрессии и тревоги.

Воздействие МС на центральную и периферическую нервную систему изучалось рядом авторов. Так, Червяков А.В. и соавт. обосновали эффективность МС в реабилитации болезней нервной системы с высоким уровнем доказанности этих эффектов [16]. Гидаева М.О. и соавт. установили, что МС префронтальной коры эффективна при коррекции вегетативных проявлений полиневропатии у горнорабочих [17].

Полученные нами результаты показали, что комплексное применение ИРТ и импульсной МС значительно повышает эффективность ранее апробированных в клинике профзаболеваний методов ИРТ и МС, что, несомненно, является положительным и перспективным. Возможно, в данном случае наблюдался известный в физиотерапии усиленный эффект от взаимодействия физических факторов, когда одновременное применение двух или более факторов вызывает эффект, отличающийся от эффекта вследствие применения каждого из них в отдельности [18, 19]. Акупунктура путём введения игл перераспределяет энергоснабжение организма, открывая или закрывая энергоузлы. Воздействие импульсным магнитным полем выполняет те же функции без поражения ткани иглой и восполняет в той или иной степени дефицит

энергообеспечения. Снижение энергодифицита запускает восстановление сложной системы обменных процессов, способствуя нормализации работы отдельных органов и систем организма [20–22].

Следует отметить, что при применении методов ИРТ и импульсной МС нет необходимости пребывания пациентов в стационаре и использования дорогостоящего лечения. В результате пациент может амбулаторно посещать медицинское учреждение для проведения необходимых процедур, время которых согласуется индивидуально. Лечение можно проходить без отрыва от работы либо в свободное от лечебных мероприятий время, пациент находится в привычной домашней обстановке, что обеспечивает ему дополнительный комфорт и положительные эмоции.

Заключение

1. У пациентов с вибрационной болезнью, связанной с воздействием локальной вибрации, на фоне комплексного проведения сеансов иглорефлексотерапии и импульсной магнитной стимуляции установлено улучшение параметров зрительных и соматосенсорных вызванных потенциалов, вибрационной чувствительности и результатов альгезиметрии.

2. После проведённой терапии у пациентов отмечалось возрастание до значений нормы времени распространения возбуждения по афферентным и эфферентным аксонам, нормализовалась мнестико-attenционная и психоэмоциональная сферы деятельности.

3. Комплексное применение иглорефлексотерапии и импульсной магнитной стимуляции, не требующее пребывания пациентов с вибрационной болезнью в стационаре, позволит при высокой эффективности терапии существенно сократить материальные затраты на лечение.

