

Периодическое теоретическое и научно-практическое издание

ISSN 2075-4094

DOI 10.24412/issn.2075-4094

**ВЕСТНИК НОВЫХ
МЕДИЦИНСКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ.**

Электронное издание

* * *

**JOURNAL OF NEW
MEDICAL
TECHNOLOGIES,
eEdition**

№4, Том 19, 2025 г.

16+

RUSSIA, TULA

Форма периодического распространения: сетевое издание. Реестровая запись Эл № ФС 77-76125 от 03 июля 2019 г., зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Журнал представлен в Научной электронной библиотеке - головном исполнителе проекта по созданию Российского индекса научного цитирования, а также в Google Scholar, Semantic Scholar и Научной электронной библиотеке «КиберЛенинка».
Перечень ВАКа РФ от 22.10.2022 - п. 522

Журнал основан в г. Туле в 2007 г. Выходит 6 раз в год.

УЧРЕДИТЕЛИ:

Тульский государственный университет,
Тульская региональная общественная организация содействия развитию науки и техники
"Академия медико-технических наук".

ИЗДАТЕЛЬ: Тульский государственный университет.

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор:

Хадарцев Александр Агубечирович – д.м.н., проф. (Тула).

Ответственный секретарь: С.Ю. Светлова

Компьютерный дизайн, верстка и правка: С.Ю. Светлова

Цель электронного издания: информирование о научных достижениях.

Задачи электронного издания: ознакомление научных работников, преподавателей, аспирантов, организаторов здравоохранения, врачей и фармацевтов с достижениями в области новых медицинских технологий.

Тематические направления: акушерство и гинекология, внутренние болезни, кардиология, нервные болезни, стоматология, хирургия, ревматология, пульмонология, гигиена, анатомия человека, патологическая анатомия и физиология, фармакология, клиническая фармакология, клиническая лабораторная диагностика, восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия. В издании также отражены основные направления и результаты деятельности медицинского института Тульского государственного университета.

Отрасли науки:

Медицинские науки, группы:

- клиническая медицина;
- профилактическая медицина;
- медико-биологические науки.

АДРЕС РЕДАКЦИИ: 300028, Тула, ул. Болдина, д.128; ТулГУ, мединститут, тел. (4872)73-44-73, e-mail: vnmt@yandex.ru или editor@vnmt.ru, сайт: http://www.vnmt.ru/index_e.html.

АДРЕС ИЗДАТЕЛЬСТВА: 300600, Тула, пр. Ленина, 95

Дата выхода в свет: 17.09.2025

РЕДАКЦИЯ

Форма периодического распространения: сетевое издание. Реестровая запись Эл № ФС 77-76125 от 03 июля 2019 г., зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Журнал представлен в Научной электронной библиотеке - головном исполнителе проекта по созданию Российского индекса научного цитирования, а также в Google Scholar, Semantic Scholar, и Научной электронной библиотеке «КиберЛенинка». Перечень ВАКА РФ от 22.10.2022 - п. 522

DOI:10.24412/issn.2075-4094 ISSN 2075-4094

Главный редактор:

Хадарцев Александр Агубечирович д.м.н., профессор, руководитель научно-образовательного центра новых медицинских технологий медицинского института, Тульского государственного университета (Тула)

Зам. главного редактора:

Беляева Елена Александровна д.м.н., профессор кафедры "Внутренние болезни" Тульского государственного университета (Тула)

Редакционная коллегия:

Агасаров Лев Георгиевич д.м.н., профессор, зав. отделом рефлексотерапии НМИЦ «Реабилитация и курортология» Минздрава России, профессор кафедры восстановительной медицины Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва)

Атлас Елена Ефимовна д.м.н., доцент, зав. кафедрой "Анатомия и физиология человека" медицинского института Тульского государственного университета (Тула)

Борсуков Алексей Васильевич д.м.н., профессор, руководитель Проблемной научно-исследовательской лаборатории "Диагностические исследования и малоинвазивные технологии" и профессор кафедры факультетской терапии Смоленской государственной медицинской академии, зав. городским отделением диагностических и малоинвазивных технологий МЛПУ "Клиническая больница №1" (Смоленск)

Борисова Ольга Николаевна д.м.н., доцент, зав. кафедрой "Внутренние болезни" медицинского института Тульского государственного университета (Тула)

Булгаков Сергей Александрович д.м.н., профессор, член Российской гастроэнтерологической ассоциации (Москва), профессор кафедры Организации медико-биологических исследований РНИМУ им. Н.И. Пирогова (Москва)

Волков Валерий Георгиевич д.м.н., профессор, зав. кафедрой "Акушерство и гинекология" медицинского института Тульского государственного университета (Тула)

Воронцова Зоя Афанасьевна д.б.н., профессор, зав. кафедрой "Гистология" Воронежской государственной медицинской академии им. Н.Н. Бурденко (Воронеж)

Веневцева Юлия Львовна д.м.н., зав. кафедрой "Профилактика внутренних болезней" медицинского института Тульского государственного университета (Тула)

Гонтарев Сергей Николаевич д.м.н., профессор, зав. кафедрой стоматологии детского возраста и ортодонтии медицинского института Белгородского государственного университета (Белгород)

Гусейнов Ариф Зияд Оглы д.м.н., профессор, зав. каф. хирургии и онкологии с курсом клинической маммологии ЧОУ ДПО "Академия медицинского образования им. Ф.И. Иноземцева" (Санкт-Петербург), профессор кафедры хирургических болезней ФГБОУ ВО "Тульский государственный университет"

Зарубина Татьяна Васильевна член-корр. РАН, д.м.н., профессор, зав. кафедрой медицинской кибернетики и информатики ГБОУ ВО "Российский научный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Минздрава (Москва), зам. директора по информатизации в здравоохранении ЦНИИОИЗ Минздрава России (Москва)

Зилов Вадим Георгиевич академик РАН, д.м.н., профессор, зав. каф. интегративной медицины ИПО ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Москва)

Иванов Денис Викторович д.м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории фитотерапии и хронопатологии ИБМИ ВНИЦ РАН (Владикавказ)

Иорданишвили Андрей Константинович д.м.н., профессор, главный учёный секретарь Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы, профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации (Санкт-Петербург)

Китиашвили Ираклий Зурабович д.м.н., профессор, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии им. проф. Е.А. Дамир ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, заместитель главного врача по анестезиологии и реанимации ГБУЗ ГКБ № 15 им. О.М. Филатова ДЗМ (Москва)

Козырев Олег Анатольевич д.м.н., профессор, проректор по учебной и воспитательной работе ГБОУ ВО "Смоленская медицинская академия" Минздрава России (Смоленск)

Колесников Сергей Иванович академик РАН, д.м.н., профессор, президент Ассоциации производителей фармацевтической продукции и медицинских изделий (Москва)

Ластовецкий Альберт Генрихович д.м.н., профессор, главный научный сотрудник отделения развития медицинской помощи и профилактики ФГУ "ЦНИИ организации и информатизации здравоохранения", зам. руководителя ТК468 при ФГУ "ЦНИИОИЗ", эксперт по стандартизации Ростехрегулирования, эксперт аналитического управления при Правительстве РФ (Москва)

Малыгин Владимир Леонидович д.м.н., профессор, зав. кафедрой психологического консультирования и психотерапии "Московского государственного медико-стоматологического университета", руководитель центра психотерапии (Москва)

Миненко Инесса Анатолевна	д.м.н., профессор, профессор кафедры интегративной медицины Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Москва)
Наумова Эльвина Муратовна	д.б.н., АНО НОЦ ИМ "ФАРМА-2030" (Москва)
Никитюк Дмитрий Борисович	член-корресп. РАН, д.м.н., профессор, директор ФГБУН "Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи" (Москва)
Несмеянов Анатолий Александрович	д.м.н., профессор, директор ООО "НОРДМЕД" (Санкт-Петербург)
Пальцев Михаил Александрович	академик РАН, д.м.н., начальник отдела Курчатовского института (Москва)
Полунина Ольга Сергеевна	д.м.н., профессор, заведующий кафедрой внутренних болезней педиатрического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Астраханский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения РФ (Астрахань)
Рагозин Олег Николаевич	д.м.н., профессор, профессор кафедры госпитальной терапии Ханты-Мансийской государственной медицинской академии (Ханты-Мансийск)
Сапожников Владимир Григорьевич	д.м.н., профессор, зав. кафедрой "Педиатрия" медицинского института Тульского государственного университета (Тула)
Сороцкая Валентина Николаевна	д.м.н., профессор кафедры "Внутренние болезни" Тульского государственного университета (Тула)
Субботина Татьяна Игоревна	д.м.н., профессор, зав. кафедрой "Общая патология" медицинского института Тульского государственного университета (Тула)
Тутельян Виктор Александрович	академик РАН, д.м.н., профессор, научный руководитель ФГБУН "Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи" (Москва)
Фудин Николай Андреевич	Член-корр. РАН, д.б.н., профессор, зам директора и зав. лабораторией системных механизмов спортивной деятельности ГУ "Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина" (Москва)
Хабаров Сергей Вячеславович	д.м.н., профессор кафедры "Акушерство и гинекология" Тульского государственного университета (Тула)
Хадарцева Кызылгуль Абдурахмановна	д.м.н., профессор, профессор кафедры "Акушерство и гинекология" Тульского государственного университета (Тула)
Хритинин Дмитрий Федорович	член-корр. РАН, д.м.н., профессор, профессор кафедры "Психиатрия и наркология" Первого медицинского государственного университета им. И.М. Сеченова (Москва)
Цыганков Борис Дмитриевич	академик РАН, д.м.н., профессор, зав. кафедрой психиатрии, наркологии и психотерапии ФДПО МГМСУ им. А.И.Евдокимова (Москва)
Честнова Татьяна Викторовна	д.б.н., зав. кафедрой "Санитарно-гигиенические и профилактические дисциплины" медицинского института Тульского государственного университета (Тула)
Чучалин Александр Григорьевич	академик РАН, д.м.н., профессор, зав. кафедрой пульмонологии РНИМУ им. Н.И. Пирогова (Москва)

Ответственный секретарь: С.Ю. Светлова
Компьютерный дизайн, верстка и правка: С.Ю. Светлова
Перевод: Данилов К.И.

Редакционный совет:

Айламазян Эдуард Карпович	академик РАН, д.м.н., профессор, директор Научно-исследовательского института акушерства и гинекологии имени Д.О.Отта (Санкт-Петербург)
Жеребцова Валентина Александровна	д.б.н., директор Центра детской психоневрологии, профессор кафедры "Профилактика внутренних болезней" медицинского института Тульского государственного университета
Марийко Владимир Алексеевич	д.м.н., профессор кафедры "Хирургические болезни" медицинского института Тульского государственного университета (Тула)
Минаков Евгений Иванович	д.т.н., профессор, начальник медицинского информационно-аналитического центра Тульского государственного университета (Тула)
Мидленко Владимир Ильич	д.м.н., профессор, директор Института медицины, экологии и физической культуры, заведующий кафедрой госпитальной хирургии, анестезиологии и реанимации, травматологии и ортопедии, урологии ФГБОУ УлГУ (Ульяновск)
Попов Валерий Иванович	д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей гигиены Воронежской государственной медицинской академии им. Н.Н. Бурденко (Воронеж)
Чамсутдинов Наби Умматович	д.м.н., профессор, зав. кафедрой факультетской терапии Дагестанского государственного университета (Махачкала)
Kofler Walter Wolgan	доктор медицины, профессор, Медицинский университет Инсбрук, Австрия; Социальная медицина и школа здравоохранения, профессор кафедры нормальной физиологии МГМУ им. И.М.Сеченова
Weidong Pan	PhD (UTS), MeD (NAAU, China), BSc (WU, China), Learning Management Systems Developer (Китай)

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

300028, Тула, ул. Болдина, 128; Медицинский институт Тульского государственного университета
Телефон: (4872) 73-44-73 Факс: (4872) 73-44-73
E-mail: vnmt@yandex.ru или editor@vnmt.ru http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/index_e.html

СОДЕРЖАНИЕ

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА
CLINICAL MEDICINE

И.Р. ДЕНИСОВА, С. ЧАРЬЕВА, М.А. ПЕТРЯЕВА, В.С. СОБОЛЕНКОВА, Д.О. АЛИЕВА, Р.В. ГРАЧЕВ, С.Ю. ФЕДОРОВ СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЗАИМОСВЯЗИ ФАКТОРОВ РИСКА И РАЗВИТИЯ ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНЫХ СОСТОЯНИЙ У ПАЦИЕНТОК ГИНЕКОЛОГИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА И ПАЦИЕНТОВ УРОЛОГИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА	7
I.R. DENISOVA, S. CHARYEVA, M.A. PETRYAEVA, V.S. SOBOLENKOVA, D.O. ALIEVA. R.V. GRACHEV, S.YU. FEDOROV COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF THE INTERRELATION OF RISK FACTORS AND DEVELOPMENT OF ANXIETY-DEPRESSIVE CONDITIONS IN PATIENTS OF A GYNECOLOGICAL HOSPITAL AND PATIENTS OF A UROLOGICAL HOSPITAL	
К.А. ХАДАРТЦЕВА, Ф.С. ДАТИЕВА, А.А. ХАДАРТЦЕВ УСПЕШНОЕ ЛЕЧЕНИЕ БЕСПЛОДИЯ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИЕЙ ХЛОРОФИЛЛОМ (случай из практики)	13
К.А. KHADARTSEVA, F.S. DATIEVA, A.A. KHADARTSEV SUCCESSFUL INFERTILITY TREATMENT WITH PHOTODYNAMIC THERAPY USING CHLOROPHYLL (A Case Study)	
Б.И. ЕФРЕМОВ АНАЛИЗ ПРИЧИН РАЗВИТИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ СО СЛОЖНЫМИ ГРЫЖАМИ	16
B.I. EFREMOV ANALYSIS OF THE CAUSES OF POSTOPERATIVE COMPLICATIONS IN PATIENTS WITH COMPLEX HERNIAS	
Г.М.-А. БУДАЙЧИЕВ, Д.А. ДОМЕНЮК, М.Н. МЕДЖИДОВ, З.К. МАХМУДОВА, Э.А. КУРБАНОВА КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ КАРИЕСА У ДЕТЕЙ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 1 ТИПА: БИОХИМИЧЕСКИЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ	24
G.M.-A. BUDAICHIEV, D.A. DOMENYUK, M.N. MEDZHIDOV, Z.K. MAHMUDOVA, E.A. KURBANOVA COMPREHENSIVE APPLICATION OF LASER THERAPY IN THE TREATMENT OF DENTAL CARIES IN CHILDREN WITH TYPE 1 DIABETES: BIOCHEMICAL AND CLINICAL ASPECTS	
А.А. МАГОМЕДРАСУЛОВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ БИОТРАНСПЛАНТАТА ПРИ ГЕРНИОПЛАСТИКЕ БЕЛОЙ ЛИНИИ ЖИВОТА В УСЛОВИЯХ «ЧИСТОЙ» И ИНФИЦИРОВАННОЙ РАН	30
A.A. MAGOMEDRASULOVA EXPERIMENTAL APPLICATION OF A BIOTRANSPLANT IN HERNIOPLASTY OF THE LINEA ALBA UNDER "CLEAN" AND INFECTED WOUND CONDITIONS	
Ж.В. ДЗАМПАЕВА, С.В. СКУПНЕВСКИЙ, Р.В. САВЕЛЬЕВ, Ф.К. РУРУА, Э.М. КАЗИЕВА ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОНОНУКЛЕАРНЫХ КЛЕТОК ПУПОВИННО-ПЛАЦЕНТАРНОЙ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА В ЛЕЧЕНИИ АТЕРОСКЛЕРОЗА (обзор литературы)	38
ZH.V. DZAMPAEVA, S.V. SKUPNEVSKY, R.V. SAVELEV, F.K. RURUA, E.M. KAZIEVA POTENTIAL APPLICATIONS OF HUMAN UMBILICAL CORD-PLACENTAL BLOOD MONONUCLEAR CELLS IN THE TREATMENT OF ATHEROSCLEROSIS (literature review)	
Т.Б. РАХЫМЖАНОВ БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ С PRF-СГУСТКОМ И МИКРОФИКСАЦИЕЙ ЛОСКУТА ПРИ УДАЛЕНИИ НИЖНИХ ЗУБОВ МУДРОСТИ	46
T.B. RAKHYMZHANOV BIOLOGICAL STABILIZATION WITH PRF CLOT AND FLAP MICROFIXATION DURING LOWER THIRD MOLAR EXTRACTION	

А.А. КИМ, Д.А. ГУЛЯЕВ, Т.А. КАУРОВА, Н.Л. ВАСЬКОВА, М.В. ЛЕВИНИНА НЕЙРОФИБРОМАТОЗ 2 ТИПА: НЕЙРОХИРУРГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛЕЧЕНИЯ A.A. KIM, D.A. GULYAEV, T.A. KAURAVA, N.L. VASKOVA, M.V. LEVININA NEUROFIBROMATOSIS TYPE 2: NEUROSURGICAL ASPECTS OF TREATMENT	50
--	----

**ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА
PROPHYLACTIC MEDICINE**

К.В. ВЫБОРНАЯ, Д.Б. НИКИТЮК ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА СПОРТИВНЫХ СЕКЦИЙ СРЕДИ УЧЕНИКОВ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА K.V. VYBORNAYA, D.B. NIKITYUK PRINCIPLES OF SELECTION OF SPORTS SECTIONS AMONG PRIMARY SCHOOL STUDENTS	55
Е.В. САФОНЕНКОВА, Т.М. БРУК ДИНАМИКА МАССЫ ТЕЛА ОБСЛЕДУЕМЫХ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА СМОЛЕНСКОГО РЕГИОНА РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ E.V. SAFONENKOVA, T.M. BRUK BODY MASS DYNAMICS IN CHILDREN AND ADOLESCENTS OF DIFFERENT SOMATOTYPES IN THE SMOLENSK REGION	59
Д.О. ЛАСТКОВ, В.В. ОСТРЕНКО, М.И. ЕЖЕЛЕВА АНАЛИЗ ЗНАЧИМОСТИ ФАКТОРОВ РИСКА И ПУТЕЙ ПРОФИЛАКТИКИ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПАТОЛОГИИ КРОВИ И КРОВЕТВОРНЫХ ОРГАНОВ У ПОДРОСТКОВ ДОНБАССА D.O. LASTKOV, V.V. OSTRENKO, M.I. EZHELEVA ANALYSIS OF RISK FACTOR SIGNIFICANCE AND PREVENTIVE MEASURES USING THE EXAMPLE OF BLOOD AND HEMATOPOIETIC DISORDERS IN ADOLESCENTS IN DONBASS	64
С.А. КУЗЬМИН, Л.К. ГРИГОРЬЕВА О СОСТОЯНИИ ЗДОРОВЬЯ БУДУЩИХ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ КОНТРАКТНОЙ СЛУЖБЫ – ПРОФЕССИОНАЛОВ РОССИЙСКИХ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ S.A. KUZMIN, L.K. GRIGORYEVA ON THE HEALTH STATUS OF FUTURE CONTRACT SERVICE MEMBERS – PROFESSIONALS OF THE RUSSIAN ARMED FORCES	71
С.О. ОМАРОВА, М.Г. МАГОМЕДОВ, Х.Н. АБДУРАЗАКОВА ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ТУБЕРКУЛЕЗОМ В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН S.O. OMAROVA, M.G. MAGOMEDOV, KH.N. ABDURAZAKOVA THE INFLUENCE OF CLIMATIC FACTORS ON THE INCIDENCE RATE OF TUBERCULOSIS IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN	75
Н.В. ЗАЙЦЕВА, А.Г. ФАДЕЕВ, Д.В. ГОРЯЕВ, М.А. ЗЕМЛЯНОВА, Ю.В. КОЛЬДИБЕКОВА СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕГАТИВНЫХ ЭФФЕКТОВ У РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЭКСПОЗИЦИИ МЕТАЛЛАМИ N.V. ZAITSEVA, A.G. FADEEV, D.V. GORYAEV, M.A. ZEMLYANOVA, Y.V. KOLDIBEKOVA COMPARATIVE ANALYSIS OF NEGATIVE EFFECT INDICATORS IN MINING INDUSTRY WORKERS UNDER OCCUPATIONAL EXPOSURE TO METALS	81

**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ
MEDICAL AND BIOLOGICAL SCIENCES**

Ф.С. ДАТИЕВА, К.А. ХАДАРЦЕВА, А.А. ХАДАРЦЕВ СТРУКТУРНЫЕ ОСНОВЫ КЛИНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХЛОРОФИЛЛА (обзор литературы) F.S. DATIEVA, K.A. KHADARTSEVA, A.A. KHADARTSEV THE STRUCTURAL FOUNDATIONS OF THE CLINICAL EFFICACY OF CHLOROPHYLL (literature review)	89
--	----

С.В. МОСКВИН, А.В. КОЧЕТКОВ, Н.А. АЛЕКСАНДРОВА, Е.В. ГАМЕЕВА ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ ПРИ ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ: ОБОСНОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДИК ПРИМЕНЕНИЯ (обзор литературы)	98
S.V. MOSKVIN, A.V. KOCHETKOV, N.A. ALEKSANDROVA, E.V. GAMEEVA LOW-LEVEL LASER THERAPY FOR CEREBROVASCULAR DISEASES: JUSTIFICATION AND OPTIMIZATION OF APPLICATION TECHNIQUES (literature review)	
С.В. МОСКВИН, А.В. КОЧЕТКОВ, Н.А. АЛЕКСАНДРОВА, Е.В. ГАМЕЕВА ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И МЕХАНИЗМЫ (обзор литературы. Часть 1)	113
S.V. MOSKVIN, A.V. KOCHETKOV, N.A. ALEKSANDROVA, E.V. GAMEEVA LOW-LEVEL LASER THERAPY FOR PARKINSON'S DISEASE: EXPERIMENTAL RATIONALE AND MECHANISMS (literature review. Part 1)	
Д.И. ПОЗДНЯКОВ, Д.Р. БУРЖУМОВА, А.А. ВИХОРЕ, В.В. КОЗЛОВА СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ КОНТУЗИОННОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ НА ОСНОВЕ РАНГОВОГО АНАЛИЗА	127
D.I. POZDNYAKOV, D.R. BURZHUMOVA, A.A. VIKHOR, V.V. KOZLOVA COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF EXPERIMENTAL MODELS OF CONTUSION TRAUMATIC BRAIN INJURY BASED ON RANK ANALYSIS	
Л.Г. АГАСАРОВ, Т.В. КОНЧУГОВА, Т.В. АПХАНОВА, А.А. МУХИНА, Т.В. МАРФИНА, Т.П. МИЛОЙКОВИЧ МЕТОДЫ ТРАДИЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ В СОХРАНЕНИИ МУЖСКОГО ПОЛОВОГО ЗДОРОВЬЯ	134
L.G. AGASAROV, T.V. KONCHUGOVA, T.V. APKHANOVA, A.A. MUKHINA, T.V. MARFINA, T.P. MILOYKOVICH TRADITIONAL MEDICINE METHODS IN MAINTAINING MALE SEXUAL HEALTH	



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЗАИМОСВЯЗИ ФАКТОРОВ РИСКА И РАЗВИТИЯ ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНЫХ СОСТОЯНИЙ У ПАЦИЕНТОК ГИНЕКОЛОГИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА И ПАЦИЕНТОВ УРОЛОГИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА

И.Р. ДЕНИСОВА, С. ЧАРЬЕВА, М.А. ПЕТРЯЕВА, В.С. СОБОЛЕНКОВА, Д.О. АЛИЕВА,
Р.В. ГРАЧЕВ, С.Ю. ФЕДОРОВ

*ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»,
пр-т Ленина, д. 92, г. Тула, 300012, Россия, pm-tulgu@mail.ru*

Аннотация. Тревога и депрессия в настоящее время имеет высокую частоту распространения, оказывает негативное влияние как на ментальное здоровье, так и на физическое состояние. Это особенно важно учитывать у пациентов стационаров хирургического профиля. В данной работе рассматривается взаимосвязь между наличием различных факторов риска и развитием тревожно-депрессивных состояний у пациенток гинекологического стационара и пациентов урологического стационара, перенесших большие и малые оперативные вмешательства, анализируется структура факторов риска *Материалы и методы исследования.* В исследовании приняли участие 100 женщин после оперативного вмешательства на органах малого таза и 65 мужчин после урологических оперативных вмешательств. *Результаты и выводы.* Тревожно-депрессивные состояния выявлялись в 74 % у пациенток гинекологического стационара, у 66,2 % пациентов урологического стационара. Наиболее часто встречаемыми факторами риска у пациенток гинекологического стационара являются: низкая физическая активность, избыточная масса тела и/или ожирение, наличие нескольких хронических неинфекционных заболеваний Среди пациентов урологического стационара наиболее часто встречаются: наличие нескольких хронических неинфекционных заболеваний, избыточная масса тела и нерациональное питание. Полиморбидность и большой объем оперативных вмешательств достоверно оказывают влияние на развитие тревожно-депрессивных состояний у пациентов стационаров гинекологического и урологического профилей.

Ключевые слова: факторы риска, тревожно-депрессивное состояние, гинекологические операции, урологические операции.

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF THE INTERRELATION OF RISK FACTORS AND DEVELOPMENT OF ANXIETY-DEPRESSIVE CONDITIONS IN PATIENTS OF A GYNECOLOGICAL HOSPITAL AND PATIENTS OF A UROLOGICAL HOSPITAL

I.R. DENISOVA, S. CHARYEVA, M.A. PETRYAEVA, V.S. SOBOLENKOVA, D.O. ALIEVA,
R.V. GRACHEV, S.YU. FEDOROV

Tula State University, 92 Lenin Ave., Tula, 300012, Russia., pm-tulgu@mail.ru

Abstract. Anxiety and depression currently have a high prevalence rate and have a negative impact on both mental health and physical condition. This is especially important to take into account in patients of surgical hospitals. This paper examines the relationship between the presence of various risk factors and the development of anxiety-depressive states in patients of a gynecological hospital and patients of a urological hospital who underwent major and minor surgical interventions, and analyzes the structure of risk factors. *Materials and methods.* The study involved 100 women after pelvic surgery and 65 men after urological surgery. *Results and conclusions.* Anxiety-depressive states were detected in 74 % of patients in the gynecological hospital, in patients in the urological hospital (66.2 %). The most common risk factors in gynecological hospital patients are: low physical activity, overweight and/or obesity, and the presence of several chronic non-communicable diseases (CNCD). Among the patients of the urological hospital, the most common are the presence of several CNCD, overweight and poor nutrition. Polymorbidity and a large volume of surgical interventions significantly affect the development of anxiety-depressive states in patients of gynecological and urological hospitals.

Key words: risk factors, anxiety-depressive state, gynecological operations, urological operations.

Актуальность. Тревожно-депрессивное состояние (ТДС) – это состояние, при котором у человека могут присутствовать симптомы тревоги, депрессии. Наличие указанных расстройств повышает вероятность формирования более тяжелых форм психической патологии, которые могут быть устойчивы к психотерапии и коррекции лекарственными препаратами, усложняет диагностику и лечение [2, 20]. Соглас-

но данным ВОЗ депрессией страдают 4,4 % населения в мире, 3,6 % имеют тревожные расстройства [18]. Депрессивные расстройства являются одним из факторов риска развития хронических заболеваний. В связи с этим в настоящее время уделяется большое внимание данному состоянию, так как при нем значительно снижается качество жизни, а также оказывается влияние и на физическое здоровье: ухудшаются прогноз и течение сопутствующих заболеваний, снижается приверженность к лечению, и, таким образом, изменяется прогноз соматических заболеваний [10]. Многочисленные исследования во всех странах мира доказывают, что депрессия становится таким же распространенным заболеванием, как и сердечно-сосудистые болезни [11].

Для выявления ТДС достаточно часто применяют различные шкалы, а также тесты, заполнение и оценка которых не требует большого количества сил и средств. Одним из таких тестов является госпитальная шкала тревоги и депрессии (*HADS — hospital anxiety and depression scale*), разработанная *Zigmond A.S* и *Snaith R.P.* [14].

Развитию ТДС могут способствовать те же основные факторы риска, которые оказывают влияние на формирование *хронических неинфекционных заболеваний* (ХНИЗ). Избыточная масса тела – один из значимых факторов риска развития заболеваний. [3] Для диагностики избыточной массы тела и ожирения общепринято использование вычисления *индекса массы тела* (ИМТ), под которым понимают отношение массы тела (кг) к квадрату роста (m^2). За повышенный ИМТ принимают показатель ≥ 25 kg/m^2 [9]. Имеющиеся психологические нарушения у лиц с избыточным весом приводят к выраженному изменению качества жизни. У людей с избыточным весом и ожирением снижены самооценка, настроение и самочувствие, они неуверенно чувствуют себя в обществе, страдают нарушениями сна, имеют симптомы астении, дезадаптации [1]. Мнение о взаимном влиянии ТДС и ожирения поддерживаются многими исследователями. У пациентов с ожирением риск развития депрессии на 37 % выше, чем с нормальным ИМТ; у пациентов с депрессией возможность формирования в будущем ожирения оценивается в 18 % [6].

Низкая физическая активность является доказанным фактором риска социально значимых неинфекционных заболеваний. Существует двусторонняя связь между ТДС и двигательной активностью: снижение физической активности может быть симптомом депрессивного расстройства, в то же время при длительной гиподинамии может снижаться психэмоциональный фон [13]. Физические нагрузки благоприятно влияют на психологическое состояние человека, способствуя повышению настроения, снижению стресса и тревожности, а также улучшению общего самочувствия [16].

При нарушении пищевого поведения чаще встречается повышенная тревожность, депрессия и расстройства обсессивно-компульсивного спектра. Люди, в питании которых преобладают углеводы и жиры, в большей степени подвержены развитию соматизации и тревожности [7]. Следует отметить, что вышеописанные факторы риска взаимосвязаны между собой. При ТДС характерно изменение характера питания, его калорийности и состава. Так, при депрессии может возникать как снижение, так и повышенные аппетита, что, в свою очередь, приводит к нарушению баланса питательных веществ [12, 21].

Пациенты, страдающие ХНИЗ, наиболее подвержены ТДС. Наличие двух и более ХНИЗ называется полиморбидностью и характеризуется высокой летальностью [8]. Риск развития депрессивных расстройств считается значимым у больных, имеющих несколько ХНИЗ [10].

«Эффект белого халата» – известное явление в медицине, при котором развитие тревожных состояний связано с ожиданием осмотра врача и/или непосредственно консультацией врача [22]. Тревога перед оперативными вмешательствами может провоцировать тошноту и рвоту, а также развитие более интенсивной послеоперационной боли [4, 17]. Тревога перед большими операциями может быть провоцироваться ожиданием инвазивности, рисками, потерей контроля при анестезии. Можно было бы предположить снижение уровня тревоги до минимального при небольших вмешательствах, в частности при гистероскопии, однако существуют ряд исследований, при которых развитие тревожных расстройств возникает и при небольших вмешательствах без анестезии [4,19]. Женщины с гинекологическими заболеваниями, подлежащими объемным оперативным вмешательствам, характеризуются повышенным уровнем личностной и ситуативной тревожности, они более предрасположены к психосоматическим расстройствам [8].

Если говорить об урологической хирургии, в том числе и реконструктивно-пластической, ее влияние на ментальное здоровье пациента является менее исследованной темой. Связь между общим состоянием здоровья и распространенностью депрессии после урологических оперативных вмешательств отмечена в ряде исследований [5, 23].

Цель исследования – анализ взаимосвязи факторов риска и развития тревожно-депрессивных состояний у пациентов гинекологического и урологического стационаров.

Материалы и методы исследования. Работа проведена на базе гинекологического и урологического отделений ГУЗ ТО «Гульская областная клиническая больница». В исследовании приняли участие 100 женщин от 20 до 77 лет после оперативного вмешательства на органах малого таза и 65 мужчин от 24 до 86 лет после урологических оперативных вмешательств. Учитывались следующие факторы риска: избыточная масса тела, низкая физическая активность, нерациональное питание, наличие сопутствующей

щих ХНИЗ и объем оперативного вмешательства. Оценивались антропометрические данные с определением индекса массы тела; с помощью анкетирования анализировался характер питания, физическая активность. Для определения тревоги и депрессии использовалась госпитальная шкала тревоги и депрессии (*Hospital Anxiety and Depression Scal – HARDS*). Статистическая обработка проводилась с использованием критерия χ^2 .

Результаты и их обсуждение. С учетом анкетирования было выявлено наличие ТДС у 74 % ($n = 74$) пациенток гинекологического стационара и у 66,2 % ($n = 43$) пациентов урологического стационара.

У пациенток с наличием ТДС избыточная масса тела и/или ожирение были выявлены в 75,7 % ($n = 56$) наблюдений, низкая физическая активность отмечалась в 85,1 % ($n = 63$) случаев, нерациональное питание выявлялось у 48,7 % ($n = 36$) пациенток, у 81,1 % ($n = 60$) определялось наличие двух и более ХНИЗ. Пациентки, подвергшиеся объемным оперативным вмешательствам, составили 52,7 % ($n = 39$).

У пациентов урологического стационара с выявленным ТДР избыточная масса и/или ожирение определялись в 65,1 % ($n = 28$) наблюдений, низкая физическая активность отмечалась в 39,5 % ($n = 17$) случаев, нерационального питания отмечалось у 55,8 % ($n = 24$) пациентов, у 83,7 % ($n = 36$) выявлено наличия двух и более ХНИЗ. Пациенты, подвергшиеся объемным оперативным вмешательствам, составили 34,9 % ($n = 15$).

Расчет критерия Хи-квадрат позволил выявить достоверность связи между наличием факторов риска и развитие ТДС у всех опрошенных следующим образом: отмечалась достоверная взаимосвязь между наличием полиморбидности и развитием ТДС ($p < 0,05$), а также между большим объемом оперативных вмешательств и наличием ТДС ($p < 0,05$).

Выводы. Тревожно-депрессивным состояниям наиболее подвержены женщины гинекологического стационара, которым проводилось хирургическое вмешательство (74 %). Риск формирования тревожно-депрессивных состояний у пациентов урологического стационара после операций определялся в меньшей степени, но более чем у половины больных (66,2 %). Наиболее часто встречаемыми факторами риска у пациенток гинекологического стационара являются: низкая физическая активность, избыточная масса тела и/или ожирение, наличие нескольких ХНИЗ. Среди пациентов урологического стационара наиболее часто встречаются: наличие нескольких ХНИЗ, избыточная масса тела и нерациональное питание. Полиморбидность и большой объем оперативных вмешательств достоверно оказывают влияние на развитие тревожно-депрессивных состояний у пациентов стационаров гинекологического и урологического профилей.

В связи с полученными данными можно рекомендовать всем пациентам гинекологических и урологических стационаров выявление и психокоррекцию тревожно-депрессивных состояний в предоперационном и в раннем постоперационном периодах. Особое внимание при этом следует уделять пациентам с несколькими хроническими заболеваниями, у которых планировалось и/или выполнено оперативное вмешательство с большим объемом. Большое значение в подобных ситуациях имеет медицинская реабилитация, проводимая не только в стационаре, но и после выписки пациентов.

Литература

1. Драпкина О.М., Самородская И.В., Старинская М.А., Ким О.Т., Неймарк А.Е. Ожирение: оценка и тактика ведения пациентов. Коллективная монография. М.: ФГБУ “НМИЦ ТПМ” Минздрава России; ООО “Силиция-Полиграф”. 2021. с. 174.
2. Караваева Т.А., Васильева А.В., Старунская Д.А., Радионов Д.С., Андрианова А.Е. Роль гипнотерапии в лечении пациентов с депрессией и коморбидными тревожными расстройствами. // Психиатрия. 2025. №23(1). Р. 88-97.
3. Касимов Р. А., Попугаев А. И., Недосекина Л. Е. Избыточная масса тела как фактор риска заболеваемости населения территорий // Проблемы развития территории. 2016. №3 (83), С.137-150.
4. Ключаров И.В., Морозов В.В., Киясов И.А., Яхин К.К. Тревога и боль при офисной гистероскопии // Акушерство и гинекология, 2019. №12. с. 140-147.
5. Коган М.И., Амирбеков Б.Г., Крючкова М.Н., Митусов В.В., Красулин В.В., Сизякин Д.В. Влияние стриктурной болезни уретры и уретропластики на тревожность и депрессию у мужчин/ Урология. 2018. №5. С. 60-63.
6. Мазо Г. Э. Механизмы формирования коморбидности депрессии и ожирения // Обзорение психиатрии и медицинской психологии имени В.М. Бехтерева. 2018. № 1. С. 65-78.
7. Мокашева Е. Н. Взаимосвязь типа питания и психических расстройств // Инновационные технологии в фармации : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня со дня рождения профессора Л.А. Усова, Иркутск, 16–17 октября 2020 года / Иркутский государственный медицинский университет ; Под общей

редакцией Е. Г. Приваловой. Том Выпуск 7. Иркутск: Иркутский государственный медицинский университет, 2020. С. 358-362.

8. Оганов Р. Г., Драпкина О. М. Полиморбидность: закономерности формирования и принципы сочетания нескольких заболеваний у одного пациента // КВТИП. 2016. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/polimorbidnost-zakonomernosti-formirovaniya-i-printsipy-sochetaniya-neskolkih-zabolevaniy-u-odnogo-patsienta> (дата обращения: 23.05.2025).

9. Палиева Н.В., Тарасова А.Ю., Петров Ю.А., Демидова А.Е. Психологические особенности женщин в пред- и послеоперационный период // Главный врач Юга России. 2023. № 2(88). С. 51-54.

10. Пахлеваян С.Г., Шевченко Л.В., Журавлев Ю.И. Показатели качества жизни, полиморбидности и психического кластера здоровья у пациентов с одонтогенными флегмонами челюстно-лицевой области на фоне ожирения. // Head and neck. Голова и шея. Российский журнал . Head and neck. Russian Journal. 2022. №10(1). С. 21–26

11. Порфирова А. В. Особенности тревожно-депрессивных состояний у пациентов с хроническими неинфекционными заболеваниями // Medicus. 2025. № 2(68). С. 32-36.

12. Пуцыло Т. С. Особенности социально-психологической адаптации лиц с тревожно-депрессивными состояниями // Психологическая студия : Сборник статей лицестов, студентов, магистрантов, аспирантов, молодых исследователей кафедры психологии ВГУ имени П.М. Машерова. Витебск : Витебский государственный университет им. П.М. Машерова, 2024. С. 161-163.

13. Романов Д. В. Недостаточность питания и перспективы нутритивной терапии при психических расстройствах // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2021. Т. 13, № 2. С. 137-143. DOI 10.14412/2074-2711-2021-2-137-143.

14. Скугаревская М.М., Шилова О.В., Ягловская О.В. Повышение уровня физической активности как лечебный фактор для пациентов с депрессивными расстройствами // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. 2019. № 3(100). С. 62-67. EDN VRRDWS.

15. Успенский Ю. П., Горбачева И.А., Барышникова Н.В. Оценка уровня тревоги и депрессии у больных с диспепсией по данным госпитальной шкалы тревоги и депрессии // University Therapeutic Journal. 2019. Т. 1, № 1. С. 30-37. EDN CSEFCT.

16. Фетищев Н. И. Влияние физической активности на психологическое состояние и эмоциональное благополучие // Научные исследования: фундаментальные и прикладные аспекты : сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 30 ноября 2023 года. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. С. 298-301.

17. Angioli R., De Ciccio Nardone C., Plotti F., Cafa E.V., Dugo N., Damiani P. Use of music to reduce anxiety during office hysteroscopy: prospective randomized trial. // J. Minim. Invasive Gynecol. 2014. №21(3). P. 454–9. 1

18. Arias-de la Torre J, Vilagut G, Ronaldson A, Serrano-Blanco A, Martín V, Peters M, Valderas J.M., Dregan A, Alonso J. Prevalence and variability of current depressive disorder in 27 European countries: a population-based study. // Lancet Public Health. 2021. №6(10). P. 729-738.

19. Di Spiezio Sardo A., Taylor A., Tsirkas P., Mastrogamvrakis G., Sharma M., Magos A. et al. Hysteroscopy: a technique for all? Analysis of 5000 outpatient hysteroscopies. // Fertil. Steril 2008. № 89(2). P. 438–43.

20. Kircanski K, LeMoult J, Ordaz S, Gotlib I.H.. Investigating the nature of co-occurring depression and anxiety: comparing diagnostic and dimensional research approaches. // J Affect Disord. 2017. №216. P. 123–135.

21. Luppino F.S., de Wit L.M., Bouvy P.F. Overweight, obesity, and depression: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. // Arch Gen Psychiatry. 2010. №67(3). P. 220-9

22. Ogedegbe G., Pickering T.G., Clemow L., Chaplin W., Spruill T.M., Albanese G.M. The misdiagnosis of hypertension: the role of patient anxiety. // Arch. Intern. Med. 2008. № 168(22). P. 2459–65.

23. Schober J.P., Stensland K.D., Breyer B.N., Erickson B.A., Myers J.B., Voelzke B.B., Elliott S.P., Buckley J.C., Vanni A.J. TURNS. Effect of Urethroplasty on Anxiety and Depression. // J. Urol. 2018. №199(6). P. 1552-1556. Doi: 10.1016/j.juro.2018.01.074.

References

1. Драпкина ОМ, Самородская ИВ, Старинская МА, Ким ОТ, Нежмарк АЕ. Ожирение: оценка и тактика ведения пациентов [Obesity: assessment and tactics of patient management]. Коллективная монография. М.: FGBU “NMIC TPM” Minzdrava Rossii; ООО “Siliceya-Poligraf”. 2021. Russian.

2. Караваяева ТА, Васильева АВ, Старунская ДА, Радиков ДС, Андрианова АЕ. Роль гипнотерапии в лечении пациентов с депрессией и коморбидными тревожными расстройствами [The role of hypnotherapy in the treatment of patients with depression and comorbid anxiety disorders]. Психиатрия. 2025;23(1):88-97. Russian.

3. Kasimov R A, Popugaev A I, Nedosekina L E. Izbytochnaya massa tela kak faktor riska zaboлеваemosti naseleniya territorij [Overweight as a risk factor for morbidity in the population of territories]. Problemy razvitiya territorii. 2016;3 (83):37-150. Russian.
4. Klyucharov IV, Morozov VV, Kiyasov IA, Yahin K. Trevoga i bol' pri ofisnoj gisteroskopii [Anxiety and pain during office hysteroscopy]. Akusherstvo i ginekologiya, 2019;12:140-147. Russian.
5. Kogan MI, Amirbekov BG, Kryuchkova MN, Mitusov VV, Krasulin VV, Sizyakin DV. Vliyanie strikturnoj bolezni uretry i uretroplastiki na trevozhnost' i depressiyu u muzhchin [The effect of stricture disease of the urethra and urethroplasty on anxiety and depression in men]. Urologiya. 2018;5:60-63. Russian.
6. Mazo G E. Mekhanizmy formirovaniya komorbidnosti depressii i ozhireniya [Mechanisms of formation of comorbidity of depression and obesity]. Obozrenie psihiatrii i medicinskoj psihologii imeni V.M. Bekhtereva. 2018;1: 65-78. Russian.
7. Mokasheva EN. Vzaimosvyaz' tipa pitaniya i psihicheskikh rasstrojstv // Innovacionnye tekhnologii v farmacii [The relationship between the type of nutrition and mental disorders] : Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoj 90-letiyu so dnya rozhdeniya professora L.A. Usova, Irkutsk, 16–17 oktyabrya 2020 goda / Irkutskij gosudarstvennyj medicinskij universitet ; Pod obshej redakciej E. G. Privalovoj. Tom Vypusk 7. Irkutsk: Irkutskij gosudarstvennyj medicinskij universitet, 2020. S. 358-362. Russian.
8. Oganov R G, Drapkina O M. Polimorbidnost': zakonomernosti formirovaniya i principy sochetaniya neskol'kih zabolevanij u odnogo pacienta [Polymorbidity: patterns of formation and principles of combination of several diseases in one patient]. KVTiP. 2016;4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/polimorbidnost-zakonomernosti-formirovaniya-i-printsipy-sochetaniya-neskolkih-zabolevanij-u-odnogo-patsienta> (data obrashcheniya: 23.05.2025). Russian.
9. Palieva NV, Tarasova AYu, Petrov YuA., Demidova AE. Psihologicheskie osobennosti zhenshchin v pred- i posleoperacionnyj period [Psychological features of women in the pre- and postoperative period]. Glavnyj vrach Yuga Rossii. 2023; 2(88):51-54. Russian.
10. Pahlevanyan SG, Shevchenko LV, Zhuravlev YuI. Pokazateli kachestva zhizni, polimorbidnosti i psihicheskogo klastera zdorov'ya u pacientov s odontogennymi flegmonami chelyustno-licevoj oblasti na fone ozhireniya [Indicators of quality of life, polymorbidity and mental cluster of health in patients with odontogenic phlegmon of the maxillofacial region on the background of obesity]. Head and neck. Golova i sheya. Rossijskij zhurnal . Head and neck. Russian Journal. 2022;10(1):21–26 Russian.
11. Porfirova A V. Osobennosti trevozhno-depressivnyh sostoyanij u pacientov s hronicheskimi neinfekcionnymi zabolevanijami [Features of anxiety-depressive states in patients with chronic non-communicable diseases]. Medicus. 2025;2(68):32-36. Russian.
12. Pucylo T S. Osobennosti social'no-psihologicheskoy adaptacii lic s trevozhno-depressivnymi sostoyanijami. Psihologicheskaya studiya [Features of socio-psychological adaptation of people with anxiety-depressive states] : Sbornik statej liceistov, studentov, magistrantov, aspirantov, molodyh issledovatelej kafedry psihologii VGU imeni P.M. Masherova. Vitebsk : Vitebskij gosudarstvennyj universitet im. P.M. Masherova, 2024. S. 161-163. Russian.
13. Romanov D V. Nedostatochnost' pitaniya i perspektivy nutritivnoj terapii pri psihicheskikh rasstrojstvakh [Malnutrition and prospects of nutritional therapy for mental disorders]. Nevrologiya, nejropsihiatriya, psihosomatika. 2021;13:137-143. DOI 10.14412/2074-2711-2021-2-137-143. Russian.
14. Skugarevskaya MM, Shilova OV, Yaglovskaya OV. Povyshenie urovnya fizicheskoy aktivnosti kak lechebnyj faktor dlya pacientov s depressivnymi rasstrojstvami [Increasing the level of physical activity as a therapeutic factor for patients with depressive disorders]. Voprosy organizacii i informatizacii zdavoohraneniya. 2019; 3(100): 62-67. EDN VRRDWS. Russian.
15. Uspenskij Yu , Gorbacheva IA, Baryshnikova NV. Ocenka urovnya trevogi i depressii u bol'nyh s dispepsiej po dannym gospital'noj shkaly trevogi i depressii [Assessment of the level of anxiety and depression in patients with dyspepsia according to the hospital scale of anxiety and depression]. University Therapeutic Journal. 2019;1:30-37. EDN CCEFCT. Russian.
16. Fetishchev N I. Vliyanie fizicheskoy aktivnosti na psihologicheskoe sostoyanie i emocional'noe blagopoluchie. Nauchnye issledovaniya: fundamental'nye i prikladnye aspekty : sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [The influence of physical activity on the psychological state and emotional well-being], Penza, 30 noyabrya 2023 goda. Penza: Nauka i Prosveshchenie (IP Gulyaev G.Yu.), 2023. S. 298-301. Russian.
17. Angioli R, De Cicco Nardone C, Plotti F, Cafa EV, Dugo N, Damiani P. Use of music to reduce anxiety during office hysteroscopy: prospective randomized trial. J. Minim. Invasive Gynecol. 2014;21(3): 454-9. 1
18. Arias-de la Torre J, Vilagut G, Ronaldson A, Serrano-Blanco A, Martín V, Peters M, Valderas J.M., Dregan A, Alonso J. Prevalence and variability of current depressive disorder in 27 European countries: a population-based study. Lancet Public Health. 2021;6(10):729-738.