Литература

1. Карпеев А.А. Традиционная китайская медицина в России (состояние и перспективы). *Традиционная медицина*. 2007; (4): 4–7. <https://elibrary.ru/kamtej>
2. Ахмеров Н.У. *Наука акупунктуры: руководство для врачей*. Казань; 2015.
3. Червяков А.В., Пирадов М.А., Савицкая Н.Г., Черникова Л.А., Кремнева Е.И. Новый шаг к персонализированной медицине. Навигационная система транскраниальной магнитной стимуляции (NBS eximia nexstim). *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2012; 6(3): 37–46. <https://elibrary.ru/pgzot>
4. Moreno-Duarte I., Morse L.R., Alam M., Bikson M., Zafonte R., Fregni F. Targeted therapies using electrical and magnetic neural stimulation for the treatment of chronic pain in spinal cord injury. *Neuroimage*. 2014; 85(Pt. 3): 1003–13. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.05.097>
5. Hamano T., Kaji R., Fukuyama H., Sadato N., Kimura J. Lack of prolonged cerebral blood flow change after transcranial magnetic stimulation. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 1993; 89(4): 207–10. [https://doi.org/10.1016/0168-5597\(93\)90097-9](https://doi.org/10.1016/0168-5597(93)90097-9)
6. Сливниченко Н.В., Русанова Д.В., Кулешова М.В., Катаманова Е.В., Панков В.А., Лахман О.Л. Способ рефлексотерапии вибрационной болезни. Патент РФ №2654284 С1; 2018.
7. Русанова Д.В., Кулешова М.В., Катаманова Е.В., Картапольцева Н.В., Панков В.А., Лахман О.Л. и др. Вибрационная болезнь: гигиенические и лечебные аспекты. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(12): 1180–3. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1180-1183> <https://elibrary.ru/xqzrqp>
8. Бизюк А.П. *Компендиум методов нейropsychологического исследования. Методическое пособие*. СПб.: Речь; 2005. <https://elibrary.ru/qxnrtm>
9. Киришева Н.В., Рябчикова Н.В. *Психология личности: Тесты, опросники, методики*. М.: Геликон; 1995.
10. Савин Л.А., Панов Г.А., Макашова Е.С. Нейрофизиологические изменения, возникающие при проведении процедуры рефлексотерапии. *Рефлексотерапия и комплементарная медицина*. 2017; 4(22): 25–6.
11. Войтенков В.Б., Mally J., Скрипченко Н.В., Климин А.В. Транскраниальная магнитная стимуляция как диагностическая и терапевтическая методика. *Неврологический журнал*. 2015; 20(5): 1–13. <https://elibrary.ru/utaoxp>
12. Евтушенко С.К., Казарян Н.Э., Симонян В.А. Метод транскраниальной магнитной стимуляции: новые возможности в диагностике и реабилитации заболеваний нервной системы детей и взрослых. *Международный неврологический журнал*. 2012; (8): 20–31. <https://elibrary.ru/tagnxz>
13. Никитин С.С., Куренков А.Л. *Магнитная стимуляция в диагностике и лечении болезней нервной системы*. М.: САШКО; 2007.
14. Белова А.Н., Балдова С.Н. Транскраниальная магнитная стимуляция: клиническое применение и научные перспективы. *Успехи современного естествознания*. 2015; 9(1): 34–42. <https://elibrary.ru/unxddd>
15. Якупова Я.Г. Комплексное лечение соматоформных расстройств у работников железнодорожного транспорта с применением иглорефлексотерапии. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2010; (10): 98–100. <https://elibrary.ru/mtinij>
16. Червяков А.В., Пойдашева А.Г., Коржова Ю.Е., Супонева Н.А. Современные терапевтические возможности ритмической транскраниальной магнитной стимуляции в лечении заболеваний нервной системы. *Российский медицинский журнал*. 2014; 22(22): 1567. <https://elibrary.ru/thfcxn>
17. Гидаева М.О., Мартынов И.Д., Ямщикова А.В., Флейшман А.Н. Транскраниальная магнитная стимуляция префронтальной коры головного мозга для коррекции вегетативных нарушений у шахтёров с полиневропатией. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(7): 679–82. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-7-679-682> <https://elibrary.ru/fkjlula>
18. Улащик В.С. Сочетанная физиотерапия: общие сведения, взаимодействие физических факторов. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2016; 93(6): 4–11. <https://doi.org/10.17116/kurort201664-11> <https://elibrary.ru/xhugkx>
19. Беньков А.А., Нагорнев С.Н., Фролков В.К., Гусакова Е.В., Нагорнева М.С. Анализ механизмов синергических эффектов при сочетанном применении физиотерапевтических факторов. *Физиотерапевт*. 2021; (6): 44–7. <https://doi.org/10.33920/med-14-2112-08> <https://elibrary.ru/xdllua>
20. Орехова Э.М., Кульчицкая Д.Б., Кончурова Т.В., Лукьянова Т.В., Солодовникова Т.С., Гушина Н.В. и др. Роль сочетанной физиотерапии в оздоровительных и профилактических программах. *Физиотерапевт*. 2015; (6): 63–71. <https://elibrary.ru/vfnngl>
21. Петин В.Г., Журавковская Г.П. Закономерности проявления максимального синергического взаимодействия. *Радиационная биология. Радиоэкология*. 2014; 54(6): 589–96. <https://doi.org/10.7868/S0869803114060101> <https://elibrary.ru/tajxgh>
22. Колгаева Д.И., Жуманова Е.Н., Михайлова А.А., Конева Е.С., Корчакина Н.Б., Лядов К.В. и др. Влияние пульсирующего низкочастотного переменного электрического и высокоинтенсивного сфокусированного электромагнитного полей на качество жизни. *Профилактическая медицина*. 2020; 23(6–2): 99–104. <https://doi.org/10.17116/profmed20202306299> <https://elibrary.ru/ybizzk>