19. Di Spiezio Sardo A, Taylor A, Tsirkas P, Mastrogamvrakis G, Sharma M, Magos A. et al. Hysteroscopy: a technique for all? Analysis of 5000 outpatient hysteroscopies. *Fertil. Steril* 2008;89(2):438–43.
20. Kircanski K, LeMoult J, Ordaz S, Gotlib I.H.. Investigating the nature of co-occurring depression and anxiety: comparing diagnostic and dimensional research approaches. *J Affect Disord*. 2017;216:123–135.
21. Luppino FS, de Wit LM, Bouvy PF. Overweight, obesity, and depression: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Arch Gen Psychiatry*. 2010;67(3):220-9
22. Ogedegbe G, Pickering TG, Clemow L, Chaplin W, Spruill TM, Albanese GM. The misdiagnosis of hypertension: the role of patient anxiety. *Arch. Intern. Med.* 2008;168(22):2459–65.
23. Schober JP, Stensland KD, Breyer BN, Erickson BA, Myers JB, Voelzke BB, Elliott SP, Buckley JC, Vanni AJ. TURNS. Effect of Urethroplasty on Anxiety and Depression. *J. Urol.* 2018;199(6):552-1556. Doi: 10.1016/j.juro.2018.01.074.

Библиографическая ссылка:

Денисова И.Р., Чарыева С., Петряева М.А., Соболенкова В.С., Алиева Д.О., Грачев Р.В., Федоров С.Ю. Сравнительная характеристика взаимосвязи факторов риска и развития тревожно-депрессивных состояний у пациенток гинекологического стационара и пациентов урологического стационара // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 1-1. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-1.pdf> (дата обращения: 01.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-1. EDN VOIMGE*

Bibliographic reference:

Denisova IR, Charyeva S, Petryaeva MA, Sobolenkova VS, Alieva DO, Grachev RV, Fedorov SYU. Sravnitel'naya harakteristika vzaimosvyazi faktorov riska i razvitiya trevozhno-depressivnyh sostoyanij u pacientok ginekologicheskogo stacionara i pacientov urologicheskogo stacionara [Comparative characteristic of the interrelation of risk factors and development of anxiety-depressive conditions in patients of a gynecological hospital and patients of a urological hospital]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2025 [cited 2025 Jul 01];4 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-1.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-1. EDN VOIMGE

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY



УСПЕШНОЕ ЛЕЧЕНИЕ БЕСПЛОДИЯ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИЕЙ
ХЛОРОФИЛЛОМ
(случай из практики)

К.А. ХАДАРЦЕВА*, Ф.С. ДАТИЕВА**, А.А. ХАДАРЦЕВ***

*Тулская региональная общественная организация «Академия медико-биологических и технических наук», ул. Оружейная, д. 23/36, Г. Тула, 300028, Россия

**Владикавказский научный центр РАН, Институт биомедицинских исследований
ул. Вильямса, д. 1, с. Михайловское, РСО-А, 363110, Россия

***ФГБОУ ВО «Тулский государственный университет», медицинский институт,
Пр. Ленина, 92, Тула, 300012, Россия

Аннотация. Описанный случай демонстрирует эффективность лечения бесплодия у женщины 43 лет после двух безуспешных попыток экстракорпорального оплодотворения – способом перорального применения хлорофилла, полученного из люцерны, с одновременным лазерным интравагинальным воздействием с помощью устройства COZING-W01 (Китай).

Ключевые слова: хлорофилл, низкоэнергетическое лазерное излучение, экстракорпоральное оплодотворение.

SUCCESSFUL INFERTILITY TREATMENT WITH PHOTODYNAMIC THERAPY USING CHLOROPHYLL (A Case Study)

K.A. KHADARTSEVA*, F.S. DATIEVA**, A.A. KHADARTSEV***

*Tula Regional Public Organization "Academy of Medical, Biological and Technical Sciences,"
23/36 Oruzheynaya St., Tula, 300028, Russia

**Vladikavkaz Scientific Center of RAS, Institute of Biomedical Research, 1 Vilyamsa St.,
Mikhaylovskoye village, Republic of North Ossetia-Alania, 363110, Russia

***Tula State University, Medical Institute, 92 Lenin Ave., Tula, 300012, Russia

Abstract. This case demonstrates the effectiveness of infertility treatment in a 43-year-old woman after two unsuccessful attempts at in vitro fertilization. The therapy involved oral administration of chlorophyll derived from alfalfa combined with simultaneous intravaginal low-level laser irradiation using the COZING-W01 device (China).

Keywords: chlorophyll, low-level laser irradiation, in vitro fertilization.

Введение. Источником зеленого пигмента *хлорофилла* (ХФ) являются зеленые овощи, фрукты, оливковое масло, водоросли. Выделены ХФ -a, -b, -c, -d и -f. Наиболее распространены ХФ -a и -b, исследуется терапевтическая активность ХФ, в том числе при лечении опухолей, воспалительных процессов [4, 6, 7]. Разрабатываются научные основы применения ХФ в *фотодинамической терапии* (ФДТ), в частности инновационные технологии диагностики и лечения «проблемного» эндометрия в репродуктивной медицине [1, 3, 5]. Разработан способ неинвазивного лазерно-индуцированного лечения атрофии эндометрия [2].

Пациентка Л.Е.Н., 43 лет, *жалобы* на отсутствие беременности. В *анамнезе* 1 медицинский аборт в 20-летнем возрасте, интерстициальная миома матки (множественные до 2 см диаметром узлы). *Проведено обследование:* УЗ-доплерометрия, гистероскопия – патологии эндометрия не выявлено. Установлен *диагноз:* Бесплодие II маточная форма.

В возрасте 41 года проведено *экстракорпоральное оплодотворение* (ЭКО), сделано 2 попытки – без эффекта. Прекращалось развитие плодного яйца в сроки 2 недели и 4 недели.

Использован диагностический метод оптической биопсии на световодном люминесцентном спектрометре «ФОТОН-БИО» (проф. Зуев В.М.). Выявлено снижение оксигенации эндометрия, назначена *фототерапия*. Дача *хлорофилла*, полученного из люцерны осуществлялась по схеме: начиная с 5 капель перорально, ежедневно добавляя по 1 капле до 20 капель, затем по 20 капель ежедневно утром. Одновременно осуществлялась лазерная интравагинальная активация источником НИЛИ – COZING-W01 (Китай) – рис.



Рис. COZING-W01

Через 1 месяц после курса лечения осуществлено экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО), после чего наступила беременность. В сроке 40 недель родилась девочка весом 3800 г, в тазовом предлежании, родоразрешение – кесаревым сечением (из-за тазового предлежания и крупного плода).

Наблюдение в течение 9 месяцев показало нормальное развитие девочки и благополучное состояние матери.

Заключение. Приведенный случай из практики демонстрирует современные возможности лечения бесплодия при неуспешности ЭКО – с помощью *хлорофилла*, полученного из люцерны и активации его эффекта интравагинальным воздействием низкоэнергетического лазерного излучения.

Литература

1. Зуев В.М., Калинина Е.А., Кукушкин В.И., Джибладзе Т.А., Жаров Е.В., Монтанино М.О. Инновационные лазерные технологии в диагностике и лечении "проблемного" эндометрия в репродуктивной медицине // Акушерство и гинекология. 2020. № 4. С. 157-165.
2. Зуев В.М., Кукушкин В.И. Способ неинвазивного лазерно-индуцированного лечения атрофии эндометрия. Патент на изобретение RU 2713797 С1, 07.02.2020. Заявка № 2019111326 от 16.04.2019.
3. Макаров О.В., Хашукоева А.З., Отдельнова О.Б., Купеева Е.С. Фотодинамическая терапия как перспективный метод лечения дистрофических заболеваний вульвы // Лечащий врач. 2011. № 11. С. 28.
4. Миронов А. Ф. Химические превращения хлорофилла, а и возможные области применения его производных // Российский химический журнал. 2017. Т. 61, № 3. С. 42-68. EDN UQBQBA.
5. Хачатурян А.Р., Ярмолинская М.И. Опыт применения флуоресцентной диагностики и фотодинамической терапии наружного генитального эндометриоза // Журнал акушерства и женских болезней. 2016. Т. 65. № 3. С. 64-74.
6. Björn L.O., Papageorgiou G.C., Blankenship R.E., Govindjee. A viewpoint: Why chlorophyll a? // Photosynth. Res. 2009. № 99(2). P. 85-98.
7. Roberts J.L., Moreau R. Functional properties of spinach (*Spinacia oleracea* L.) phytochemicals and bioactives. // Food and Function 2016. №7. P. 3337–53.

References

1. Zuev VM, Kalinina EA, Kukushkin VI, Dzhibladze TA, Zharov EV, Montanino MO. Innovative laser technologies in the diagnosis and treatment of "problematic" endometrium in reproductive medicine. [Innovative laser technologies in the diagnosis and treatment of "problematic" endometrium in reproductive medicine]. Akusherstvo i ginekologiya. 2020;4:157-165. Russian.

2. Zuev VM, Kukushkin VI. Sposob neinvazivnogo lazerno-inducirovannogo lecheniya atrofii endometriya [Method of noninvasive laser-induced treatment of endometrial atrophy]. Patent na izobretenie RU 2713797 C1, 07.02.2020. Zayavka № 2019111326 ot 16.04.2019. Russian.

3. Makarov OV, Hashukoeva AZ, Otdel'nova OB, Kupeeveva ES. Fotodinamicheskaya terapiya kak perspektivnyj metod lecheniya distroficheskikh zabolevanij vul'vy [Photodynamic therapy as a promising method of treating dystrophic diseases of the vulva]. Lechashchij vrach. 2011;11:28. Russian.

4. Mironov A F. Himicheskie prevrashcheniya hlorofilla, a i vozmozhnye oblasti primeneniya ego proizvodnyh [Chemical transformations of chlorophyll, and possible applications of its derivatives]. Rossijskij himicheskij zhurnal. 2017;61(3):42-68. EDN UQBQBA. Russian.

5. Hachaturyan AR, Yarmolinskaya MI. Opyt primeneniya fluorescentnoj diagnostiki i fotodinamicheskoy terapii naruzhnogo genital'nogo endometrioza [The experience of using fluorescent diagnostics and photodynamic therapy of external genital endometriosis]. Zhurnal akusherstva i zhenskikh boleznej. 2016;65:64-74. Russian.

6. Björn LO, Papageorgiou GC, Blankenship RE, Govindjee. A viewpoint: Why chlorophyll a? Photosynth. Res. 2009;99(2):85-98.

7. Roberts JL, Moreau R. Functional properties of spinach (*Spinacia oleracea* L.) phytochemicals and bioactives. Food and Function 2016;7:3337–53.

Библиографическая ссылка:

Хадарцева К.А., Датиева Ф.С., Хадартцев А.А. Успешное лечение бесплодия фотодинамической терапией хлорофиллом (случай из практики) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 1-2. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-2.pdf> (дата обращения: 08.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-2. EDN IFBJPQ*

Bibliographic reference:

Khadartseva KA, Datieva FS, Khadartsev AA. Uspeshnoe lechenie besplodiya fotodinamicheskoy terapij hlorofillom (sluchaj iz praktiki) [Successful infertility treatment with photodynamic therapy using chlorophyll (a case study)]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2025 [cited 2025 Jul 08];4 [about 3 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-2.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-2. EDN IFBJPQ

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY



АНАЛИЗ ПРИЧИН РАЗВИТИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ СО СЛОЖНЫМИ ГРЫЖАМИ

Б.И. ЕФРЕМОВ

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Партизана Железняка, 1, г. Красноярск, 660022, Россия*

Аннотация. Основной проблемой хирургического лечения пациентов со сложными грыжами являются высокие показатели послеоперационных осложнений и частота рецидивов. Актуальным является исследовать взаимосвязь эффективности различных вариантов хирургического лечения и частоты развития послеоперационных осложнений у таких пациентов в зависимости от характеристик грыжи и коморбидного статуса. **Цель исследования** – изучить причины развития послеоперационных осложнений у пациентов с вентральными грыжами и определить методы их профилактики. **Материал и методы исследования.** Проведен анализ 138 пациентов со срединными послеоперационными вентральными грыжами, находившихся на лечении в Краевой клинической больнице города Красноярск в период с 2017 по 2022 г. **Результаты и их обсуждение.** Итоговая эффективность лечения оценивалась по частоте развития рецидива грыжи. Анализ причины рецидива показал, что наиболее неблагоприятная ситуация наблюдалась при пластике местными тканями вне зависимости от ширины грыжевого дефекта. Выявлено, что мажорной причиной развития рецидива является размер грыжевого дефекта, превышающий 10 см. **Выводы.** Основным значением, повышающим риск развития частоты и степени тяжести развития послеоперационных осложнений при сопоставимом коморбидном статусе пациентов, является размер грыжевого дефекта. Именно сложная грыжа нуждается, по всей видимости, в применении иных методик, в том числе сепарационных техник герниопластики.

Ключевые слова: сложные грыжи, герниопластика, осложнения.

ANALYSIS OF THE CAUSES OF POSTOPERATIVE COMPLICATIONS IN PATIENTS WITH COMPLEX HERNIAS

B.I. EFREMOV

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Krasnoyarsk State Medical University
named after Professor V.F. Voino-Yasenetsky” of the Ministry of Health of the Russian Federation
1 Partizana Zheleznyaka St., Krasnoyarsk, 660022, Russia*

Abstract. The main challenge in the surgical treatment of patients with complex hernias is the high rate of postoperative complications and recurrences. It is relevant to investigate the correlation between the effectiveness of different surgical approaches and the frequency of postoperative complications in such patients, depending on hernia characteristics and comorbid status. The aim of the study is to analyze the causes of postoperative complications in patients with ventral hernias and to identify methods for their prevention. **Material and Methods.** An analysis was conducted of 138 patients with midline postoperative ventral hernias treated at the Regional Clinical Hospital in Krasnoyarsk from 2017 to 2022. **Results and Discussion.** Treatment effectiveness was assessed based on hernia recurrence rates. Analysis of recurrence causes showed the most unfavorable outcomes occurred with local tissue repair, regardless of hernia defect width. It was found that the major cause of recurrence was a hernia defect size exceeding 10 cm. **Conclusions.** The main factor increasing the risk and severity of postoperative complications in patients with comparable comorbid status is the size of the hernia defect. Apparently, complex hernias require alternative surgical techniques, including separation methods of hernioplasty.

Keywords: complex hernias, hernioplasty, complications.

Актуальность. Послеоперационные вентральные грыжи (ПОВГ) – распространенная проблема, часто требующая комплексного лечения [18, 19, 21, 26]. После срединной лапаротомии вентральная грыжа возникает в 9-22 % случаев [10]. При больших первичных лапаротомных доступах и при длительном грыженосительстве у ряда пациентов формируется грыжевой дефект больших размеров с дислокацией в грыжевую полость значимого объема органов брюшной полости [22-24]. В литературе последних лет этот феномен определен как «потеря домена», когда объем грыжевого содержимого достигает 20 % и

более от общего объема брюшной полости [1, 4, 11, 16, 25]. Именно синдром «потери домена» в настоящее время рассматривается многими авторами в качестве мажорного признака «сложной грыжи» [27].

В публикации *N.J. Slater* с соавт. были определены критерии «сложной грыжи»: размеры грыжевого дефекта более 10 см, потеря «домена», наличие кишечной стомы, рецидив грыжи, имеющиеся в анамнезе послеоперационные осложнения (раневая инфекция, парез кишечника, перитонит, эвентрация, релапаротомия) [2, 12, 15, 17]. Как правило, пациенты со «сложными грыжами» имеют отягощенный коморбидный фон – ожирение, сахарный диабет, сердечно-сосудистые, легочные или другие системные заболевания, нарушение функции опорно-двигательного аппарата, табакокурение, что в целом определяется как «сложный пациент» [3, 5, 6, 8]. У таких больных многие авторы отмечают повышенный риск развития интра- и послеоперационных осложнений при хирургическом лечении послеоперационных грыж, что сопровождается высокой вариабельностью выбора метода герниопластики и неутешительным результатам лечения [9, 13, 28, 29]. Основной проблемой хирургии сложных пациентов является высокие показатели послеоперационных осложнений и частота рецидивов [7, 14, 20, 28]. Таким образом, актуальным является исследовать взаимосвязь эффективности различных вариантов хирургического лечения и частоты развития послеоперационных осложнений у пациентов с ПОВГ в зависимости от характеристик грыжи и коморбидного статуса.

Материалы и методы исследования. В исследование вошло 138 пациентов со срединными послеоперационными вентральными грыжами, находившихся на лечении в Краевой клинической больнице города Красноярск в период с 2017 по 2022 г. Все пациенты были разделены на 2 группы, стратифицированные по ширине грыжевого дефекта. Первую группу составили 61 пациент, у которых ширина грыжевых ворот не превышала 10 см (*W1, W2* по *EHS*). Во 2-ю группу вошли 77 больных с грыжевыми дефектами более 10 см в поперечнике (*W3* по *EHS*). Исследование носило ретроспективный анализ. При диагностике ПОВГ применяли классификацию *EHS* 2017. Для стратификации исходного статуса пациентов учитывали – возраст, пол, *индекс массы тела* (ИМТ), коморбидный фон. Также оценивались критерии «сложной грыжи» – ширина грыжевого дефекта, невраивимость грыжи, рецидивность грыжи, раневая инфекция, наличие потери домена, *open-abdomen* в анамнезе. Распределение пациентов по группам представлено в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные больных

Переменные	Группа 1 <i>n</i> = 61 (%)	Группа 2 <i>n</i> = 77 (%)
Мужской	35 (57,4 %)	21 (27,3 %)
Женский	26 (42,6 %)	56 (72,7 %)
Средний возраст	51,77 ± 11,31 лет	58 ± 10,98 лет
Среднее значение ИМТ	34,4 ± 4,2	34,2 ± 5,04
Критерии сложной грыжи		
Средний размер грыжевого дефекта	7 см	15 см
Рецидивная грыжа	23 (37,7 %)	32 (41,5 %)
Невраивимость грыжи	12 (19,7 %)	9 (11,7 %)
Потеря домена	0	3 (3,9 %)
Раневая инфекция	6 (9,8 %)	14 (18,2 %)
<i>Open abdomen</i> в анамнезе	0	2 (2,5 %)

Медиана возраста больных составила 59 лет. Всего женщин было 82 (59,4 %), мужчин – 56 (40,6 %). Пациенты обеих групп были сопоставимы по возрасту, полу, среднему значению ИМТ и тяжести сопутствующих заболеваний. Наиболее часто выявлялись заболевания сердечно-сосудистой, дыхательной систем, сахарный диабет, ожирение, варикозно-расширенные вены нижних конечностей. Стоит отметить, что у пациентов в исследуемых группах преобладало ожирение 1 и 2 степени. Спектр сопутствующих заболеваний в обеих группах по частоте встречаемости представлен в табл. 2.

Спектр сопутствующих заболеваний в группах больных

Переменные	Группа 1 n = 61 (%)	Группа 2 n = 77 (%)
Сердечно-сосудистые заболевания		
Гипертоническая болезнь, %	37 (60,7 %)	39 (50,6 %)
Хроническая сердечная недостаточность, %	11 (18 %)	13 (16,9 %)
Ишемическая болезнь сердца, %	16 (26,2 %)	11 (14,3 %)
Хронические заболевания вен, %	10 (16,4 %)	9 (11,7 %)
Заболевания органов желудочно-кишечного тракта		
Хронический гастрит и дуоденит, %	25 (41 %)	34 (44,2 %)
Желчнокаменная болезнь, %	12 (19,7 %)	14 (18,2 %)
Хронические вирусные гепатиты, %	4 (6,6 %)	4 (5,2 %)
Язвенная болезнь желудка	0 (0 %)	2 (2,6 %)
Эндокринные заболевания		
Сахарный диабет, %	11 (18 %)	10 (13,2 %)
Ожирение 1 ст	25 (41 %)	23 (29,9 %)
Ожирение 2 ст	20 (32,8 %)	29 (37,7 %)
Ожирение 3 ст	7 (11,5 %)	10 (13 %)
Прочие заболевания		
Хроническая обструктивная болезнь легких, %	4 (6,6 %)	6 (7,8 %)
Бронхиальная астма	4 (6,6 %)	4 (5,2 %)
Онкологические заболевания, %	5 (8,2 %)	8 (10,4 %)

Среди операций, предшествующих грыжеобразованию, наиболее часто встречались вмешательства на печени и желчных путях, составившие 36,7 % и 27,2 %, соответственно. Второе место по распространенности занимали гинекологические операции, составившие в первой группе 22,4 % и 22,07 % во второй группе. Экстренные хирургические вмешательства в связи с ущемлением зафиксированы в 3 (6,1 %) и 8 (10,3 %) случаях, соответственно. *Open abdomen* в анамнезе зарегистрирован у 2 (2,5 %) больных во второй группе.

У пациентов 1-й группы средний размер ширины дефекта составил 7 см, минимальный – 4 см, максимальный – 10 см, по классификации EHS - W1-W-2. Первичная послеоперационная вентральная грыжа была диагностирована у 38 (62,2 %) пациентов, рецидивная у 23 (37,7 %). Варианты установки сетчатого эндопротеза распределились следующим образом: *Inlay* 4 (6,6 %), *Intraabdominal* 12 (19,7 %), *Sublay* 30 (49,2 %), местными тканями 5 (8,2 %), *Onlay* 10 (16,4 %).

У всех пациентов 2-й группы послеоперационные грыжи соответствовали категории W3. Средний поперечный размер грыжевого дефекта составлял 15 см (минимальный -11 см, максимальный – 25 см). У 32 (41,5 %) больных грыжи носили рецидивный характер. Варианты выполненных герниопластик у этих пациентов были аналогичными с больными в 1-й группе и представлены в табл. 3.

Спектр выполненных герниопластик

Виды герниопластики	Группа 1 n = 61 (%)	Группа 2 n = 77 (%)
<i>Inlay</i>	4 (6,6 %)	7 (9,1 %)
<i>Intraabdominal</i>	12 (19,7 %)	17 (22,1 %)
<i>Sublay</i>	30 (49,2 %)	37 (48,1 %)
Местными тканями	5 (8,2 %)	5 (6,5 %)
<i>Onlay</i>	10 (16,4 %)	11 (14,3 %)

В послеоперационном периоде все пациенты наблюдались амбулаторно с оценкой наличия и отсутствия рецидива грыжи.

Результаты и их обсуждение. Средняя длительность операции в первой группе составила $156,31 \pm 40,21$ минут, во второй – $175,2 \pm 70,8$ минут. Продолжительность операций в обеих группах при выполнении герниопластик *Inlay*, *Intraabdominal*, *Onlay* и местными тканями достоверно не отличалась. При этом, время операции при установке сетчатого эндопротеза в позицию *Sublay* у пациентов второй группы было достоверно длиннее ($p = 0,016$), в сравнении с аналогичным оперативным вмешательством в 1-й группе (табл. 4).