References

- Karpeev A.A. Traditional Chinese medicine in Russia (state and prospects). *Traditsionnaya meditsina*. 2007; (4): 4–7. <https://elibrary.ru/kamtej> (in Russian)
- Akhmerov N.U. *The Science of Acupuncture: A Guide for Doctors [Nauka akupunktury: rukovodstvo dlya vrachej]*. Kazan'; 2014. (in Russian)
- Chervyakov A.V., Piradov M.A., Savitskaya N.G., Chernikova L.A., Kremneva E.I. A new step towards personalized medicine. Transcranial Magnetic Stimulation Navigation System (NBS eximia nexstim). *Annaly klinicheskoi i eksperimental'noi neurologii*. 2012; 6(3): 37–46. <https://elibrary.ru/pfzot> (in Russian)
- Moreno-Duarte I., Morse L.R., Alam M., Bikson M., Zafonte R., Fregni F. Targeted therapies using electrical and magnetic neural stimulation for the treatment of chronic pain in spinal cord injury. *Neuroimage*. 2014; 85(Pt. 3): 1003–13. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.05.097>
- Hamano T., Kaji R., Fukuyama H., Sadato N., Kimura J. Lack of prolonged cerebral blood flow change after transcranial magnetic stimulation. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 1993; 89(4): 207–10. [https://doi.org/10.1016/0168-5597\(93\)90097-9](https://doi.org/10.1016/0168-5597(93)90097-9)
- Slivnitsyna N.V., Rusanova D.V., Kuleshova M.V., Katamanova E.V., Pankov V.A., Lakhman O.L. A method of reflexotherapy of vibration disease. Patent RF №2654284 C1; 2018. (in Russian)
- Rusanova D.V., Kuleshova M.V., Katamanova E.V., Kartapol'tseva N.V., Pankov V.A., Lakhman O.L., et al. Vibration disease: hygienic and medical aspects. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2016; 95(12): 1180–3. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1180-1183> <https://elibrary.ru/xqzrsp> (in Russian)
- Bizyuk A.P. *A Compendium of Neuropsychological Research Methods. Methodical Manual [Kompēndium metodov neiropsikhologicheskogo issledovaniya. Metodicheskoe posobie]*. St. Petersburg: Rech'; 2005. <https://elibrary.ru/qxnrrn> (in Russian)
- Kirsheva N.V., Ryabchikova N.V. *Psychology of Personality: Tests, Questionnaires, Methods [Psikhologiya lichnosti: Testy, oprosniki, metodiki]*. Moscow: Helikon; 1995. (in Russian)
- Savin L.A., Panov G.A., Makashova E.S. Neurophysiological changes that occur during the reflexotherapy procedure. *Refleksoterapiya i komplementarnaya meditsina*. 2017; 4(22): 25–6. (in Russian)
- Voytenkov V.B., Skripchenko N.V., Klimkin A.V., Mally Ju. Transcranial magnetic stimulation as a diagnostic and therapeutic tool. *Nevrologicheskii zhurnal*. 2015; 20(5): 1–13. <https://elibrary.ru/umaexp> (in Russian)
- Yevtushenko S.K., Kazaryan N.E., Simonyan V.A. Method of transcranial magnetic stimulation: new possibilities in diagnosis and rehabilitation of diseases of the nervous system in children and adults. *Mezhdunarodnyi nevrologicheskii zhurnal*. 2012; (8): 20–31. <https://elibrary.ru/ragnxz> (in Russian)
- Nikitin S.S., Kurenkov A.L. *Magnetic Stimulation in the Diagnosis and Treatment of Diseases of the Nervous System [Magnitnaya stimulyatsiya v diagnostike i lechenii boleznei nervnoi sistemy]*. Moscow: SASHKO; 2007. (in Russian)
- Belova A.N., Baldova S.N. Transcranial magnetic stimulation: clinical applications and research potential. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2015; 9(1): 34–42. <https://elibrary.ru/unxldr> (in Russian)
- Yakupova Ya.G. Complex treatment of somatoform disorders in railway workers using acupuncture. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2010; (10): 98–100. <https://elibrary.ru/mtinij> (in Russian)
- Chervyakov A.V., Poidasheva A.G., Korzhova Yu.E., Suponeva N.A. Modern therapeutic possibilities of rhythmic transcranial magnetic stimulation in the treatment of diseases of the nervous system. *Rossiiskii meditsinskii zhurnal*. 2014; 22(22): 1567. <https://elibrary.ru/thfcxn> (in Russian)
- Gidayatova M.O., Martynov I.D., Yamschikova A.V., Fleishman A.N. Effectiveness of transcranial magnetic stimulation of the prefrontal cortex for the correction of autonomic disorders in miners with polyneuropathy. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(7): 679–82. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-7-679-682> <https://elibrary.ru/fkjsla> (in Russian)
- Ulashchik V.S. Combined physical therapy: general information, interaction between physical factors. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kul'tury*. 2016; 93(6): 4–11. <https://doi.org/10.17116/kurort201664-11> <https://elibrary.ru/xhugkx> (in Russian)
- Benkov A.A., Nagornev S.N., Frolkov V.K., Gusakova E.V., Nagorneva M.S. Analysis of the mechanisms of synergistic effect in the combined use of physiotherapy factors. *Fizioterapevt*. 2021; (6): 44–7. <https://doi.org/10.33920/med-14-2112-08> <https://elibrary.ru/xdllua> (in Russian)
- Orehova E.M., Kulchickaya D.B., Konchugova T.V., Lukyanova T.V., Solodovnikova T.S., Gushchina N.V., et al. The role of combined physical therapy in wellness and prevention programs. *Fizioterapevt*. 2015; (6): 63–71. <https://elibrary.ru/vfnnql> (in Russian)
- Petin V.G., Zhurakovskaya G.P. Patterns of manifestation of maximum synergetic interaction. *Radiation biology. Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*. 2014; 54(6): 589–96. <https://doi.org/10.7868/S0869803114060101> <https://elibrary.ru/tajxgh> (in Russian)
- Kolgaeva D.I., Zhumanova E.N., Mikhailova A.A., Koneva E.S., Korchazhkina N.B., Lyadov K.V., et al. Influence of pulsating low-frequency alternating electric and high-intensity focused electromagnetic fields on the quality of life of patients with stress urinary incontinence. *Profilakticheskaya meditsina*. 2020; 23(6–2): 99–104. <https://doi.org/10.17116/profmed20202306299> <https://elibrary.ru/ybizzk> (in Russian)