Таблица 4

Продолжительность операции

Переменные	Группа 1 <i>n</i> = 61 минут	Группа 2 <i>n</i> = 77 минут	<i>p</i>
<i>Inlay</i>	145 ± 35	$150 \pm 27,5$	$> 0,05$
<i>Intraabdominal</i>	$165 \pm 18,5$	175 ± 45	$> 0,05$
<i>Sublay</i>	$162 \pm 37,2$	$187,9 \pm 46,5$	$< 0,05$
Местными тканями	$95 \pm 10,3$	$135 \pm 7,4$	$> 0,05$
<i>Onlay</i>	$162,50 \pm 54,17$	$155,91 \pm 41,34$	$> 0,05$

Анализ частоты развития послеоперационных осложнений выявил следующую закономерность. У 12 больных с малыми и средними вентральными грыжами в послеоперационном периоде зафиксированы осложнения со стороны области хирургического вмешательства. Из них, в 9 (19,1 %) случаях зарегистрированы гематомы послеоперационной раны, что потребовало вскрытия и дренирования последних у четырех больных. Еще в 4 случаях (6,5 %) при ультразвуковом исследовании были выявлены клинически не значимые серомы, которые не потребовали дополнительного лечения. Системных послеоперационных осложнений у пациентов этой группы не наблюдалось. Летальных исходов не было.

Во 2-й группе была выявлена иная закономерность. Послеоперационные осложнения со стороны раны зарегистрированы у 37 пациентов. В 20 (25,9 %) случаях диагностированы серомы передней брюшной стенки, из них 13 больным потребовались пункционные методы лечения. У 12 (15,5 %) пациентов 2-й группы сформировались субмускулярные гематомы, которые в 5 случаях потребовали разведения краев послеоперационной раны, эвакуации и дренирования. У 9 (11,6 %) больных отмечено нагноение послеоперационной раны, из них в 6 эпизодах отмечено вовлечение в воспалительный процесс сетчатого эндопротеза. У четырех больных с перимплантной инфекцией лечение включало применение вакуум-терапии, что в итоге позволило сохранить сетчатый имплант. В остальных случаях была выполнена экплантация сетки также с дальнейшим применением вакуум-терапии послеоперационной раны. Системные осложнения наблюдались у 7 человек (9,1 %), из них пневмония зарегистрирована у 3 пациентов (3,9 %), массивная тромбоэмболия легочной артерии – у 1 (1,3 %), у 2 (2,6 %) больных развился абдоминальный компартмент-синдром, что явилось причиной летального исхода. У 1 (1,2 %) пациента в ранние сроки после операции развилась острая спаечная кишечная непроходимость, пациент был экстренно оперирован.

Таким образом у пациентов 2-й группы общее количество местных и системных осложнений составило 57,1 %, в то время как у пациентов 1-й группы этот показатель был равен 19,6 %. Необходимо также отметить, что в отличие от пациентов с грыжевыми дефектами больших размеров (2-я группа), в группе с грыжами W-1 и W-2 системных осложнений зарегистрировано не было. Принимая во внимание то, что пациенты обеих групп были сопоставимы по коморбидному статусу и характеру выполненных вмешательств, но отличались по размерам грыжевых дефектов, можно предположить, что основным значением, повышающим риск развития частоты и степени тяжести развития послеоперационных осложнений, является размер грыжевого дефекта.

Таблица 5

Послеоперационные осложнения в зависимости от выбранного метода герниопластики

Переменные	Местные осложнения								P
	Серома		Гематома		Раневая инфекция		Переимплантная инфекция		
	Группа 1	Группа 2	Группа 1	Группа 2	Группа 1	Группа 2	Группа 1	Группа 2	
<i>Inlay</i>	0	1 (14,2 %)	1 (25 %)	2 (28,5 %)	0	0	0	0	> 0,05
<i>Intraabdominal</i>	0	0	3 (25 %)	4 (23,5 %)	0	0	0	0	> 0,05
<i>Sublay</i>	3 (10 %)	12 (32,4 %)	1 (3,3 %)	3 (8,1 %)	0	6 (16,2 %)	0	2 (5,4 %)	< 0,05
Местными тканями	0	0	0	1 (20 %)	0	0	0	0	> 0,05
<i>Onlay</i>	1 (10 %)	7 (63,3 %)	2 (20 %)	1 (9,1 %)	0	3 (27,2 %)	0	2 (18,2 %)	> 0,05

Переменные	Системные осложнения						P
	Пневмония		ТЭЛА		АКС		
	Группа 1	Группа 2	Группа 1	Группа 2	Группа 1	Группа 2	
<i>Inlay</i>	0	1 (14,2 %)	0	0	0	0	> 0,05
<i>Intraabdominal</i>	0	0	0	0	0	0	> 0,05
<i>Sublay</i>	0	1 (2,7 %)	0	1 (2,7 %)	0	2 (5,4 %)	> 0,05
Местными тканями	0	0	0	0	0	0	> 0,05
<i>Onlay</i>	0	0	0	0	0	0	> 0,05

Итоговая эффективность лечения оценивалась по частоте развития рецидива грыжи. В 1-й группе этот показатель составил 21,3 % (13 больных), в то время как во 2 группе – 45,4 % (35 больных). Анализ причины рецидива показал, что наиболее неблагоприятная ситуация наблюдалась при пластике местными тканями вне зависимости от ширины грыжевого дефекта и составила 90 %. Результаты частоты развития рецидива после установки сетчатого эндпротеза в интраабдоминальную позицию составили до 18,75 % в 1-й группе, 33,3 % – во 2-й группе. При сравнении частоты развития рецидива на фоне пластики *onlay*, в зависимости от грыжевого дефекта, показано, что в 1-й группе этот показатель был равен 30 %, в то время как у пациентов с шириной грыжи более 10 см число рецидива достигало 81,8 %, что является статистически значимым. На фоне применения герниопластики с расположением сетчатого эндпротеза в субмускулярное пространство в 1-й группе рецидивы зарегистрированы у 3 пациентов, что составило 10 %, во второй - у 13 больных (35,1 %), различия достоверны ($p = 0,021$). Это подтверждает предположение о том, что мажорной причиной развития рецидива является размер грыжевого дефекта, превышающий 10 см. Именно «сложная грыжа» нуждается, по всей видимости, в применении иных методов, в том числе сепарационных техник герниопластики.

Таблица 6

Распределение пациентов по рецидивам грыж в зависимости от метода пластики

Переменные	Группа 1 n = 61 %	Группа 2 n = 77 %	P
<i>Inlay</i>	1 (25 %)	2 (28,5 %)	> 0,05
<i>Intraabdominal</i>	2 (16,6 %)	6 (35,2 %)	> 0,05
<i>Sublay</i>	3 (10 %)	13 (35,1 %)	< 0,05
Местными тканями	4 (80 %)	5 (100 %)	> 0,05
<i>Onlay</i>	3 (30 %)	9 (81,8 %)	< 0,05

Заключение. Резюмируя результаты проведенного исследования, можно констатировать следующее: при сопоставимом коморбидном статусе пациентов обеих групп, ключевым фактором, детерминирующим частоту и тяжесть послеоперационных осложнений, являлся исходный размер грыжевого дефекта. У пациентов с малыми и средними вентральными грыжами (1 группа) общая частота осложнений составила до 19,6 %, при этом они ограничивались преимущественно местными проявлениями. В контрасте с этим, во второй группе, включавшей пациентов с большими грыжевыми дефектами, суммарная частота осложнений достигала 57,1 %, с существенной долей системных осложнений (7,8 %), в обоих случаях с летальными исходами. Такая же закономерность наблюдалась в отношении частоты развития рецидива грыжи. Стратификация результатов по типу хирургического вмешательства выявила наименьшую эффективность пластики местными тканями, при применении которой частота рецидивов достигала 90 % вне зависимости от размера дефекта. Интраабдоминальное расположение сетчатого эндопротеза продемонстрировало умеренную эффективность с частотой рецидивов 18,75 % и 33,3 % в первой и второй группах соответственно. Особого внимания заслуживает статистически значимая разница в эффективности методики *onlay* и *sublay*. Для пластики *onlay* частота рецидивов составила 30 % в первой группе против 81,8 % во второй, тогда как для *sublay* эти показатели составили 10 % и 35,1 % соответственно.

Результаты применения методики *Onlay* в нашем исследовании выявил ряд существенных недостатков. В частности, данная техника продемонстрировала неудовлетворительные показатели как в отношении развития местных осложнений в области хирургического вмешательства, так и в аспекте частоты рецидивов грыжи. Высокая частота местных осложнений при использовании методики *Onlay* может быть обусловлена рядом факторов, включая формирование обширного пространства между подкожно-жировой клетчаткой и апоневрозом, что создает благоприятные условия для развития сером и гематом. Кроме того, расположение сетчатого эндопротеза непосредственно под кожей повышает риск инфекционных осложнений и может приводить к хроническому воспалению в области имплантации. Что касается рецидивов, неудовлетворительные результаты методики *Onlay* могут быть связаны с недостаточной фиксацией сетки и отсутствием адекватной поддержки со стороны мышечно-апоневротических структур передней брюшной стенки. Это особенно актуально для пациентов с большими грыжевыми дефектами, где напряжение тканей играет критическую роль в долгосрочном успехе операции. Учитывая полученные данные, можно заключить, что применение методики *Onlay* должно быть ограничено и тщательно обосновано в каждом конкретном случае. Её использование может быть рассмотрено в ситуациях, когда другие, более предпочтительные методики (например, *Sublay*) технически невыполнимы или противопоказаны.

Результаты нашего исследования подтверждают, что методика *Sublay* демонстрирует удовлетворительные результаты при лечении грыж малых и средних размеров, обеспечивая низкую частоту осложнений и рецидивов. Это позволяет рассматривать данную технику как «золотой стандарт» в хирургическом лечении вентральных грыж указанных размеров. Однако, при обращении к проблеме грыж больших размеров (более 10 см), эффективность методики *Sublay* существенно снижается. Наблюдаемая высокая частота осложнений и рецидивов в этой группе пациентов позволяет утверждать недостаточную эффективность этой методики и важность поиска альтернативных хирургических подходов.

Финансирование. Работа подготовлена при поддержке вузовского гранта «Применение рентгенэндоваскулярных технологий при подготовке к оперативному лечению больных с гигантскими послеоперационными грыжами»

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Литература

1. Овчинников В.А., Соколов В.А. Абдоминальный компартмент-синдром. // Современные технологии в медицине 2013. № 5(1). P. 122-129.
2. Aspesi M., Gamberoni C., Severgnini P., Colombo G., Chiumello D., Minoja G., Tulli G., Malacrida R., Pelosi P., Chiaranda M. The abdominal compartment syndrome. Clinical relevance. // Minerva Anestesiol. 2002. №68(4). P. 138-46.
3. Barnes G.E., Laine G.A., Giam P.Y., Smith E.E., Granger H.J. Cardiovascular responses to elevation of intra-abdominal hydrostatic pressure. // Am J Physiol 1988. № 248. P. 208–213.
4. Birkhahn B.H., Gaeta T.J. Abdominal compartment syndrome in a patient with congenital megacolon. // PediatrEmerg Care 2000 Jun. № 16(3). P. 176–178.
5. Cheatham M.L., Safcsak K. Intraabdominal pressure: a revised method for measurement. // J Am Coll Surg. 1998. №186(3). P. 368-9.
6. Cheatham M, Ivatury R, Malbrain M, Sugrue M. Options and challenges for the future. In Ivatury R, Cheatham M, Malbrain M.L.N.G., Sugrue M, editors, Abdominal Compartment Syndrome. 1 edition ed. CRC Press, 2006. p. 297-302.

7. Chen R.J., Fang J.F., Lin B.C., Kao J.L. Laparoscopic decompression of abdominal compartment syndrome after blunt hepatic trauma. // *Surg Endosc.* 2000. №14(10). P. 966
8. Garcia C., Parramon F., Delas F., Codina A., Plaja I., Arxer T., Villalonga A. Abdominal compartmental syndrome in non-injured patients. // *Rev EspAnesthesiolReanimatol* 2000. № 47(3). P. 126–129.
9. Guloglu R. Abdominal compartment syndrome. // *UlusTravmaDerg.* 2002. № 8(3). P. 133–136.
10. Fink C, Baumann P, Wentz MN, Knebel P, Bruckner T, Ulrich A, et al. Incisional hernia rate 3 years after midline laparotomy. // *Br J Surg.* 2014. №101(2). P. 51-4.
11. Halligan S, Parker S.G., Plumb A.A., Windsor A.C.J. Imaging complex ventral hernias, their surgical repair, and their complications. // *Eur Radiol.* 2018. №28(8). P. 3560-3569.
12. Helgstrand F, Rosenberg J, Kehlet H, Strandfelt P, Bisgaard T. Reoperation versus clinical recurrence rate after ventral hernia repair. // *Ann Surg.* 2012. №256(6). P. 955-8.
13. Houck J.P., Rypins E.B., Sarfeh I.J., Juler G.L., Shimoda K.J: Repair of incisional hernia. // *SurgGynecolObstet.* 1989. №169. P. 397-399.
14. Jolissaint J.S., Dieffenbach B.V., Tsai T.C., Pernar L.I., Shoji B.T., Ashley S.W., Tavakkoli A. Surgical site occurrences, not body mass index, increase the long-term risk of ventral hernia recurrence. // *Surgery.* 2020. №167(4). P. 765-771.
15. Le Huu Nho R, Mege D, Ouaiissi M, Sielezneff I, Sastre B. Incidence and prevention of ventral incisional hernia. // *J Visc Surg.* 2012. №149(5 Suppl). P. e3-14.
16. Iqbal C.W., Pham T.H., Joseph A., Mai J, Thompson G.B., Sarr M.G. Long-term outcome of 254 complex incisional hernia repairs using the modified Rives-Stoppa technique. // *World J Surg.* 2007. №31(12). P. 2398-404.
17. Malbrain M, Jones F. Intra-abdominal pressure measurement techniques. In Ivantury R, Cheatham M, Malbrain MLNG, Sugrue M, editors, *Abdominal Compartment Syndrome*. 1st edition ed. CRC Press. 2006. p. 19-68.
18. Maluso P, Olson J, Sarani B. Abdominal Compartment Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. // *Crit Care Clin.* 2016. №32(2). P. 213-22.
19. Malbrain M.L., De Keulenaer B.L., Oda J, De Laet I, De Waele J.J., Roberts D.J., Kirkpatrick A.W., Kimball E, Ivantury R. Intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome in burns, obesity, pregnancy, and general medicine. // *Anesthesiol Intensive Ther.* 2015. №47(3). P. 228-40.
20. Mavrodin C.I., Pariza G, Ion D, Antoniac V.I. Abdominal compartment syndrome -- a major complication of large incisional hernia surgery. // *Chirurgia (Bucur).* 2013. №108(3). P. 414-7.
21. Menzo E.L., Hinojosa M, Carbonell A, Krpata D, Carter J, Rogers A.M. American Society for Metabolic and Bariatric Surgery and American Hernia Society consensus guideline on bariatric surgery and hernia surgery. // *Surg Obes Relat Dis.* 2018. №14(9). P. 1221-1232.
22. Munegato G, Brandolese R. Respiratory physiopathology in surgical repair for large incisional hernias of the abdominal wall. // *J Am Coll Surg.* 2001. №192(3). P. 298-304.
23. Munegato G, Grigoletto G, Brandolese R. Respiratory mechanics in abdominal compartment syndrome and large incisional hernias of the abdominal wall. // *Hernia.* 2000. №4. P. 282–5
24. Neuroscience C.I.A. Retracted: Botulinum Toxin Type A Injection Improves the Intraperitoneal High Pressure in Rats Treated with Abdominal Wall Plasty. // *Comput Intell Neurosci.* 2022. №2022. P. 9792521.
25. Nockolds C.L., Hodde J.P., Rooney P.S. Abdominal wall reconstruction with components separation and mesh reinforcement in complex hernia repair. // *BMC Surg.* 2014. №30. P. 14:25.
26. Schachtrupp A., Hoer J., Tons C., Klinge U., Reckord U., Schumpelick V., et al. Intra-abdominal pressure: a reliable criterion for laparostomy closure? // *Hernia.* 2002. № 6(3). P. 102–107.
27. Torregrosa-Gallud A, Sancho Muriel J, Bueno-Lledó J, García Pastor P, Iserte-Hernandez J, Bonafé-Diana S, Carreño-Sáenz O, Carbonell-Tatay F. Modified components separation technique: experience treating large, complex ventral hernias at a University Hospital. // *Hernia.* 2017. №21(4). P. 601-608.
28. Trujillo C.N., Fowler A, Al-Temimi MH, Ali A, Johna S, Tessier D. Complex Ventral Hernias: A Review of Past to Present. // *Perm J.* 2018. №22. P. 17-015.
29. Walming S, Angenete E, Block M, Bock D, Gessler B, Haglind E. Retrospective review of risk factors for surgical wound dehiscence and incisional hernia. // *BMC Surg.* 2017. №17(1). P. 19

References

1. Ovchinnikov VA, Sokolov VA. Abdominal'nyj kompartment-sindrom [Abdominal compartment syndrome]. *Sovremennye tekhnologii v medicene* 2013; 5(1):122-129.
2. Aspesi M, Gamberoni C, Severgnini P, Colombo G, Chiumello D, Minoja G, Tulli G, Malacrida R, Pelosi P, Chiaranda M. The abdominal compartment syndrome. Clinical relevance. *Minerva Anesthesiol.* 2002 Apr;68(4):138-46.
3. Barnes GE, Laine GA, Giam PY, Smith EE, Granger HJ. Cardiovascular responses to elevation of intra-abdominal hydrostatic pressure. *Am J Physiol* 1988; 248:208–213.
4. Birkhahn BH, Gaeta TJ. Abdominal compartment syndrome in a patient with congenital megacolon. *PediatEmerg Care* 2000 Jun; 16(3): 176–178.
5. Cheatham ML, Safcsak K. Intraabdominal pressure: a revised method for measurement. *J Am Coll Surg.* 1998 Mar;186(3):368-9.

6. Cheatham M, Ivatury R, Malbrain M, Sugrue M. Options and challenges for the future. In Ivatury R, Cheatham M, Malbrain MLNG, Sugrue M, editors, *Abdominal Compartment Syndrome*. 1 edition ed. CRC Press. 2006. p. 297-302.
7. Chen RJ, Fang JF, Lin BC, Kao JL. Laparoscopic decompression of abdominal compartment syndrome after blunt hepatic trauma. *Surg Endosc*. 2000;14(10):966
8. Garcia C, Parramon F, Delas F, Codina A, Plaja I, Arxer T, Villalonga A. Abdominal compartmental syndrome in non-injured patients. *Rev EspAnestesiolReanimatol* 2000; 47(3): 126–129.
9. Guloglu R. Abdominal compartment syndrome. *UlusTravmaDerg*. 2002; 8(3): 133–136.
10. Fink C, Baumann P, Wente MN, Knebel P, Bruckner T, Ulrich A, et al. Incisional hernia rate 3 years after midline laparotomy. *Br J Surg*. 2014;101(2):51-4.
11. Halligan S, Parker SG, Plumb AA, Windsor ACJ. Imaging complex ventral hernias, their surgical repair, and their complications. *Eur Radiol*. 2018;28(8):3560-3569.
12. Helgstrand F, Rosenberg J, Kehlet H, Strandfelt P, Bisgaard T. Reoperation versus clinical recurrence rate after ventral hernia repair. *Ann Surg*. 2012;256(6):955-8.
13. Houck JP, Rypins EB, Sarfeh II, Juler GL, Shimoda KJ: Repair of incisional hernia. *SurgGynecolObstet*. 1989;169:397-399.
14. Jolissaint JS, Dieffenbach BV, Tsai TC, Pernar LI, Shoji BT, Ashley SW, Tavakkoli A. Surgical site occurrences, not body mass index, increase the long-term risk of ventral hernia recurrence. *Surgery*. 2020;167(4):765-771.
15. Le Huu Nho R, Mege D, Ouaiissi M, Sielezneff I, Sastre B. Incidence and prevention of ventral incisional hernia. *J Visc Surg*. 2012 Oct;149(5 Suppl):e3-14.
16. Iqbal CW, Pham TH, Joseph A, Mai J, Thompson GB, Sarr MG. Long-term outcome of 254 complex incisional hernia repairs using the modified Rives-Stoppa technique. *World J Surg*. 2007;31(12):2398-404.
17. Malbrain M, Jones F. Intra-abdominal pressure measurement techniques. In Ivatury R, Cheatham M, Malbrain MLNG, Sugrue M, editors, *Abdominal Compartment Syndrome*. 1st edition ed. CRC Press. 2006. p. 19-68.
18. Maluso P, Olson J, Sarani B. Abdominal Compartment Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. *Crit Care Clin*. 2016;32(2):213-22.
19. Malbrain ML, De Keulenaer BL, Oda J, De Laet I, De Waele JJ, Roberts DJ, Kirkpatrick AW, Kimball E, Ivatury R. Intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome in burns, obesity, pregnancy, and general medicine. *Anaesthesiol Intensive Ther*. 2015;47(3):228-40.
20. Mavrodin CI, Pariza G, Ion D, Antoniac VI. Abdominal compartment syndrome -- a major complication of large incisional hernia surgery. *Chirurgia (Bucur)*. 2013;108(3):414-7.
21. Menzo EL, Hinojosa M, Carbonell A, Krpata D, Carter J, Rogers AM. American Society for Metabolic and Bariatric Surgery and American Hernia Society consensus guideline on bariatric surgery and hernia surgery. *Surg Obes Relat Dis*. 2018;14(9):1221-1232.
22. Munegato G, Brandolese R. Respiratory physiopathology in surgical repair for large incisional hernias of the abdominal wall. *J Am Coll Surg*. 2001;192(3):298-304.
23. Munegato G, Grigoletto G, Brandolese R. Respiratory mechanics in abdominal compartment syndrome and large incisional hernias of the abdominal wall. *Hernia*. 2000;4:282–5
24. Neuroscience CIA. Retracted: Botulinum Toxin Type A Injection Improves the Intraperitoneal High Pressure in Rats Treated with Abdominal Wall Plasty. *Comput Intell Neurosci*. 2022 Dec 28;2022:9792521.
25. Nockolds CL, Hodde JP, Rooney PS. Abdominal wall reconstruction with components separation and mesh reinforcement in complex hernia repair. *BMC Surg*. 2014;30:14:25.
26. Schachtrupp A., Hoer J., Tons C., Klinge U., Reckord U., Schumpelick V., et al. Intra-abdominal pressure: a reliable criterion for laparostomy closure? *Hernia*. 2002; 6(3): 102–107.
27. Torregrosa-Gallud A, Sancho Muriel J, Bueno-Lledó J, García Pastor P, Iserte-Hernandez J, Bonafé-Diana S, Carreño-Sáenz O, Carbonell-Tatay F. Modified components separation technique: experience treating large, complex ventral hernias at a University Hospital. *Hernia*. 2017;21(4):601-608.
28. Trujillo CN, Fowler A, Al-Temimi MH, Ali A, Johna S, Tessier D. Complex Ventral Hernias: A Review of Past to Present. *Perm J*. 2018;22:17-015.
29. Walming S, Angenete E, Block M, Bock D, Gessler B, Haglind E. Retrospective review of risk factors for surgical wound dehiscence and incisional hernia. *BMC Surg*. 2017;17(1):19

Библиографическая ссылка:

Ефремов Б.И. Анализ причин развития послеоперационных осложнений у пациентов со сложными грыжами // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 1-3. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-3.pdf> (дата обращения: 09.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-3. EDN VZPIQS *

Bibliographic reference:

Efremov BI. Analiz prichin razvitiya posleoperacionnyh oslozhnenij u pacientov so slozhnymi gryzhami [Analysis of the causes of postoperative complications in patients with complex hernias]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2025 [cited 2025 Jul 09];4 [about 8 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-3.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-3. EDN VZPIQS

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY

УДК:
615.849.19.03:616.379-008.64-06 DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-4 EDN FOILEG **



**КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ
В ЛЕЧЕНИИ КАРИЕСА У ДЕТЕЙ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ
1 ТИПА: БИОХИМИЧЕСКИЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

Г.М.-А. БУДАЙЧИЕВ*, Д.А. ДОМЕНИУК**, М.Н. МЕДЖИДОВ*, З.К. МАХМУДОВА*,
Э.А. КУРБАНОВА*

* ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет»,
ул. Ленина, д. 1, г. Махачкала, 367000, Россия

** ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет»,
ул. Мира, д. 310, г. Ставрополь, 355017, Россия

Аннотация. Сахарный диабет 1 типа (СД1) представляет собой одно из наиболее распространенных хронических заболеваний у детей, сопровождающееся значительными метаболическими изменениями, включая нарушения в полости рта. **Цель исследования** – оценить эффективность комплексного применения лазерной терапии в лечении кариеса у детей с СД1 с акцентом на биохимические и клинические аспекты. **Материалы и методы исследования.** В исследование было включено 60 детей с СД1 в возрасте 6-12 лет и 40 здоровых детей. Участники проходили клиническое и биохимическое обследование, включающее анализ состава слюны, определение провоспалительных маркеров, микробиологическое исследование и количественную диагностику эмали. Протокол лечения предусматривал использование лазерной терапии для обработки кариозных полостей и активации реминерализации тканей зубов. **Результаты и их обсуждение.** Лазерная терапия продемонстрировала значительное снижение индекса кариозных, пломбированных и удаленных зубов, улучшение реминерализации эмали и восстановление защитных свойств слюны. В исследуемой группе численность кариесогенных микроорганизмов уменьшилась на 46 %, что значительно превышало показатели контрольной группы. Отмечено также снижение уровня провоспалительных цитокинов (*IL-6*, *TNF-α*) и улучшение параметров микробного биоценоза. **Выводы.** Лазерная терапия доказала свою эффективность в лечении кариеса у детей с СД1, снижая воспалительную активность и стимулируя процессы регенерации эмали. Данные исследования подтверждают целесообразность включения лазерной терапии в персонализированные протоколы лечения детей с СД1.

Ключевые слова: сахарный диабет 1 типа, лазерная терапия, реминерализация эмали, стоматологическое лечение, кариес.

**COMPREHENSIVE APPLICATION OF LASER THERAPY IN THE TREATMENT OF DENTAL
CARIES IN CHILDREN WITH TYPE 1 DIABETES: BIOCHEMICAL AND CLINICAL ASPECTS**

G.M.-A. BUDAICHIEV*, D.A. DOMENYUK**, M.N. MEDZHIDOV*, Z.K. MAHMUDOVA*,
E.A. KURBANOVA*

* Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Dagestan State Medical University”,
1 Lenina St., Makhachkala, 367000, Russia

** Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Stavropol State Medical University”,
310 Mira St., Stavropol, 355017, Russia

Abstract. Type 1 diabetes (T1D) is one of the most common chronic diseases in children and is associated with significant metabolic disturbances, including oral cavity disorders. The aim of this study was to assess the effectiveness of comprehensive laser therapy in the treatment of dental caries in children with T1D, with a focus on biochemical and clinical aspects. **Materials and Methods.** The study included 60 children aged 6–12 years with T1D and 40 healthy children. All participants underwent clinical and biochemical examinations, including saliva composition analysis, identification of proinflammatory markers, microbiological testing, and quantitative assessment of dental enamel. The treatment protocol included the use of laser therapy for cavity treatment and activation of tooth tissue remineralization. **Results and Discussion.** Laser therapy led to a significant reduction in the decayed, missing, and filled teeth index, enhanced enamel remineralization, and restored protective properties of saliva. In the study group, the number of caries-causing microorganisms decreased by 46%, notably higher than in the control group. There was also a marked reduction in levels of proinflammatory cytokines (*IL-6*, *TNF-α*) and improvement in microbial biocenosis indicators. **Conclusions.** Laser therapy has proven effective in treating caries in children with T1D by reducing inflammatory activity and stimulating enam-

el regeneration. The findings support the inclusion of laser therapy in personalized treatment protocols for children with T1D.

Keywords: type 1 diabetes, laser therapy, enamel remineralization, dental treatment, caries.

Введение. Сахарный диабет 1 типа (СД1) представляет собой одно из наиболее распространенных аутоиммунных заболеваний у детей, сопровождающееся гипергликемией и развитием системных осложнений. Одной из серьезных проблем, ассоциированных с СД1, является нарушение стоматологического здоровья. У детей с СД1 значительно возрастает риск развития кариеса, что связано с метаболическими нарушениями и изменением защитных функций слюны [7]. Снижение секреции слюны, нарушение ее буферной емкости и увеличение концентрации глюкозы создают благоприятные условия для роста кариесогенной микрофлоры, включая *Streptococcus mutans* и *Lactobacillus spp.* [1]. Гипергликемия у детей с СД1 также провоцирует ускоренную деминерализацию эмали, что приводит к более быстрому прогрессированию кариеса по сравнению со здоровыми детьми [6, 9]. Эти изменения обуславливают высокую сложность лечения кариеса у пациентов данной группы и требуют разработки новых терапевтических подходов [2]. Кроме того, стандартные методы профилактики и лечения нередко оказываются недостаточно эффективными из-за наличия метаболических нарушений и сложности полной эрадикации кариесогенной микрофлоры [3]. Лазерная терапия зарекомендовала себя как перспективное направление в стоматологии. Этот метод обладает антимикробным, биостимулирующим и реминерализующим эффектами, что делает его особенно актуальным для пациентов с нарушениями метаболизма [5]. Лазеры могут эффективно снижать численность кариесогенной микрофлоры, стимулировать процессы реминерализации эмали и ускорять регенерацию мягких тканей [4]. Однако применение лазеров у детей с СД1 требует особого подхода, учитывающего биохимические изменения слюны и состояние тканей полости рта. Научные данные о применении лазерной терапии у детей с СД1 ограничены, и многие аспекты остаются неизученными. Необходимо уточнить оптимальные параметры лазерного воздействия, разработать протоколы применения и провести долгосрочные наблюдения для оценки устойчивости результатов лечения [8]. Комплексное использование лазерных технологий может не только повысить эффективность терапии, но и обеспечить профилактику стоматологических осложнений у детей с СД1.

Цель исследования – оценить эффективность и безопасность комплексного применения лазерной терапии в лечении кариеса у детей с СД1, изучить биохимические изменения в слюне, клиническую динамику и реминерализующие свойства лазерного воздействия.

Материал и методы исследования. Исследование было выполнено в формате проспективного клинического исследования и включало два ключевых этапа: первичный анализ клинического и биохимического статуса полости рта у детей с СД1 и динамическое наблюдение после прохождения курса лазерной терапии. В исследовании приняли участие 60 детей с подтвержденным диагнозом СД1 в возрасте от 6 до 12 лет с кариесом или начальной деминерализацией эмали, которые составили исследуемую группу. Контрольная группа включала 40 здоровых детей того же возраста с аналогичными стоматологическими проблемами. Критерии включения предусматривали возраст от 6 до 12 лет, наличие начального или среднего кариеса (подтвержденного визуальным осмотром и рентгенографией), а также письменное согласие родителей на участие ребенка в исследовании. Исключались дети с тяжелыми системными заболеваниями, кроме СД1, те, кто использовал реминерализующие пасты, фториды или антисептические препараты в течение последних 3 месяцев, а также пациенты с непереносимостью лазерной терапии. Исследование проводилось в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации и было одобрено локальным этическим комитетом. Все родители (законные представители) участников исследования были подробно информированы о целях, методах и возможных рисках проводимого исследования, после чего подписали письменное информированное согласие на участие их детей в исследовании. Протокол лечения предусматривал использование диодного лазера с длиной волны 980 нм и интенсивностью 0,5-1,0 Вт для обработки кариозных полостей. Биостимуляция твердых тканей зуба осуществлялась низкоинтенсивным лазерным излучением с длиной волны 660 нм и интенсивностью 0,1 Вт, направленным на активацию реминерализующих процессов. Лазерное лечение проводилось в три сеанса с интервалом 7 дней. В контрольной группе использовался стандартный протокол лечения с применением фторидсодержащих реминерализующих паст. Для оценки эффективности терапии были применены следующие методы. Клиническая оценка включала измерение индекса КПУ, диагностику кариеса и деминерализации с помощью аппарата *DIAGNOdent*, а также анализ времени заживления тканей после лечения. Биохимический анализ слюны предусматривал определение уровня кальция, фосфатов и глюкозы, измерение концентрации провоспалительных маркеров (*IL-6*, *TNF-α*), буферной емкости и *pH*. Микробиологический анализ включал подсчет численности кариесогенных микроорганизмов (*Streptococcus mutans*, *Lactobacillus spp.*) и исследование динамики микробного биоценоза после лазерной терапии. Гистологическое исследование проводилось на образцах твердых тканей зуба, полученных до и после лечения, для анализа изменений структуры и минерализации. Для статистической обработки данных использовались критерий Стьюдента и *U*-критерий Манна-Уитни для выявления различий между

группами, а также корреляционный анализ для изучения взаимосвязи биохимических и клинических параметров. Обработка данных выполнялась в программном обеспечении *SPSS* версии 25.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенного лечения было выявлено значительное снижение индекса *кариозных, пломбированных и удаленных зубов* (КПУ) у детей, проходивших лазерную терапию, по сравнению с контрольной группой. До начала лечения средний показатель индекса КПУ в исследуемой группе составлял $5,7 \pm 1,4$, что сопоставимо с данными контрольной группы, где этот показатель был равен $5,6 \pm 1,3$. Однако после курса лазерной терапии в исследуемой группе индекс КПУ снизился до $4,0 \pm 1,1$, что эквивалентно снижению на 29,8 %. В контрольной группе, где применялась стандартная терапия, снижение индекса КПУ составило лишь 12,5 %, и средний показатель после лечения достиг $4,9 \pm 1,2$. Разница между группами была статистически значимой ($p < 0,01$), что подчеркивает эффективность лазерного метода. Динамика заживления тканей также показала преимущество лазерной терапии. Среднее время восстановления тканей после лечения в исследуемой группе составило $7,2 \pm 1,5$ дня, что на 26,5 % быстрее, чем в контрольной группе, где этот показатель составил $9,8 \pm 1,8$ дня. Сокращение времени заживления можно объяснить биостимулирующим эффектом лазера, который активирует клеточную пролиферацию, улучшает микроциркуляцию и стимулирует ремоделирование тканей. Сравнение данных по двум группам указывает на значительное различие в результатах лечения. В исследуемой группе снижение индекса КПУ сопровождалось улучшением клинической картины, что демонстрирует способность лазерной терапии обеспечивать не только эффективное лечение кариеса, но и улучшение общего состояния твердых тканей зуба. Время заживления в исследуемой группе, будучи значительно короче, подтверждает, что лазерное воздействие может ускорять процессы репарации за счет модуляции воспалительных и регенеративных процессов. Таким образом, применение лазерной терапии у детей с СД1 позволяет достичь выраженных клинических улучшений. Эти данные подчеркивают важность внедрения лазерных технологий в повседневную стоматологическую практику для оптимизации лечения кариеса и сокращения времени восстановления тканей, что особенно важно для пациентов с нарушениями метаболизма.

Проведение количественной диагностики методом *DIAGNOdent* выявило значительное снижение уровня деминерализации эмали у детей, получавших лазерную терапию, в сравнении с контрольной группой. До начала лечения показатели флюоресценции в исследуемой группе составляли 78 ± 10 условных единиц, что свидетельствовало о высокой степени деминерализации эмали. В контрольной группе эти показатели были сопоставимыми и составляли 75 ± 9 условных единиц. Однако после курса лечения в исследуемой группе наблюдалось существенное снижение уровня флюоресценции до 52 ± 8 условных единиц, что эквивалентно снижению на 33,3 %. В контрольной группе, где применялись стандартные методы терапии, снижение уровня флюоресценции оказалось значительно меньшим – всего на 13,3 %, с конечным значением 65 ± 10 условных единиц. Динамика изменений показателей флюоресценции указывает на более высокую эффективность лазерной терапии в восстановлении структуры эмали. В исследуемой группе уменьшение флюоресценции на 33,3 % подтверждает значительное снижение степени деминерализации, что можно связывать с усилением реминерализирующих процессов под воздействием лазерного излучения. Напротив, в контрольной группе, где применялись только стандартные методы лечения, снижение уровня флюоресценции на 13,3 % демонстрирует ограниченную способность стандартной терапии справляться с выраженной деминерализацией эмали. Различия в исходных и конечных значениях между группами также подчеркивают влияние лазерной терапии на регенерацию твердых тканей зуба. До лечения уровень флюоресценции в исследуемой и контрольной группах был практически одинаковым, что свидетельствует о сопоставимой начальной степени деминерализации. Однако после завершения курса лечения конечные показатели значительно различались, отражая более выраженный терапевтический эффект в исследуемой группе. Результаты количественной диагностики методом *DIAGNOdent* продемонстрировали, что лазерная терапия способствует значительному снижению уровня деминерализации эмали у детей с СД1, обеспечивая более выраженное восстановление структуры эмали, чем стандартные методы лечения.

Биохимический анализ слюны показал значительные изменения в составе у детей, проходивших лазерную терапию. В исследуемой группе уровень кальция в слюне до лечения составлял $0,85 \pm 0,15$ ммоль/л, а после курса лазерной терапии увеличился до $1,15 \pm 0,12$ ммоль/л. В контрольной группе аналогичные показатели до лечения составили $0,82 \pm 0,14$ ммоль/л, а после стандартной терапии достигли лишь $0,95 \pm 0,13$ ммоль/л. Уровень фосфатов в слюне в исследуемой группе вырос с $2,0 \pm 0,25$ ммоль/л до $2,4 \pm 0,2$ ммоль/л, в то время как в контрольной группе этот параметр увеличился с $2,1 \pm 0,3$ ммоль/л до $2,3 \pm 0,25$ ммоль/л. Уровень глюкозы в слюне в исследуемой группе снизился с $0,43 \pm 0,1$ мг/мл до $0,34 \pm 0,08$ мг/мл, что свидетельствует о выраженной динамике улучшения. В контрольной группе снижение уровня глюкозы было менее значительным – с $0,45 \pm 0,11$ мг/мл до $0,4 \pm 0,1$ мг/мл. Показатель *pH* слюны в исследуемой группе повысился с $6,5 \pm 0,2$ до $6,9 \pm 0,3$, а в контрольной группе – с $6,6 \pm 0,2$ до $6,7 \pm 0,2$. Буферная емкость слюны у детей в исследуемой группе увеличилась с 45 ± 5 % до 54 ± 4 %, что превышает изменения, наблюдаемые в контрольной группе, где показатель повысился с 46 ± 6 % до $50 \pm$

5 %. Данные биохимического анализа подтверждают, что в исследуемой группе после лазерной терапии произошли более выраженные изменения в составе слюны, включая увеличение концентраций кальция и фосфатов, снижение уровня глюкозы и улучшение буферных свойств. Это отражает положительную динамику процессов реминерализации и стабилизацию состава слюны.

Микробиологический анализ продемонстрировал значительное снижение численности кариесогенных микроорганизмов у детей, прошедших лазерную терапию. Уровень *Streptococcus mutans* в исследуемой группе до лечения составлял $1,5 \times 10^6$ КОЕ/мл, а после курса лазерного лечения уменьшился до $0,8 \times 10^6$ КОЕ/мл, что эквивалентно снижению на 46 %. В контрольной группе аналогичный показатель до лечения составил $1,4 \times 10^6$ КОЕ/мл, а после стандартной терапии снизился лишь до $1,2 \times 10^6$ КОЕ/мл, что отражает снижение численности на 14 %. Уровень *Lactobacillus spp.* в исследуемой группе уменьшился с $0,9 \times 10^6$ КОЕ/мл до $0,5 \times 10^6$ КОЕ/мл, что соответствует снижению на 44 %. В контрольной группе данный показатель до лечения составлял $0,8 \times 10^6$ КОЕ/мл, а после лечения уменьшился до $0,7 \times 10^6$ КОЕ/мл, что соответствует снижению численности на 12 %. В исследуемой группе снижение численности как *Streptococcus mutans*, так и *Lactobacillus spp.* оказалось значительно выше по сравнению с контрольной группой. Это подтверждает выраженное антимикробное действие лазерной терапии, что особенно важно в лечении детей с повышенным уровнем кариесогенной микрофлоры.

Анализ уровней провоспалительных цитокинов в слюне детей показал существенное снижение воспалительной активности у пациентов, прошедших лазерное лечение. До начала лечения уровень *интерлейкина-6 (IL-6)* в исследуемой группе составлял $12,5 \pm 2,5$ пг/мл. После курса лазерной терапии данный показатель снизился до $7,8 \pm 1,8$ пг/мл, что эквивалентно уменьшению на 38 %. В контрольной группе исходный уровень IL-6 был схожим и составил $12,0 \pm 2,3$ пг/мл, однако после стандартного лечения он снизился только до $10,5 \pm 2,0$ пг/мл, что соответствует снижению на 12,5 %. Уровень *фактора некроза опухоли-альфа (TNF- α)* в исследуемой группе до лечения составлял $9,0 \pm 1,5$ пг/мл, а после лазерного воздействия уменьшился до $5,5 \pm 1,2$ пг/мл, что соответствует снижению на 39 %. В контрольной группе уровень *TNF- α* до начала терапии был на уровне $8,8 \pm 1,4$ пг/мл, а после стандартного лечения снизился лишь до $7,5 \pm 1,3$ пг/мл, что эквивалентно снижению на 14,8 %. Эти данные демонстрируют, что лазерная терапия обеспечивает более выраженное снижение провоспалительных цитокинов по сравнению со стандартным лечением, что свидетельствует о её высоком противовоспалительном потенциале.

Гистологический анализ твердых тканей зуба выявил значительные изменения в плотности минералов и структурных характеристиках после проведенного лечения, особенно в исследуемой группе, получавшей лазерную терапию. До начала терапии плотность минерализации в исследуемой группе составляла 65 ± 5 %, а после курса лазерного лечения увеличилась до 85 ± 4 %, что отражает рост показателя на 30 %. В контрольной группе, где применялась стандартная терапия, плотность минерализации изначально находилась на уровне 67 ± 6 %, а после лечения увеличилась до 75 ± 5 %, что соответствует приросту лишь на 12 %. Аналогичные изменения наблюдались в устойчивости твердых тканей зуба к воздействию кислот. В исследуемой группе данный показатель до лечения составлял 55 ± 6 %, а после лазерной терапии повысился до 75 ± 5 %, что эквивалентно улучшению на 36 %. В контрольной группе устойчивость к кислотам до лечения была на уровне 57 ± 5 %, а после стандартного лечения увеличилась до 65 ± 6 %, что соответствует приросту на 14 %. Данные подтверждают, что лазерная терапия оказывает существенное влияние на восстановление твердых тканей зуба, стимулируя реминерализацию и улучшая структурную устойчивость. В исследуемой группе изменения были более выраженными, что свидетельствует о значительном преимуществе лазерного метода над стандартными подходами. Улучшение плотности минералов и устойчивости к кислотам в исследуемой группе указывает на способность лазера активировать процессы регенерации, повышая защитные свойства твердых тканей зуба.

Сравнительный анализ эффективности методов лечения продемонстрировал явные преимущества лазерной терапии по сравнению со стандартными подходами. Одним из ключевых показателей является снижение индекса КПУ: в группе лазерной терапии уменьшение составило 29,8 %, тогда как в группе стандартного лечения этот показатель снизился лишь на 12,5 %. Разница в 17,3 % подчеркивает высокую клиническую значимость использования лазера для устранения кариозных поражений у детей с СД1. Анализ реминерализации твердых тканей зуба также выявил превосходство лазерной терапии. Увеличение плотности минералов составило 30 % в группе лазера, что почти в три раза превышает прирост в группе стандартного лечения, где улучшение составило всего 12 %. Эти данные подтверждают высокую эффективность лазера в стимулировании процессов восстановления структуры эмали. Особое внимание привлекли результаты микробиологического анализа. В группе лазерной терапии численность кариесогенных микроорганизмов, таких как *Streptococcus mutans* и *Lactobacillus spp.*, снизилась на 46 %, что значительно превышает аналогичный показатель в группе стандартного лечения (14 %). Разница в 32 % демонстрирует выраженное антимикробное действие лазера и его способность восстанавливать микробный баланс в полости рта.

Преимущества лазерной терапии заключаются не только в значительном снижении деминерализации, но и в улучшении защитных свойств слюны, ускорении заживления тканей и снижении воспали-

тельной активности. Эти данные подтверждают, что лазерная терапия не только устраняет кариозные поражения, но и способствует комплексному улучшению состояния тканей полости рта у детей с СД1. Таким образом, лазерный метод можно считать перспективным направлением в стоматологии, обеспечивающим высокую клиническую и биохимическую эффективность.

Заключение. Комплексное применение лазерной терапии в лечении кариеса у детей с сахарным диабетом I типа продемонстрировало высокую клиническую и биохимическую эффективность. Лазерное воздействие способствовало значительному снижению кариесогенной микрофлоры, улучшению реминерализации эмали и восстановлению защитных свойств слюны. Кроме того, терапия позволила ускорить процессы заживления и снизить воспалительную активность, что подтверждает ее перспективность как метода выбора для данной группы пациентов. Эти результаты подчеркивают необходимость дальнейших исследований и внедрения лазерной терапии в персонализированные протоколы лечения стоматологических осложнений у детей с СД1.

Конфликт интересов. Авторы заявляли об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Быков И.М., Гильмиярова Ф.Н., Доменюк Д.А. Оценка кариесогенной ситуации у детей с сахарным диабетом первого типа с учётом минерализующего потенциала ротовой жидкости и эмалиевой резистентности // Кубанский научный медицинский вестник. 2018. Т. 25, № 4. С. 22–36.
2. Доменюк Д.А., Давыдов Б.Н., Гильмиярова Ф.Н. Оптимизация патогенетической терапии кариеса зубов у детей, страдающих сахарным диабетом первого типа, с учётом методологических принципов персонализированной медицины (Часть I) // Институт стоматологии. 2018. № 4(81). С. 81–83.
3. Доменюк Д.А., Давыдов Б.Н., Гильмиярова Ф.Н. Оптимизация патогенетической терапии кариеса зубов у детей, страдающих сахарным диабетом первого типа, с учётом методологических принципов персонализированной медицины (Часть II) // Институт стоматологии. 2019. № 1(82). С. 82–87.
4. Гришай В.С. Применение лазерных технологий в диагностике кариеса // Научный журнал. 2017. № 6-1 (19). С. 11–13.
5. Гуськов А.В., Зиманков Д.А., Мирнигматова Д.Б. Лазеры в терапевтической и ортопедической стоматологии // Символ науки. 2015. № 10-2. С. 221–223.
6. Ивченко Л.Г., Быков И.М., Басов А.А. Разработка и обоснование алгоритма оценки метаболизма костной системы у детей с сахарным диабетом первого типа // Кубанский научный медицинский вестник. 2018. Т. 25, № 5. С. 35–47.
7. Иорданишвили А.К., Солдатова Л.Н., Переверзев В.С. Стоматологическое здоровье детей, страдающих сахарным диабетом I типа и пути его улучшения // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2017. Т. 62, № 1. С. 121–126.
8. Москвин С.В., Шаяхметова Т.А. Лазерная терапия в педиатрии, особенности и схемы применения метода (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2018. №6. Публикация 3-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2018-6/3-1.pdf> (дата обращения 07.11.2018). DOI: 10.24411/2075-4094-2018-16270.
9. Рамазанов Г.С., Курбанова Э.А., Меджидова Н.М., Будаичиев Г.М.-А. Влияние метаболизма костной системы у детей с сахарным диабетом первого типа на развитие и лечение зубных аномалий // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2024. №6. Публикация 1-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-6/1-4.pdf> (дата обращения 05.11.2024). DOI: 10.24412/2075-4094-2024-6-1-4. EDN IUIHMX.