Сведения об авторах

Сливницина Наталья Валерьевна, канд. мед. наук, зав. неврологическим отд. клиники ФГБНУ ВСИМЭИ, 665827, Ангарск, Россия; доцент каф. профпатологии и гигиены ИГМАПО – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, 664049, Иркутск, Россия. E-mail: knvspi@mail.ru

Русанова Дина Владимировна, доктор биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. профессиональной и экологически обусловленной патологии ФГБНУ ВСИМЭИ, 665827, Ангарск, Россия. E-mail: dina.rusanova@yandex.ru

Катаманова Елена Владимировна, доктор мед. наук, профессор, главный врач клиники ФГБНУ ВСИМЭИ, 665827, Ангарск, Россия; профессор каф. геронтологии, гериатрии и клинической фармакологии ИГМАПО – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, 664049, Иркутск, Россия. E-mail: katamanova_e_v@mail.ru

Лакшман Олег Леонидович, доктор мед. наук, профессор, профессор РАН, директор ФГБНУ ВСИМЭИ, 665827, Ангарск, Россия, зав. каф. профпатологии и гигиены ИГМАПО – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России; 664049, Иркутск, Россия. E-mail: imt@irmail.ru

Кулешова Марина Владимировна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. эколого-гигиенических исследований ФГБНУ ВСИМЭИ, 665827, Ангарск, Россия. E-mail: mvk789@yandex.ru

Купцова Наталья Гавриловна, врач лаб. функциональной диагностики клиники ФГБНУ ВСИМЭИ, 665827, Ангарск, Россия. E-mail: natas_2004@mail.ru

Information about the authors

Natalya V. Slivnitsyna, PhD (Medicine), Head of the Neurological Department, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation; Associate Professor of the Department of Occupational Pathology and Hygiene, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Irkutsk, 664049, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-8984-2452> E-mail: knvspi@mail.ru

Dina V. Rusanova, DSc (Biology), Senior Researcher at the Laboratory of Occupational and Environmentally Conditioned Pathology, Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1355-3723> E-mail: dina.rusanova@yandex.ru

Elena V. Katamanova, DSc (Medicine), Professor, Chief Physician of the clinic, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation; Professor of the Department of Gerontology, Geriatrics and Clinical Pharmacology – Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Irkutsk, 664049, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-9072-2781> E-mail: katamanova_e_v@mail.ru

Oleg L. Lakhman, DSc (Medicine), Professor, Director, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation; Head of the Department of Occupational Pathology and Hygiene – Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Irkutsk, 664049, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-0013-8013> E-mail: imt@irmail.ru

Marina V. Kuleshova, PhD (Biology), Senior Researcher at the Laboratory of Ecological and Hygienic Research, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-9253-2028> E-mail: mvk789@yandex.ru

Natalya G. Kuptsova, doctor of the Laboratory of functional diagnostics of the clinic, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1687-0417> E-mail: natas_2004@mail.ru