References

1. Bykov IM, Gil'miyarova FN, Domenyuk DA. Ocenka kariesogennoj situacii u detej s saharnym diabetom pervogo tipa s uchetom mineralizuyushhego potenciala rotovoj zhidkosti i jemalevoj rezistentnosti [Assessment of cariesogenic situation in children with type 1 diabetes mellitus considering the mineralizing potential of oral fluid and enamel resistance]. Kubanskij nauchnyj medicinskij vestnik. 2018; 25(4): 22–36. Russian.
2. Domenyuk DA, Davydov BN, Gil'miyarova FN. Optimizacija patogeneticheskoj terapii kariesa zubov u detej, stradajushhih saharnym diabetom pervogo tipa, s uchyotom metodologicheskikh principov personalizirovannoj mediciny (Chast' I) [Optimization of pathogenetic therapy of dental caries in children with type 1 diabetes mellitus, considering the methodological principles of personalized medicine (Part I)]. Institut stomatologii. 2018; 4(81): 81–83. Russian.
3. Domenyuk DA, Davydov BN, Gil'miyarova FN. Optimizacija patogeneticheskoj terapii kariesa zubov u detej, stradajushhih saharnym diabetom pervogo tipa, s uchyotom metodologicheskikh principov personalizirovannoj mediciny (Chast' II) [Optimization of pathogenetic therapy of dental caries in children with type 1 diabe-

tes mellitus, considering the methodological principles of personalized medicine (Part II)]. Institut stomatologii. 2019; 1(82): 82–87. Russian.

4. Grishay VS. Primenenie lazernykh tekhnologij v diagnostike kariеса [Application of laser technologies in caries diagnostics]. Nauchnyj zhurnal. 2017; 6-1(19): 11–13. Russian.

5. Guskov AV, Zimankov DA, Mirnigmatova DB. Lazery v terapevticheskoj i ortopedicheskoj stomatologii [Lasers in therapeutic and orthopedic dentistry]. Simvol nauki. 2015; 10-2: 221–223. Russian.

6. Ivchenko LG, Bykov IM, Basov AA. Razrabotka i obosnovanie algoritma ocenki metabolizma kostnoj sistemy u detej s saharnym diabetom pervogo tipa [Development and substantiation of an algorithm for evaluating bone metabolism in children with type 1 diabetes mellitus]. Kubanskij nauchnyj medicinskij vestnik. 2018; 25(5): 35–47. Russian.

7. Iordanishvili AK, Soldatova LN, Pereverzev VS. Stomatologicheskoe zdorov'e detej, stradayushhih saharnym diabetom I tipa i puti ego uluchsheniya [Dental health of children with type 1 diabetes mellitus and ways to improve it]. Rossijskij vestnik perinatologii i pediatrii. 2017; 62(1): 121–126. Russian.

8. Moskvina SV, Shayahmetova TA. Lazernaya terapiya v pediatrii, osobennosti i shemy primeneniya metoda (obzor literatury) [Laser therapy in pediatrics, features, and application schemes (literature review)]. Vestnik novyx medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie. 2018; 12(6): 136–147. Russian.

9. Ramazanov GS, Kurbanova EA, Medzhidova NM. Vliyanie metabolizma kostnoj sistemy u detej s saharnym diabetom pervogo tipa na razvitiye i lecheniye zubnykh anomalij [The influence of bone system metabolism in children with type 1 diabetes mellitus on the development and treatment of dental anomalies]. Vestnik novyx medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie. 2024; 18(6): 27–31. Russian.

Библиографическая ссылка:

Будайчиев Г.М.-А., Доменюк Д.А., Меджидов М.Н., Махмудова З.К., Курбанова Э.А. Комплексное применение лазерной терапии в лечении кариеса у детей с сахарным диабетом 1 типа: биохимические и клинические аспекты // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 1-4. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-4.pdf> (дата обращения: 10.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-4. EDN FOILEG*

Bibliographic reference:

Budaichiev GM-A, Domenyuk DA, Medzhidov MN, Mahmudova ZK, Kurbanova EA. Kompleksnoe primeneniye lazernoj terapii v lechenii kariеса u detej s saharnym diabetom 1 tipa: biohimicheskie i klinicheskie aspekty [Comprehensive application of laser therapy in the treatment of dental caries in children with type 1 diabetes: biochemical and clinical aspects]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2025 [cited 2025 Jul 10];4 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-4.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-4. EDN FOILEG

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY



**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ БИОТРАНСПЛАНТАТА ПРИ
ГЕРНИОПЛАСТИКЕ БЕЛОЙ ЛИНИИ ЖИВОТА В УСЛОВИЯХ «ЧИСТОЙ»
И ИНФИЦИРОВАННОЙ РАН**

А.А. МАГОМЕДРАСУЛОВА

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Студенческая, д. 10, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. В настоящее время количество рецидивов, возникающих после выполнения протезирующих методик герниопластики достигает 10 %. Это обусловлено выраженной раневой инфекцией и отторжением сетчатого протеза. Для решения данной проблемы перспективным направлением является использование биоинженерных трансплантатов, лишенных иммунных материалов методом децеллюляризации. **Цель исследования** – изучить особенности реакции организма после пластики грыжевого дефекта белой линии живота биотрансплантатом в условиях «чистой» и инфицированной раны. **Материалы и методы исследования.** Объектами исследования были 40 половозрелых самцов кроликов породы Белый великан, использованных для получения гетеротрансплантата, и 270 самцов крыс линии *Wistar*. Всем крысам моделировали грыжевой дефект по белой линии живота, после чего была выполнена пластика грыжевого дефекта тем или иным способом в условиях «чистой» и инфицированной ран. **Результаты и их обсуждение.** Статистически подтверждено, что при пластике биоинженерным трансплантатом наблюдалось более быстрое снижение общей и локальной температуры, обсемененности раны, диаметра зоны гиперемии и количества отделяемого из раны и сроков полного заживления раны, что указывает на меньшую интенсивность воспалительного процесса. **Заключение.** Изучение взаимодействия между имплантационным материалом и биологическими тканями в условиях инфекции остается критически важным для улучшения результатов хирургического лечения наружных грыж живота.

Ключевые слова: осложнения грыжесечения, биоинженерный трансплантат, герниопластика, полипропиленовый сетчатый протез.

**EXPERIMENTAL APPLICATION OF A BIOTRANSPLANT IN HERNIOPLASTY OF THE LINEA
ALBA UNDER "CLEAN" AND INFECTED WOUND CONDITIONS**

A.A. MAGOMEDRASULOVA

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Voronezh State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation”,
10 Studencheskaya St., Voronezh, 394036, Russia*

Abstract. Currently, the recurrence rate following prosthetic hernioplasty techniques reaches up to 10%, primarily due to pronounced wound infection and mesh prosthesis rejection. A promising solution to this problem is the use of bioengineered transplants that are decellularized to eliminate immunogenic materials. The aim of this study was to examine the body's response after repair of a linea alba hernia defect using a biotransplant in both "clean" and infected wound conditions. **Materials and Methods.** The study involved 40 sexually mature male White Giant rabbits, used to obtain the heterotransplant, and 270 male Wistar rats. All rats underwent modeling of a hernia defect along the linea alba, followed by hernia repair using various methods under "clean" and infected wound conditions. **Results and Discussion.** Statistical analysis confirmed that hernioplasty with the bioengineered transplant resulted in faster reductions in overall and local temperature, wound contamination, diameter of hyperemia zone, wound discharge volume, and time to complete healing, indicating a lower intensity of the inflammatory process. **Conclusion.** Studying the interaction between implant materials and biological tissues under infection conditions remains critically important for improving surgical outcomes in the treatment of abdominal wall hernias.

Keywords: hernia repair complications, bioengineered transplant, hernioplasty, polypropylene mesh prosthesis.

Введение. Детальное изучение современных методов протезирующей герниопластики, как основной техники укрепления грыжевых ворот *передней брюшной стенки* (ПБС), позволило выявить, что применение различных видов сетчатых эндопротезов сопряжено с высокой вероятностью их отторжения. Особенно высок риск в условиях инфицированной раны, например, при ущемленных грыжах [2-5]. Пер-

спективным направлением для решения данной проблемы является применение биоинженерных трансплантатов, лишенных иммунных материалов посредством децеллюляризации [5].

В связи с этим, была поставлена цель исследования – изучить в эксперименте реакцию организма на герниопластику белой линии живота *децеллюляризованным биотрансплантатом* (ДБТ) в условиях «чистой» и инфицированной ран.

Материалы и методы исследования. Исследование проведено на базе кафедры оперативной хирургии с топографической анатомией и лаборатории экспериментальной хирургии НИИ ЭБМ ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, Института биологии старения, Клинической больницы «РЖД-Медицина», Медицинского центра профессиональной патологии и лаборатории Курского государственного медицинского университета с соблюдением всех этических норм и правил при работе с лабораторными животными и одобрено этическим комитетом. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Экспериментальное исследование включало в себя 4 этапа (рис. 1)

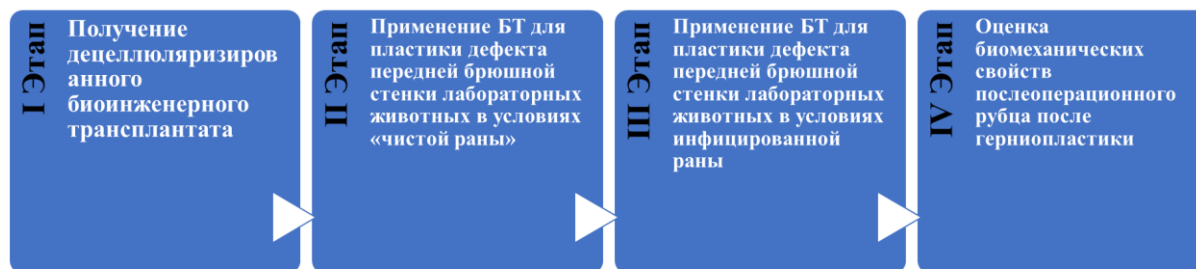


Рис. 1. Дизайн исследования

Объектами исследования были 270 самцов крыс линии *Wistar* и 40 самцов кроликов породы Белый великан, достигших половозрелого возраста.

На первом этапе исследования с целью получения биоинженерного трансплантата была выполнена аутопсия 30 кроликов (животные выводились из эксперимента путем передозировки «Изофлуран 99,9 %»). В стерильных условиях были выделены фрагменты ПБС размерами 6×6 - 8×6 см, состоящие из апоневроза и мышц живота. Далее полученные образцы тканей были обработаны детергентными растворами (децеллюляризованы) с помощью орбитального шейкера. Все фрагменты ПБС случайным образом были распределены по 4 группам (1-3 – опытные, 4 – контрольная). В качестве детергентных растворов были использованы 2 % раствор *SDS* (1-я опытная группа, $n = 60$), 1 % раствор *Triton-X 100* (2-я опытная группа, $n = 20$) и 2 % раствор *CHAPS* (3-я опытная группа, $n = 20$). Выбор данных веществ обусловлен их эффективностью в удалении клеточных элементов при сохранении структур *внеклеточного матрикса* (ВКМ), как показано в рядах научных работ [3, 6, 7]. Образцы группы контроля (4-я группа, $n = 20$) обработке детергентными растворами не подвергались.

Качество децеллюляризованного каркаса в каждой из групп оценивалось методами рутинного гистологического исследования. Все образцы исследуемой ткани, в том числе и из контрольной группы, были окрашены методами гематоксилин – эозин и Пикро Маллори.

На втором этапе исследования было проведено сравнение результатов пластики смоделированного грыжевого дефекта у 180 крыс в условиях «чистой» раны с помощью ДБТ, полученного при помощи 2 % раствора *SDS*, и полипропиленовой сетки. В качестве раствора для процесса децеллюляризации был выбран *SDS*, так как в предыдущем этапе данный препарат показал лучшие результаты по удалению клеточного материала и сохранности структуры ВКМ по сравнению с растворами 1 % *Triton-X 100* и 2 % *CHAPS*.

После анестезии и обработки операционного поля всем крысам выполняли послойный срединный разрез в средней трети передней брюшной стенки и моделировали экспериментальный грыжевой дефект овальной формы размером 20×15 мм по белой линии живота.

В зависимости от используемого метода пластики грыжевых ворот, все объекты исследования были разделены на 3 группы по 60 крыс в каждой. В 1-й группе (основная) животным проводили пластику «*onlay*» с использованием ДБТ, во 2-й опытной группе (группа сравнения) – пластику «*onlay*» с использованием простой, средней полипропиленовой сетки, а в 3-й (контрольной) группе была выполнена пластика местными тканями.

У всех животных в послеоперационном периоде оценивали локальный и общий статус на 7, 14, 30 и 180-е сутки. После выведения животных из эксперимента на аутопсии были получены образцы послеоперационных рубцов для дальнейшего гистологического исследования и оценки процесса регенерации,

неоангиогенеза и наличия грануляций. Для этого микропрепараты окрашивались методами гематоксилин-эозин, Пикро Маллори и Пикросириус красный.

На третьем этапе исследования было проведено сравнение ДБТ и полипропиленовой сетки при пластике смоделированного грыжевого дефекта в условиях инфицированной раны у 90 крыс.

При формировании экспериментальной модели грыжевого дефекта для моделирования инфицированной раны по белой линии живота в рану вносили суточную стафилококковую взвесь по методу Андреева А.А. с соавт. [1]. Все объекты исследования были разделены на три равных группы по 30 животных. Далее в каждой из них проводили герниопластику выбранных методом.

В первой группе исследования (основная) применяли герниопластику «onlay» с использованием биоинженерного гетеротрансплантата. В группе сравнения проводили протезирующую герниопластику «onlay» с использованием полипропиленовой средней простой сетки. В контрольной группе исследования была выполнена пластика грыжевого дефекта местными тканями. У всех прооперированных животных также оценивали локальный и общий статус на 1, 5, 10, 30 и 180-е послеоперационные сутки.

После выведения животных из эксперимента фрагменты послеоперационных рубцов для дальнейшего гистологического исследования и оценки процесса регенерации были окрашены гематоксилином и эозином, Пикро Маллори и Пикросириусом красным.

Далее на четвертом этапе исследования было проведено изучение биомеханических свойств послеоперационных рубцов ПБС, сформировавшихся у животных из второго и третьего этапов. Для этого у прооперированных животных после выведения из эксперимента (на 30-х и 180-х сутках после операции) был выполнен забор фрагмента ПБС, прямоугольной формы, размерами 4-5 × 2-1,5 см, содержащих послеоперационный рубец. В фрагменты обязательно захватывались участки тканей с ДБТ, ППС, или рубцом из местных тканей.

Исследование включало в себя оценку абсолютного удлинения тканей при растяжимости в поперечном и продольном направлениях на разрывной электромеханической машине в соответствии с ГОСТ 8847-85. При проведении испытаний в качестве критериев были выбраны: удлинение при стандартной нагрузке 16 Н и нагрузка, при которой происходил разрыв образцов. В качестве контроля были оценены исходные биомеханические свойства интактной ППС размерами 4-5 × 1,5-2 и фрагментов ПБС размерами 9 ± 1,5 × 11 ± 1,5, полученных при аутопсии 2 кроликов и децеллюляризованных 2 % раствором SDS, и разделенных на лоскуты прямоугольной формы размерами 4-5 × 1,5-2 см.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе исследования при сравнительном анализе полученных микропрепаратов на предмет определения количества клеточных элементов, оставшихся в тканях после процесса децеллюляризации, установлены статистически значимые различия между образцами тканей из различных групп ($p < 0,001$) (табл. 1).

Таблица 1

Показатели элиминации клеток из образцов ткани в различных группах наблюдения

Показатели	СП	Группа наблюдения				Уровень значимости (p)
		Опытная			Контрольная	
		1 (SDS)	2 (Triton-X 100)	3 (Chaps)		
Общее количество клеток (миоциты, фиброциты), шт в п/з	Me	10	45	10,5	156	$H = 82,326$, при $p < 0,001^*$ $P_{1-4} < 0,001^*$ $P_{3-4} < 0,001^*$ $P_{1-2} < 0,001^*$ $P_{2-3} < 0,001^*$
	Q1 - Q3	6,5-14	40-50,5	7-12	110,5-228,5	

Примечание: * – различия между группами статистически значимы при $p < 0,05$

Одной из проблем при децеллюляризации тканей является возникновение внутритканевого отека, который нарушает структуру матричной сети. Признаком такого отека при гистологическом исследовании препаратов может служить увеличенное расстояние между волокнами ВКМ, которое тоже было изучено в данной работе. В результате, были выявлены статистически значимые различия по этому показателю между тканями из различных групп наблюдения (табл. 2).

Показатели целостности соединительнотканых волокон в различных группах наблюдения

Показатели	СП	Группа наблюдения				Уровень значи- мости (p)
		Опытная			Контрольная	
		1 (SDS)	2 (Triton-X 100)	3 (Chaps)		
Количество разрывов волокон, шт в п/з	Me	9	34,5	72,5	5	$H = 89,781$, при $p < 0,001^*$ $P_{1-4} = 0,042^*$ $P_{2-4} < 0,001^*$ $P_{3-4} < 0,001^*$ $P_{1-2} < 0,001^*$ $P_{1-3} < 0,001^*$ $P_{2-3} < 0,001^*$
	Q1 - Q3	6-12	28,5-40,5	58,5- 101,5	4-6	
Отек, %	Me	24,7	31,3	57,0	15,85	$H = 80,400$, при $p < 0,001^*$ $P_{1-4} < 0,001^*$ $P_{2-4} < 0,001^*$ $P_{3-4} < 0,001^*$ $P_{1-2} = 0,002$ $P_{1-3} < 0,001^*$
	Q1 - Q3	18,4- 29,1	30,3-34,8	51-62,3	14,35-18,5	

Примечание: * – различия между группами статистически значимы при $p < 0,05$

Результаты первого этапа исследования свидетельствуют о том, что 2 % раствор SDS и 2 % раствор CHAPS, при использовании их для погружной децеллюляризации участка ПБС кролика, обеспечивают полноценную клеточную элиминацию, в то время как 1 % раствор Triton-X 100 оказался малоэффективным. Однако 1 % раствор Triton-X 100 оказывает более мягкое воздействие на структуры тканей, обеспечивая целостность ВКМ, при децеллюляризации в отличие от 2 % раствора CHAPS.

Таким образом, оптимальным детергентом для погружной децеллюляризации можно считать 2 % раствор SDS, который одновременно выполняет полноценную элиминацию клеток и при этом сохраняет целостность тканей ВКМ.

На втором этапе исследования при изучении местной реакции организма после пластики ПБС трансплантатом было отмечено, что послеоперационный период у экспериментальных животных протекал практически идентично. Умеренные гиперемия и отек сохранялись лишь в течение первых 2-3-х дней после операции. Признаков отторжения трансплантатов и других послеоперационных осложнений не наблюдалось. Температура тела крыс на протяжении эксперимента колебалась от 38,9 до 39,2 С, т. е. была в пределах нормы для этих лабораторных животных.

При исследовании показателей периферической крови прооперированных животных было обнаружено, что количество эозинофилов и базофилов в группе, где была использована ППС, было больше, чем у животных, прооперированных с помощью биотрансплантата.

Результаты проведенного исследования периферической крови у прооперированных животных свидетельствуют о том, что общая реакция организма при использовании биоинженерного трансплантата выражена слабее, чем при использовании полипропиленовой сетки (табл. 3).

При гистологическом исследовании в микропрепаратах основной и контрольной групп не выявлено признаков острой воспалительной реакции. Была отмечена сформировавшаяся зрелая соединительная ткань с коллагеновыми и эластическими волокнами и фибробластами. В контрольной группе при микроскопии обнаружена рассеянная лимфоплазмодитарная инфильтрация вокруг сетчатого протеза, с образованием фиброзной капсулы.

На третьем этапе в ходе исследования общих показателей после пластики ПБС в условиях инфицированной раны наиболее явные признаки воспаления были зафиксированы у экспериментальных животных группы сравнения. Показатели количества лейкоцитов [$H = 8,8$ при $p = 0,013$], СОЭ [$H = 14,6$ при $p = 0,001$] и температуры тела [$H_{2-3} = -15,1$ при $p = 0,002$, $H_{1-3} = 14,3$ при $p = 0,005$] у них значительно превышали соответствующие параметры у животных основной и контрольной групп. При этом статистически значимых различий по данным показателям между животными основной и контрольных групп не было выявлено.

Таблица 3

Значения измеряемых показателей в различных группах животных на 7-й день после операции

Показатель	СП	Группы наблюдений			Уровень значимости (p)
		Контроль	1	2	
Температура тела, градусы	Me	39,0	38,8	38,9	0,793
	Q1 - Q3	38,6-39,2	38,7-39,1	38,6-39,2	
СОЭ, мм/ч	Me	2,45	2,6	2,6	0,848
	Q1 - Q3	2,10-4,20	2,1-4,1	1,6-3,6	
Лейкоциты, *10 ⁹ /л	Me	15,0	15,4	16,4	0,615
	Q1 - Q3	14,5-20,0	12,1-17,7	13,9-19,4	
Нейтрофилы, *10 ⁹ /л	Me	3,4	3,9	4,0	0,448
	Q1 - Q3	3,2-4,4	3,8-4,2	3,7-5,2	
Лимфоциты, *10 ⁹ /л	Me	2,0	2,3	2,6	0,116
	Q1 - Q3	1,6-2,5	2,2-3,0	2,3-2,9	
Эозинофилы, *10 ⁹ /л	Me	0,1	0,1	0,6	0,001* p _{K-1} = 1,000 p _{K-2} = 0,003* p ₁₋₂ = 0,003*
	Q1 - Q3	0,1-0,2	0,1-0,25	0,3-0,8	
Базофилы, *10 ⁹ /л	Me	0	0,1	0,3	< 0,001* p _{K-1} = 0,045* p _{K-2} < 0,001* p ₁₋₂ = 0,004*
	Q1 - Q3	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	

Примечание: * – различия между группами статистически значимы при $p < 0,05$

Таблица 4

Показатели локального статуса раны в различных группах исследования после герниопластики, Me (Q1-Q3)

Показатель	Группы наблюдений			Уровень значимости различий (p)
	Основная группа	Группа сравнения	Контрольная группа	
Локальная температура, °C	40,3 (40,0-40,5)	40,1 (40,0-40,4)	40,2 (40,0-40,3)	$H = 0,441$, при $p = 0,802$
Ширина зоны гиперемии раны (см)	0,5 (0,4-0,6)	0,6 (0,5-0,7)	0,5 (0,5-0,6)	$H = 11,511$, при $p = 0,003$ $p_{2-3} = 0,311*$ $p_{1-3} = 0,233$ $p_{1-2} = 0,002*$
Количество отделяемого из раны (мл)	1,3 (1,2-1,3)	1,2 (1,3-3,0)	1,3 (1,1-1,4)	$H = 0,740$, при $p = 0,691$
Обсемененность (Колониеобразующая единица - КОЕ)	10 ⁶ (10 ⁵ -10 ⁶)	10 ⁷ (10 ⁶ -10 ⁷)	10 ⁶ (10 ⁵ -10 ⁶)	$H = 16,130$, при $p < 0,001$ $p_{2-3} = 0,028*$ $p_{1-3} = 0,536$ $p_{1-2} < 0,001*$

Примечание: * – изменения показателей статистически значимы при $p < 0,05$

При изучении локального статуса наиболее выраженные признаки нагноения послеоперационной раны отмечались у экспериментальных животных из группы сравнения. Ширина зоны гиперемии вокруг

раны у них была заметно больше, а степень бактериальной обсемененности раны – выше, чем у животных основной и контрольной групп исследования. Между животными основной и контрольной групп статистически значимых различий по рассматриваемым показателям выявлено не было. Остальные показатели локального статуса статистически значимых межгрупповых различий не имели (табл. 4).

При гистологическом исследовании аутопсийного материала в микропрепаратах основной группы животных отмечались минимальные очаговые воспалительные изменения и созревание соединительной ткани, состоящей из коллагеновых волокон и фибробластов. Элементы внеклеточного матрикса не визуализировались, что свидетельствовало о полной интеграции биотрансплантата. В контрольной группе наблюдались признаки отека и очаговой воспалительной инфильтрации, представленными лимфоцитами, плазмócитами и лейкоцитами, а также волокна сетчатого протеза с воспалительными изменениями и гигантскими многоядерными клетками.

На четвертом этапе биомеханическое исследование показало, что по сравнению с ППС ДБТ в продольном и поперечном направлении обладает большей исходной прочностью. После пребывания в тканях прочность ДБТ в обоих направлениях также была выше, чем ППС. При этом эластичность ДБТ после герниопластики сохранялась, что подтверждалось данными, полученными при стандартной нагрузке (табл. 5).

Таблица 5

Механические показатели образцов тканей в различных группах

Показатели	СП	Группа наблюдения					Уровень значимости (p)
		Рубец с местными тканями	Рубец с ППС	Рубец с ДБТ	Интактная ППС	Интактный ДБТ	
инфицированная рана							
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, продольно, 30 сутки, %	Me	35,9	36,7	38	54,5	40	H = 50,323, при p < 0,001* P ₁₋₃ = 0,025* P ₁₋₄ < 0,001* P ₁₋₅ < 0,001* P ₂₋₄ = 0,003 P ₂₋₅ < 0,001* P ₃₋₄ = 0,008*
	Q1 - Q3	35,5-36,4	35,9-38,2	37,1-38,3	40,2-41,7	39,3-40,6	
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, поперечно, 30 сутки, %	Me	37,3	39,9	40,3	55,3	45,9	H = 56,989, при p < 0,001* P ₁₋₂ = 0,036* P ₁₋₃ = 0,003* P ₁₋₄ < 0,001* P ₁₋₅ < 0,001* P ₂₋₄ = 0,037* P ₂₋₅ < 0,001* P ₂₋₄ = 0,003
	Q1 - Q3	36,8-37,8	39,2-40,3	39,5-40,7	54,7-56,1	42,6-47,4	
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, продольно, 180 сутки, %	Me	31,3	33,9	39,2	-	-	H = 36,360, при p < 0,001* P ₁₋₃ < 0,001* P ₂₋₃ = 0,007*
	Q1 - Q3	30,7-32,5	33,8-34,4	38,7-39,7	-	-	
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, поперечно, 180 сутки, %	Me	36,1	33,6	39,3	-	-	H = 38,17, при p < 0,001* P ₁₋₂ = 0,030* P ₂₋₃ < 0,001*
	Q1 - Q3	35,7-37,3	32,1-34,3	39,2-39,4	-	-	

«чистая» рана							
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, продольно, 30 сутки, %	<i>Me</i>	36,1	38,9	38,8	41,5	40	<i>H</i> = 49,014, при $p < 0,001^*$ $P_{1-2} = 0,004^*$ $P_{1-3} = 0,003^*$ $P_{1-4} < 0,001^*$ $P_{1-5} < 0,001^*$ $P_{2-4} = 0,007^*$ $P_{3-5} = 0,010^*$
	<i>Q1 - Q3</i>	35-36,8	38,0-39,5	38,4-39,7	40,2-41,7	39,3-40,6	
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, поперечно, 30 сутки, %	<i>Me</i>	37,3	40	40,1	55,3	45,9	<i>H</i> = 53,063, при $p < 0,001^*$ $P_{1-2} = 0,034^*$ $P_{1-4} < 0,001^*$ $P_{1-5} < 0,001^*$ $P_{2-4} = 0,001^*$ $P_{3-4} < 0,001^*$ $P_{3-5} = 0,048$
	<i>Q1 - Q3</i>	37,1-37,4	39,8-40,3	38,7-40,9	54,7-56,1	42,6-47,4	
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, продольно, 180 сутки, %	<i>Me</i>	33,6	33,7	38,4	-	-	<i>H</i> = 56,831, при $p < 0,001^*$ $P_{1-3} < 0,001^*$ $P_{2-3} < 0,001^*$
	<i>Q1 - Q3</i>	32,2-34,3	33,4-33,9	37,6-39,0	-	-	
Растяжение при стандартной нагрузке 16Н, поперечно, 180 сутки, %	<i>Me</i>	37,5	39,6	40,3	-	-	<i>H</i> = 53,972, при $p < 0,001^*$ $P_{1-2} = 0,002^*$ $P_{1-3} < 0,001^*$
	<i>Q1 - Q3</i>	36,5-38,1	38,7-40,4	39,2-40,7	-	-	

Примечание: * - различия между группами статистически значимы при $p < 0,05$

Заключение. Анализ результатов показал, что местная реакция организма после пластики децеллюляризованным биотрансплантатом и полипропиленовой сеткой в условиях «чистой» раны протекала практически идентично. Признаков отторжения биотрансплантата отмечено не было. Однако общая воспалительная реакция организма по данным анализа крови при использовании биоинженерного трансплантата была выражена слабее, чем при использовании полипропиленовой сетки.

При оценке местной и общей реакции организма после герниопластики в условиях инфицированной раны установлено, что при использовании биоинженерного трансплантата общая и локальная температура быстрее возвращались к норме, обсемененность раны, диаметр зоны гиперемии и количество отделяемого из раны уменьшались в более короткие сроки. В целом, полное заживление раны, достигалось быстрее, что указывает на меньшую интенсивность воспалительного процесса.

Полученные результаты подчеркивают потенциал использования биоинженерных трансплантатов в клинической практике, особенно в условиях повышенного риска инфицирования.

Литература

1. Андреев А.А., Глухов А.А., Остроушко А.А., Боев С.Н., Лаптиева А.Ю., Григорьева Е.В., Ковалов А.П., Архипов Д.В. Моделирование асептических и септических ран мягких тканей. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2022. № 173 (3). Р. 272-278.
2. Паршаков А.А., Гаврилов В.А., Самарцев В.В. Профилактика осложнений в хирургии послеоперационных грыж передней брюшной стенки: современное состояние проблемы (обзор). // Современные технологии в медицине. 2018. № 2. Р. 175–186.
3. Результаты работы института герниологии имени профессора Е.Н. Любых по лечению пациентов со срединными послеоперационными грыжами в период с 1992 по 2015 годы / Г. В. Полубкова, О.

В. Сtryгин, Г. Н. Михайлова [и др.] // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2016. №65. С. 4-9.

4. Старцева О.И., Синельников М.Е., Бабаева Ю.В., Трущенко В.В. Децеллюляризация органов и тканей. // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2019. №(8). С. 59–62.

5. Черных А.В., Магомедрасулова А.А., Шевцов А.Н., Аралова М.В., Лопатина А.С., Федотов Е.А. Раневые осложнения после протезирующей пластики грыжевых дефектов передней брюшной стенки: причины и методы профилактики. // Вестник экспериментальной и клинической хирургии 2023. №16. С. 194-202.

6. Garima S, Manish K. S, Bismita N, Sanghamitra S. Impact of various detergent-based immersion and perfusion decellularization strategies on the novel caprine pancreas derived extracellular matrix scaffold. // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2023. № 11. P. 1-21.

7. Marin-Tapia H. A., Romero-Salazar L., Arteaga-Arcos J. C., Rosales-Ibáñez R., Mayorga-Rojas M.. Micro-mechanical properties of corneal scaffolds from two different bio-models obtained by an efficient chemical decellularization. // J. Mech. Behav. Biomed. Mat. 2021. №119. P. 104510. doi:10.1016/j.jmbbm.2021.104510.

References

1. Andreev AA, Gluhov AA, Ostroushko AA, Boev SN, Laptieva AYu, Grigor'eva EV, Kononov AP, Arhipov DV. Modelirovanie aseptichestkih i septichestkih ran myagkih tkanej [Modeling of aseptic and septic wounds of soft tissues]. Byulleten' eksperimental'noj biologii i mediciny. 2022;173 (3):272-278. Russian.

2. Parshakov AA, Gavrilov VA, Samarcev VV. Profilaktika oslozhnenij v hirurgii posleoperacionnyh gryzh perednej bryushnoj stenki: sovremennoe sostoyanie problemy (obzor) [Prevention of complications in surgery of postoperative hernias of the anterior abdominal wall: the current state of the problem (review)]. Sovremennye tekhnologii v medicine. 2018;2:175–186. Russian.

3. Rezul'taty raboty instituta gerniologii imeni professora E.N. Lyubyh po lecheniyu pacientov so sredinnyimi posleoperacionnymi gryzhami v period s 1992 po 2015 gody [The results of the work of the Institute of Herniology named after Professor E.N. Lenin on the treatment of patients with median postoperative hernias in the period from 1992 to 2015] / GV. Polubkova, O V. Strygin, G N. Mihajlova [i dr.] Nauchno-medicinskij vestnik Central'nogo Chernozem'ya. 2016;65:4-9. Russian.

4. Starceva OI, Sinel'nikov ME, Babaeva YuV, Trushchenkova VV. Decellyulyarizaciya organov i tkanej [Decellularization of organs and tissues]. Hirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova. 2019;(8):59–62. Russian.

5. Chernyh AV, Magomedrasulova AA, Shevcov AN, Aralova MV, Lopatina AS, Fedotov EA. Ranevye oslozhneniya posle proteziruyushchej plastiki gryzhevyyh defektov perednej bryushnoj stenki: prichiny i metody profilaktiki [Wound complications after prosthetic repair of hernial defects of the anterior abdominal wall: causes and methods of prevention]. Vestnik eksperimental'noj i klinicheskoy hirurgii 2023;16:194-202. Russian.

6. Garima S, Manish KS, Bismita N, Sanghamitra S. Impact of various detergent-based immersion and perfusion decellularization strategies on the novel caprine pancreas derived extracellular matrix scaffold. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2023;11:1-21.

7. Marin-Tapia H A, Romero-Salazar L, Arteaga-Arcos J C, Rosales-Ibáñez R, Mayorga-Rojas M. Micro-mechanical properties of corneal scaffolds from two different bio-models obtained by an efficient chemical decellularization. J. Mech. Behav. Biomed. Mat. 2021;119:104510. doi:10.1016/j.jmbbm.2021.104510.

Библиографическая ссылка:

Магомедрасулова А.А. Экспериментальное применение биотрансплантата при герниопластике белой линии живота в условиях «чистой» и инфицированной ран // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 1-5. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-5.pdf> (дата обращения: 11.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-5. EDN JLXVGU*

Bibliographic reference:

Magomedrasulova A.A. Eksperimental'noe primeneniye biotransplantata pri gernioplastike beloij linii zhivota v usloviyah «chistoj» i inficirovannoj ran [Experimental application of a biotransplant in hernioplasty of the linea alba under "clean" and infected wound conditions]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2025 [cited 2025 Jul 11];4 [about 8 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-5.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-5. EDN JLXVGU

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY



**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОНОНУКЛЕАРНЫХ КЛЕТОК ПУПОВИННО-ПЛАЦЕНТАРНОЙ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА В ЛЕЧЕНИИ АТЕРОСКЛЕРОЗА
(обзор литературы)**

Ж.В. ДЗАМПАЕВА, С.В. СКУПНЕВСКИЙ, Р.В. САВЕЛЬЕВ, Ф.К. РУРУА, Э.М. КАЗИЕВА

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Осетинский Государственный Университет» им. К.Л. Хетагурова,
ул. Бутырина, 27, г. Владикавказ, 362025, Россия*

Аннотация. Введение. Атеросклероз является ведущей причиной глобальной эпидемии сердечно-сосудистых заболеваний. В Российской Федерации у 30-50% населения старше 40 лет отмечаются признаки атеросклероза. Его осложнения – инфаркт миокарда, инсульт и ишемическая болезнь сердца – являются основными причинами смертности в России и мире. Поэтому актуальными являются исследования по разработке новых методов лечения и профилактики. В последние годы внимание ученых нацелено на *мононуклеарные клетки пуповинно-плацентарной крови человека* (МКППКЧ) как перспективного метода лечения атеросклероза. К МКППКЧ относят *гемопоэтические стволовые клетки (ГСК), мезенхимальные стволовые клетки (МСК), эндотелиальные клетки-предшественники, лимфоциты, моноциты, регуляторные Т-клетки (Treg)*, наиболее изученными из которых являются МСК. **Цель исследования** – обзор современных данных об особенностях применения и механизмах положительных эффектов мононуклеарных клеток пуповинно-плацентарной крови человека в лечении атеросклероза. **Материалы и методы исследования.** Проведен анализ современной отечественной и зарубежной литературы в системах *e-library* и *PubMed* за последние 15 лет по следующим ключевым словам: атеросклероз, воспаление, гладкомышечные клетки, пуповинная кровь, мононуклеарные клетки, эндотелий. **Результаты и обсуждение.** Основные механизмы действия мононуклеарных клеток пуповинной крови (стволовых и прогениторных клеток): противовоспалительное (модулирование иммунного ответа и снижение воспаления), способность к дифференцировке (в эндотелиальные и гладкомышечные клетки), продукция множества биологически активных молекул, способствующих регенерации тканей и ангиогенезу. **Выводы.** Мононуклеарные клетки пуповинной крови – многообещающее направление в лечении атеросклероза благодаря своим уникальным свойствам. Однако необходимо более детальное изучение молекулярных механизмов их действия, возможных побочных эффектов, а также оптимизация протоколов лечения атеросклероза МКППКЧ.

Ключевые слова: атеросклероз, воспаление, гладкомышечные клетки, пуповинная кровь, мононуклеарные клетки, эндотелий.

**POTENTIAL APPLICATIONS OF HUMAN UMBILICAL CORD-PLACENTAL BLOOD
MONONUCLEAR CELLS IN THE TREATMENT OF ATHEROSCLEROSIS
(literature review)**

ZH.V. DZAMPAEVA, S.V. SKUPNEVSKY, R.V. SAVELEV, F.K. RURUA, E.M. KAZIEVA

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov"
27 Butyrina St., Vladikavkaz, 362025, Russia*

Abstract. Introduction. Atherosclerosis is a leading cause of the global epidemic of cardiovascular diseases. In the Russian Federation, 30–50% of the population over the age of 40 shows signs of atherosclerosis. Its complications - myocardial infarction, stroke, and ischemic heart disease - are the main causes of mortality in Russia and worldwide. Therefore, research aimed at developing new methods of treatment and prevention is highly relevant. In recent years, scientists have focused on *human umbilical cord-placental blood mononuclear cells* (HUC-PBMCs) as a promising approach for atherosclerosis treatment. HUC-PBMCs include *hematopoietic stem cells (HSCs), mesenchymal stem cells (MSCs), endothelial progenitor cells, lymphocytes, monocytes, and regulatory T cells (Tregs)*, with MSCs being the most extensively studied. **The purpose of this study** is to review current data on the features and mechanisms of the beneficial effects of human umbilical cord-placental blood mononuclear cells in the treatment of atherosclerosis. **Materials and Methods.** An analysis of contemporary Russian and international literature from the past 15 years was conducted using the *e-library* and *PubMed* databases, with the following keywords: atherosclerosis, inflammation, smooth muscle cells, cord blood, mononu-

clear cells, endothelium. **Results and Discussion.** The main mechanisms of action of cord blood mononuclear cells (stem and progenitor cells) include: anti-inflammatory effects (modulation of immune response and reduction of inflammation), differentiation potential (into endothelial and smooth muscle cells), and production of various biologically active molecules that promote tissue regeneration and angiogenesis. **Conclusion.** Cord blood mononuclear cells represent a promising direction in atherosclerosis treatment due to their unique properties. However, more detailed studies of their molecular mechanisms of action, potential side effects, and optimization of treatment protocols using HUC-PBMCs are required.

Keywords: atherosclerosis, inflammation, smooth muscle cells, cord blood, mononuclear cells, endothelium.

Введение. В настоящее время атеросклероз является ведущей причиной глобальной эпидемии сердечно-сосудистых заболеваний [8]. Инфаркт и инсульт – осложнения атеросклеротического процесса являются основными причинами смертности и инвалидизации населения в Российской Федерации и в мире в целом [1, 28].

Атеросклероз – хроническое воспалительное заболевание, связанное с провоспалительной активацией *T*-клеток, макрофагов, *гладкомышечных клеток* (ГМК), субэндотелиальных клеток [5]. Избыточное накопление и окисление *липопротеинов низкой плотности* (ЛПНП) в субэндотелиальном слое артерий способствует дифференцировке моноцитов из клеток-предшественников в костном мозге. Под влиянием хемокинов (*CCL2/MCP-1*, *RANTES/CCL5*, *CXCL8* (ИЛ-8), *CXCL8* (ИЛ-8), *CCL3/MIP-1α*) циркулирующие моноциты мигрируют в атеросклеротические поражения/бляшки, где дифференцируются в *дендритные клетки* (ДК) или макрофаги, которые инфильтрируют эндотелий сосудов. Макрофаги выделяют провоспалительные цитокины, которые изначально способствуют снижению нагрузки ЛПНП, однако при чрезмерном поглощении окЛПНП превращаются в пенистые клетки, которые дополнительно выделяют цитокины/хемокины, тем самым усиливая воспаление в бляшке и её рост. По мере роста бляшка становится нестабильной. Воспаление активирует прокоагулянты и увеличивает продукцию фибрина. В совокупности эти изменения приводят к свертыванию крови в месте разрыва бляшки и образованию тромба. Аналогичным образом, вследствие гиперпродукции воспалительных медиаторов нейтрофилы активируются и проникают через эндотелий в бляшку, где также выделяют провоспалительные цитокины, способствующие воспалению и атеросклерозу. *Нейтрофильные внеклеточные ловушки* (NET) также ускоряют повреждение эндотелия и гибель клеток, что приводит к разрыву бляшки [4]. Доказано участие ГМК в патогенезе атеросклероза, которые пролиферируют, мигрируют и дифференцируются в стенке артерий в различные типы клеток в бляшках, что является центральным механизмом в прогрессировании заболевания. Этот процесс способствует смещению баланса между стабильностью поражения и уязвимостью и, таким образом, клиническим осложнениям заболевания [5, 10].

В настоящее время основным широкодоступным населению методом лечения атеросклероза является применение гиполипидемических препаратов для достижения целевого уровня ЛПНП, которые значительно снизили риск инфарктов и инсультов, однако, для пациентов с прогрессирующим атеросклерозом и формированием нестабильных бляшек прогноз по-прежнему остается неблагоприятным [23]. Несмотря на значительные успехи, достигнутые в изучении молекулярных и клеточных механизмов накопления холестерина и провоспалительной активации моноцитов, субэндотелиальных, гладкомышечных клеток, эффективного фармакологического лечения на сегодняшний день не существует. Поэтому актуальными являются исследования по поиску методов лечения атеросклероза, направленных на ингибирование роста уже возникших бляшек или повышающих их стабильность. Регенеративная медицина, основанная на использовании стволовых клеток, может предложить новые возможности в терапии атеросклероза, в частности, повышение стабильности атеросклеротических бляшек. В данном аспекте последнее десятилетие ученые активно изучают эффекты *мононуклеарных клеток пуповинно-плацентарной крови человека* (МКППКЧ), в особенности, *мезенхимальных стволовых клеток* (МСК), на различные молекулярно-клеточные механизмы развития атеросклероза [6, 20, 22].

Цель исследования – обзор современных научных данных об особенностях применения и механизмах положительных эффектов мононуклеарных клеток пуповинно-плацентарной крови человека в лечении атеросклероза.

Материалы и методы исследования. Проведен анализ современной отечественной и зарубежной литературы в системах *e-library* и *PubMed* за последние 15 лет по следующим ключевым словам: атеросклероз, воспаление, гладкомышечные клетки, пуповинная кровь, мононуклеарные клетки, эндотелий.

Результаты и их обсуждение. Мононуклеарные клетки пуповинной крови человека представляют собой популяцию клеток, содержащую стволовые и прогениторные клетки. Они обладают высокой пролиферативной способностью и могут дифференцироваться в различные типы клеток, включая эндотелиальные и гладкомышечные клетки. МКППКЧ содержат гемопоэтические стволовые клетки, мезенхимальные стволовые клетки, эндотелиальные клетки-предшественники, лимфоциты, моноциты, регуляторные *T*-клетки и др. [2, 30, 38], которые оказывают ряд благоприятных биологических эффектов –

противовоспалительное, иммуномодулирующее действие, регенерация нервов и сосудов, антиапоптоз [3, 37]. Данные свойства делают МКППКЧ привлекательными в лечении сердечно-сосудистых заболеваний, в частности, атеросклероза.

Противовоспалительное действие МКППКЧ опосредовано модулированием иммунного ответа. Экспериментальные исследования на мышах показали, что МСК способствуют повышенной секреции противовоспалительных цитокинов – *трансформирующего фактора роста (TGF)-β1* и *IL-10* при атеросклерозе. *TGF-β1* участвует в опосредованной МСК индукции $CD4^+CD25^+Foxp3^+$ *Tregs* [35], а также снижении пролиферации *натуральных киллеров (NK)* [27, 31]. *IL-10* проявляет противоатерогенный эффект за счет ингибирования активации макрофагов 1 типа, матриксных металлопротеиназ и провоспалительных цитокинов [14, 36]. Снижение продукции провоспалительных цитокинов (*TNF-α*, *IL-1β* и *IL-6*) связано с ингибированием МСК экспрессии и активности *NF-κB* [21, 35].

Активация МСК также приводит к модуляции продукции и высвобождению *индоламин 2,3-диоксигеназы (IDO)*, *простагландина E2 (PGE2)* и гена, *активируемого фактором некроза опухолей (TNF) (TSG-6)*. *IDO* ингибирует дифференцировку *Th17* за счет истощения запасов триптофана, снижает пролиферацию и цитотоксическую активность *NK*, активированных *IL-2*. МСК также ингибируют созревание и функциональную активность дендритных клеток [18]. *PGE2* снижает пролиферацию *T*-клеток, стимулирует секрецию *IL-4* и *IL-10* и способствует дифференцировке $CD4^+CD25^+Foxp3^+$ *Tregs* [16].

Эндотелиальная дисфункция является одним из ранних проявлений атеросклероза, приводящая к последующему накоплению липидов, макрофагов, образованию пенистых клеток, а также привлечению *T*-клеток и адгезии тромбоцитов. *окЛПНП* дезактивируют активность основного сигнального каскада синтеза оксида азота – *протеинкиназа B (Akt)/NO-синтаза (eNOS)*, таким образом, ингибируют выработку *NO* эндотелиальными клетками (ЭК). ЭК обладают потенциалом к самовосстановлению в ответ на воспалительные стимулы, а МСК способны ускорять процесс восстановления путем снижения уровня лактатдегидрогеназы и быстрым формированием эндотелиальной сети в экспериментах *in vitro* [15, 29]. Совместное инкубирование ЭК с МСК человека снижает отрицательные эффекты *окЛПНП* за счет усиления регуляции *IL-8* и *макрофагального воспалительного белка (MIP)-2* [24].

Регуляторные *T*-клетки выполняют иммуносупрессивную функцию, продуцируя *IL-10* и *TGF-β*. В атеросклеротических бляшках содержится небольшое количество $FOXP3^+$ *Treg*, что способствует прогрессированию атеросклероза [7, 17, 39]. Эксперименты по трансплантации мышам *Tregs* выявили атеропротекторный эффект, подавляя функцию ДК и *Th1/Th2* [13] и экспрессию матриксных металлопротеиназ (*MMP-2*, *MMP-9*), разрушающих белки внеклеточного матрикса, тем самым повышая стабильность бляшек [11]. Основным препятствием, связанным с применением *Treg* в лечении атеросклероза, является неспособность эффективно выделить чистую популяцию из-за отсутствия маркеров для сортировки клеток. Многообещающей альтернативой является использование МСК, полученных из пуповинно-плацентарной крови, способных стимулировать генерацию *Treg* несколькими механизмами, а именно МСК:

1. способны индуцировать *Tregs* путем прямого контакта с $CD4^+$ *T*-клетками [9];
2. увеличивают секрецию *TGF-β1*, способствуя образованию *Treg*;
3. способствуют выживанию моноцитов и индуцируют дифференцировку моноцитов в сторону противовоспалительного фенотипа (*M2*), которые опосредуют образование *Tregs* путем выработки *CCL18* [25].

Способность МСК дифференцироваться в функциональные типы клеток позволяет им восстанавливать пораженные ткани, в которых они локализованы. МСК, меченные сукцинимидоловым эфиром карбоксифлуоресцеина, обнаруживаются в областях, близких к эндотелию, через 7 дней после инъекции [24], а также способны «приживаться» в области разорванной бляшки и дифференцироваться в эндотелиальные клетки. Механизмы, регулирующие дифференцировку стволовых клеток и их мобилизацию или миграцию к месту повреждения сосудов, опосредованы следующими медиаторами и рецепторами: интегрин $\alpha4$, рецептор хемокинов *CXC-2* и *CXC-4*, $\beta1$ - и $\beta2$ -интегрины [26, 32].

Дислипидемия является основным фактором риска развития и прогрессирования атеросклероза. У мышей, получавших МСК, наблюдается значительное снижение уровня липопротеинлипазы в печени, что снижает доступность свободных жирных кислот для синтеза ЛПНП [19].

C-реактивный белок (СРБ) признан прогностическим показателем нестабильности бляшек из-за его прямого провоспалительного эффекта. СРБ индуцирует экспрессию эндотелиальными клетками различных молекул адгезии, а также стимулирует моноциты к выработке и секреции прокоагулянтов, способствующих воспалительной реакции [12]. На модели прогрессирующего атеросклероза у кроликов трансплантация МСК резко снижала экспрессию биомаркеров повреждения тканей, включая СРБ, матриксные металлопротеиназы и *ингибитор активатора плазминогена-1 (PAI-1)*. МСК также эффективно стабилизируют бляшки посредством снижения экспрессии *MMP-1*, *MMP-2* и *MMP-9* в очаге поражения, что в дальнейшем снижает риски их разрушения. Трансплантация МСК также значительно снижает количество апоптотических клеток в бляшках, что также повышает их стабильность [33, 34].

Выводы. Атеросклероз является сложным и многофакторным заболеванием с разнообразными этиологическими факторами и звеньями патогенеза. Мононуклеарные клетки пуповинной крови являются перспективным направлением в лечении атеросклероза благодаря своим уникальным свойствам: противовоспалительное (модулирование иммунного ответа и снижение воспаления), способность к дифференцировке (позволяет им замещать поврежденные клетки и восстанавливать нормальную структуру и функцию сосудов), продукция множества биологически активных молекул, способствующих заживлению тканей и ангиогенезу. Поэтому необходимы дальнейшие исследования с целью выявления молекулярных механизмов их действия, побочных эффектов, а также оптимизация протоколов при лечении атеросклероза.

Литература

1. Бойцов С. А. Эпидемиологическая ситуация как фактор, определяющий стратегию действий по снижению смертности в Российской Федерации // Терапевтический архив. 2022. Т. 92, № 1. С. 4–9. DOI: 10.26442/00403660.2020.01.0005
2. Скупневский С.В., Савельев Р.В., Пухаева Е.Г., Морозова Я.В., Радаев С.М., Смирнов В.А., Гринь А.А. Мононуклеарные клетки пуповинно-плацентарной крови человека: оценка аллергенности и воздействие на иммунный статус в экспериментах на теплокровных // Медицинская иммунология. Online first. DOI: 10.15789/1563-0625-MCO-3037
3. Скупневский С.В., Савельев Р.В., Пухаева Е.Г., Бадтиев А.К., Руруа Ф.К., Батагова Ф.Э., Фарниева Ж.Г., Голоева Л.В., Иванов Д.В. Влияние серотонина адипината на рубцевание кожных покровов у экспериментальных животных (краткое сообщение) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2023. №2. Публикация 3-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2023-2/3-2.pdf> (дата обращения 10.03.2023). DOI: 10.24412/2075-4094-2023-2-3-2. EDN VRJUNP
4. Ajoalabady A., Pratico D., Lin L., Mantzoros C.S., Bahijri S., Tuomilehto J., Ren J. Inflammation in atherosclerosis: pathophysiology and mechanisms // Cell Death Disorders. 2024. Vol.15, №11. P. 817. DOI: 10.1038/s41419-024-07166-8
5. Basatemur G.L., Jorgensen H.F., Clarke M.H., Bennett M.R., Mallat Z. Vascular smooth muscle cells in atherosclerosis // National Cardiological Review. 2019. №16. P. 727–744. DOI: 10.1038/s41569-019-0227-9
6. Can A., Celikkan F.T., Cinar O. Umbilical cord mesenchymal stromal cell transplantations: a systemic analysis of clinical trials // Cytotherapy. 2017. Vol.19, №12. P. 1351–82. DOI:10.1016/j.jcyt.2017.08.004
7. Chistiakov D.A., Sobenin I.A., Orekhov A.N. Regulatory T cells in atherosclerosis and strategies to induce the endogenous atheroprotective immune response // Immunological Letters. 2013. №151. P. 10–22. DOI: 10.1016/j.imlet.2013.01.014
8. Ciccarelli G., Conte S., Cimmino G., Maiorano P., Morrione A., Giordano A. Mitochondrial Dysfunction: The Hidden Player in the Pathogenesis of Atherosclerosis? // International Journal of Molecular Science. 2023. Vol.24, №2. P. 1086
9. Colmegna I., Stochaj U. MSC - targets for atherosclerosis therapy. Aging (Albany NY). 2018. Vol.11, №2. P.285-286. DOI: 10.18632/aging.101735
10. Crissey L. Pascale, Uduak-Obong I. Ekanem, Ana Paula de O. Leite, Isabella G. McCormack, Aaron S. Dumont, Dimethyl Fumarate Mediates Sustained Vascular Smooth Muscle Cell Remodeling in a Mouse Model of Cerebral Aneurysm // Antioxidants. 2024. Vol.7, № 773. P.13. DOI: 10.3390/antiox13070773
11. Foks A.C., Frodermann V., ter Borg M., Habets K.L., Bot I., Zhao Y., et al. Differential effects of regulatory T cells on the initiation and regression of atherosclerosis // Atherosclerosis. 2011. №218. P. 53–60. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2011.04.029
12. Forte L., Cimmino G., Loffredo F., De Palma R., Abbate G., Calabro P. C-reactive protein is released in the coronary circulation and causes endothelial dysfunction in patients with acute coronary syndromes // International Journal of Cardiology. 2011. №152. P. 7–12. DOI: 10.1016/j.ijcard.2011.05.062
13. Gojova A., Brun V., Esposito B., Cottrez F., Gourdy P., Ardouin P. Specific abrogation of transforming growth factor-beta signaling in T cells alters atherosclerotic lesion size and composition in mice // Blood. 2013. №102. P. 4052–4058. DOI:10.1182/blood-2003-05-1729
14. Han X., Boisvert W.A. Interleukin-10 protects against atherosclerosis by modulating multiple atherogenic macrophage function // Thromb Haemost. 2015. №113. P. 505–512. DOI:10.1160/TH14-06-0509
15. He M., Wang D., Xu Y., Jiang F., Zheng J., Feng Y., Cao J., Zhou X. Nitric Oxide-Releasing Platforms for Treating Cardiovascular Disease // Pharmaceutics. 2022. Vol.14, №7. P. 1345. DOI: 10.3390/pharmaceutics14071345
16. Hu H.J., Xiao X.R., Li T., Liu D.M., Geng X., Han M., Cui W. Integrin beta 3-overexpressing mesenchymal stromal cells display enhanced homing and can reduce atherosclerotic plaque // World Journal of Stem Cells. 2023. Vol.15, №9. P. 931-946. DOI: 10.4252/wjsc.v15.i9.931

17. Klingenberg R., Gerdes N., Badeau R.M., Gistera A., Strodthoff D., Ketelhuth D.F. Depletion of FOXP3+ regulatory T cells promotes hypercholesterolemia and atherosclerosis // *Journal of Clinical Investigations*. 2013. №123. P. 1323–1334. DOI:10.1172/JCI63891
18. Li C., Sun Z., Yuan F., Zhao Z., Zhang J., Zhang B., Li H., Liu T., Dai X. Mechanism of indoleamine 2, 3-dioxygenase inhibiting cardiac allograft rejection in mice // *Journal of Cell Molecular Science*. 2020. Vol.24, №6. P. 3438-3448. DOI: 10.1111/jcmm.15024
19. Li F., Guo X., Chen S.Y. Function and Therapeutic Potential of Mesenchymal Stem Cells in Atherosclerosis // *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2017. №4. P. 32. DOI: 10.3389/fcvm.2017.00032
20. Li J.Z., Cao T.H., Han J.C., Qu H., Jiang S.Q., Xie B.D. Comparison of adipose- and bone marrow-derived stem cells in protecting against ox-LDL-induced inflammation in M1-macrophage-derived foam cells // *Molecular Medicine Reports*. 2019. Vol.19. №4. P. 2660–2670. DOI: 10.3892/mmr.2019.9922
21. Li Q., Sun W., Wang X., Zhang K., Xi W., Gao P. Skin-derived mesenchymal stem cells alleviate atherosclerosis via modulating macrophage function // *Stem Cells Transplantation Medicine*. 2015. №4. P. 1294–1301. DOI:10.5966/sctm.2015-0020
22. Li Y., Shi G., Han Y. Therapeutic potential of human umbilical cord mesenchymal stem cells on aortic atherosclerotic plaque in a high-fat diet rabbit model // *Stem Cell Research*. 2021. №12. P. 407. DOI:10.1186/s13287-021-02490-8
23. Lin Y., Zhu W., Chen X. The involving progress of MSCs based therapy in atherosclerosis // *Stem Cell Research Therapy*. 2020. Vol.11, №1. P. 216. DOI: 10.1186/s13287-020-01728-1
24. Lin Y.L., Yet S.F., Hsu Y.T., Wang G.J., Hung S.C. Mesenchymal stem cells ameliorate atherosclerotic lesions via restoring endothelial function // *Stem Cells Transplantation Medicine*. 2015. №4. P. 44–55. DOI:10.5966/sctm.2014-0091
25. Liu Y., Chen J., Liang H., Cai Y., Li X., Yan L., Zhou L., Shan L., Wang H. Human umbilical cord-derived mesenchymal stem cells not only ameliorate blood glucose but also protect vascular endothelium from diabetic damage through a paracrine mechanism mediated by MAPK/ERK signaling // *Stem Cell Research Therapy*. 2022. Vol.13, №1. P. 258. DOI: 10.1186/s13287-022-02927-8
26. Martins A.R., Zanella C.A., Zucchi F.C., Dombroski T.C., Costa E.T., Guethe L.M. Immunolocalization of nitric oxide synthase isoforms in human archival and rat tissues, and cultured cells // *Journal of Neuroscience Methods*. 2011. №198. P. 16–22. DOI: 10.1016/j.jneumeth.2011.02.02
27. Moloudizargari M., Govahi A., Fallah M., Rezvanfar M.A., Asghari M.H., Abdollahi M. The mechanisms of cellular crosstalk between mesenchymal stem cells and natural killer cells: Therapeutic implications // *Journal of Cell Physiology*. 2021. Vol.236, №4. P. 2413-2429. DOI: 10.1002/jcp.30038
28. Pan H., Ho S.E., Xue C., Cui J., Johanson Q.S., Sachs N., Ross L.S., Li F., Solomon R.A., Connolly E.S., Patel V.I., Maegdefessel L., Zhang H., Reilly M.P. Atherosclerosis Is a Smooth Muscle Cell-Driven Tumor-Like Disease // *Circulation*. 2024. Vol.149, №24. P. 1885-1898. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.067587
29. Pichlsberger M., Jerman U.D., Obradović H., Tratnjek L., Macedo A.S., Mendes F., Fonte P., Hoegler A., Sundl M., Fuchs J., Schoeberlein A., Kreft M.E., Mojsilović S, Lang-Olip I. Systematic Review of the Application of Perinatal Derivatives in Animal Models on Cutaneous Wound Healing // *Frontiers Bioengineering Biotechnology*. 2021. №9. P. 742858. DOI: 10.3389/fbioe.2021.742858
30. Rallapalli S., Guhathakurta S., Narayan, S. Generation of clinical-grade red blood cells from human umbilical cord blood mononuclear cells // *Cell Tissue Research*. 2019. №375. P. 437–449. DOI: 10.1007/s00441-018-2919-6
31. Sotiropoulou P.A., Perez S.A., Gritzapis A.D., Baxevanis C.N., Papamichail M. Interactions between human mesenchymal stem cells and natural killer cells // *Stem Cells*. 2006. №24. P. 74–85. DOI:10.1634/stemcells.2004-0359
32. Teng L., Maqsood M., Zhu M., Zhou Y., Kang M., Zhou J., Chen J. Exosomes Derived from Human Umbilical Cord Mesenchymal Stem Cells Accelerate Diabetic Wound Healing via Promoting M2 Macrophage Polarization, Angiogenesis, and Collagen Deposition // *International Journal of Molecular Science*. 2022. Vol.23, №18. P. 10421. DOI: 10.3390/ijms231810421
33. Wang S.S., Hu S.W., Zhang Q.H., Xia A.X., Jiang Z.X., Chen X.M. Mesenchymal stem cells stabilize atherosclerotic vulnerable plaque by anti-inflammatory properties // *PLoS One*. 2015. №10. P. e0136026. DOI: 10.1371/journal.pone.0136026
34. Wang Y., Qi Z., Yan Z., Ji N., Yang X., Gao D., Hu L., Lv H., Zhang J., Li M. Mesenchymal Stem Cell Immunomodulation: A Novel Intervention Mechanism in Cardiovascular Disease // *Frontiers of Cell Developmental Biology*. 2022. №9. P. 742088. DOI: 10.3389/fcell.2021.742088
35. Wang Z.X., Wang C.Q., Li X.Y., Feng G.K., Zhu H.L., Ding Y. Mesenchymal stem cells alleviate atherosclerosis by elevating number and function of CD4⁽⁺⁾CD25⁽⁺⁾FOXP3⁽⁺⁾ regulatory T-cells and inhibiting macrophage foam cell formation // *Molecular Cell Biochemistry*. 2015. №400. P. 163–172. DOI:10.1007/s11010-014-2272-3

36. Wei X., Sun G., Zhao X., Wu Q., Chen L., Xu Y. Human amnion mesenchymal stem cells attenuate atherosclerosis by modulating macrophage function to reduce immune response // *International Journal of Molecular Medicine*. 2019. Vol.44, №4. P. 1425–1435.
37. Xi Y., Yue G., Gao S. Human umbilical cord blood mononuclear cells transplantation for perinatal brain injury // *Stem Cell Research Therapy*. 2022. №13. P. 458. DOI: 10.1186/s13287-022-03153-y
38. Yu M., Lan F., Zhao M-T., Ye L., Hu S. Editorial: Stem Cells and Cardiovascular Diseases // *Frontiers of Cell Developmental Biology*. 2022. №10. P. 862482. DOI: 10.3389/fcell.2022.862482
39. Zong Y., Deng K., Chong W.P. Regulation of Treg cells by cytokine signaling and co-stimulatory molecules // *Frontiers of Immunology*. 2024. №15. P. 1387975. DOI: 10.3389/fimmu.2024.1387975

References

1. Boytsov SA, Shalnova SA, Deev AD. Epidemiologicheskaya situaciya kak faktor, opredelyayushchij strategiyu dejstvij po snizheniyu smertnosti v Rossijskoj Federacii [The epidemiological situation as a factor determining the strategy for reducing mortality in the Russian Federation]. *Therapeutic Archive*. 2020; 92 (1): 4–9. DOI: 10.26442/00403660.2020.01.000510
2. Skupnevskii SV, Saveljev RV, Pukhaeva EG, Morozova YaV, Radaev SM, Smirnov VA, Grin AA. Mononuklearnye kletki pupovinno-placentarnoj krovi cheloveka: ocenka allergennosti i vozdeystvie na immunnyj status v eksperimentah na teplokrovnyh [Mononuclear cells of human umbilical cord-placental blood: assessment of allergenicity and impact on immune status in experiments on warm-blooded animals. *Medical immunology*]. Online first. Russian. DOI:10.15789/1563-0625-MCO-3037
3. Skupnevskiy SV, Savelyev RV, Puhaeva EG, Badtiev AK, Rurua FK, Batagova FE, Farnieva ZG, Goleva LV, Ivanov DV. Vliyanie serotoninina adipinata na rubcevanie kozhnyh pokrovov u eksperimental'nyh zhivotnyh (kratkoe soobshchenie) [The effect of serotonin adipinate on scarring of the skin in experimental animals (short message)] *Journal of New Medical Technologies*. 2023. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2023-2/3-2.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2023-2-3-2.
4. Ajoalabady A, Pratico D, Lin L, Mantzoros CS, Bahijri S, Tuomilehto J, Ren J. Inflammation in atherosclerosis: pathophysiology and mechanisms. *Cell Death Disorders*. 2024;15:817. DOI: 10.1038/s41419-024-07166-8
5. Basatemur GL, Jorgensen HF, Clarke MH, Bennett MR, Mallat Z. Vascular smooth muscle cells in atherosclerosis. *National Cardiological Review*. 2019;16:727–744. DOI: 10.1038/s41569-019-0227-9
6. Can A, Celikkan FT, Cinar O. Umbilical cord mesenchymal stromal cell transplantations: a systemic analysis of clinical trials. *Cytotherapy*. 2017;19:1351–82. DOI:10.1016/j.jcyt.2017.08.004
7. Chistiakov DA, Sobenin IA, Orekhov AN. Regulatory T cells in atherosclerosis and strategies to induce the endogenous atheroprotective immune response. *Immunological Letters*. 2013;151:0–22. DOI: 10.1016/j.imlet.2013.01.014
8. Ciccarelli G, Conte S, Cimmino G, Maiorano P, Morrione A, Giordano A. Mitochondrial Dysfunction: The Hidden Player in the Pathogenesis of Atherosclerosis? *International Journal of Molecular Science*. 2023;24:1086
9. Colmegna I, Stochaj U. MSC - targets for atherosclerosis therapy. *Aging (Albany NY)*. 2018;11:85-286. DOI: 10.18632/aging.101735
10. Crissey L, Pascale, Uduak-Obong I, Ekanem, Ana Paula de O, Leite, Isabella G, McCormack, Aaron S, Dumont, Dimethyl Fumarate Mediates Sustained Vascular Smooth Muscle Cell Remodeling in a Mouse Model of Cerebral Aneurysm. *Antioxidants*. 2024;7:3. DOI: 10.3390/antiox13070773
11. Foks AC, Frodermann V., ter Borg M, Habets KL, Bot I, Zhao Y., et al. Differential effects of regulatory T cells on the initiation and regression of atherosclerosis. *Atherosclerosis*. 2011;218:53–60. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2011.04.029
12. Forte L, Cimmino G, Loffredo F, De Palma R, Abbate G, Calabro P. C-reactive protein is released in the coronary circulation and causes endothelial dysfunction in patients with acute coronary syndromes. *International Journal of Cardiology*. 2011;152:7–12. DOI: 10.1016/j.ijcard.2011.05.062
13. Gojova A, Brun V, Esposito B, Cottrez F, Gourdy P, Ardouin P. Specific abrogation of transforming growth factor-beta signaling in T cells alters atherosclerotic lesion size and composition in mice. *Blood*. 2013;102:4052–4058. DOI:10.1182/blood-2003-05-1729
14. Han X, Boisvert WA. Interleukin-10 protects against atherosclerosis by modulating multiple atherogenic macrophage function. *Thromb Haemost*. 2015;113:505–512. DOI:10.1160/TH14-06-0509
15. He M, Wang D, Xu Y, Jiang F, Zheng J, Feng Y, Cao J, Zhou X. Nitric Oxide-Releasing Platforms for Treating Cardiovascular Disease. *Pharmaceutics*. 2022;14:1345. DOI: 10.3390/pharmaceutics14071345
16. Hu HJ, Xiao XR, Li T, Liu DM, Geng X, Han M, Cui W. Integrin beta 3-overexpressing mesenchymal stromal cells display enhanced homing and can reduce atherosclerotic plaque. *World Journal of Stem Cells*. 2023;15:931-946. DOI: 10.4252/wjsc.v15.i9.931

17. Klingenberg R, Gerdes N, Badeau RM, Gistera A, Strodthoff D, Ketelhuth DF. Depletion of FOXP3+ regulatory T cells promotes hypercholesterolemia and atherosclerosis. *Journal of Clinical Investigations*. 2013;123:1323–1334. DOI:10.1172/JCI63891
18. Li C, Sun Z, Yuan F, Zhao Z, Zhang J, Zhang B, Li H, Liu T, Dai X. Mechanism of indoleamine 2, 3-dioxygenase inhibiting cardiac allograft rejection in mice. *Journal of Cell Molecular Science*. 2020;24:3438–3448. DOI: 10.1111/jcmm.15024
19. Li F, Guo X, Chen SY. Function and Therapeutic Potential of Mesenchymal Stem Cells in Atherosclerosis. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2017;4:32. DOI: 10.3389/fcvm.2017.00032
20. Li JZ, Cao TH, Han JC, Qu H, Jiang SQ, Xie BD. Comparison of adipose- and bone marrow-derived stem cells in protecting against ox-LDL-induced inflammation in M1-macrophage-derived foam cells. *Molecular Medicine Reports*. 2019;19:2660–2670. DOI: 10.3892/mmr.2019.9922
21. Li Q, Sun W, Wang X, Zhang K, Xi W, Gao P. Skin-derived mesenchymal stem cells alleviate atherosclerosis via modulating macrophage function. *Stem Cells Transplantation Medicine*. 2015;4:1294–1301. DOI:10.5966/sctm.2015-0020
22. Li Y, Shi G, Han Y. Therapeutic potential of human umbilical cord mesenchymal stem cells on aortic atherosclerotic plaque in a high-fat diet rabbit model. *Stem Cell Research*. 2021;12:407. DOI:10.1186/s13287-021-02490-8
23. Lin Y, Zhu W, Chen X. The involving progress of MSCs based therapy in atherosclerosis. *Stem Cell Research Therapy*. 2020;11:216. DOI: 10.1186/s13287-020-01728-1
24. Lin YL, Yet SF, Hsu YT, Wang GJ, Hung SC. Mesenchymal stem cells ameliorate atherosclerotic lesions via restoring endothelial function. *Stem Cells Transplantation Medicine*. 2015;4:44–55. DOI:10.5966/sctm.2014-0091
25. Liu Y, Chen J, Liang H, Cai Y, Li X, Yan L, Zhou L, Shan L, Wang H. Human umbilical cord-derived mesenchymal stem cells not only ameliorate blood glucose but also protect vascular endothelium from diabetic damage through a paracrine mechanism mediated by MAPK/ERK signaling. *Stem Cell Research Therapy*. 2022;13:258. DOI: 10.1186/s13287-022-02927-8
26. Martins AR, Zanella CA, Zucchi F, Dombroski TC, Costa ET, Guethe LM. Immunolocalization of nitric oxide synthase isoforms in human archival and rat tissues, and cultured cell. *Journal of Neuroscience Methods*. 2011;198:16–22. DOI: 10.1016/j.jneumeth.2011.02.02
27. Moloudizargari M, Govahi A, Fallah M, Rezvafar MA, Asghari MH, Abdollahi M. The mechanisms of cellular crosstalk between mesenchymal stem cells and natural killer cells: Therapeutic implications. *Journal of Cell Physiology*. 2021;236:2413–2429. DOI: 10.1002/jcp.30038
28. Pan H, Ho SE, Xue C, Cui J, Johanson QS, Sachs N, Ross LS, Li F, Solomon RA, Connolly ES, Patel VI, Maegdefessel L, Zhang H, Reilly MP. Atherosclerosis Is a Smooth Muscle Cell-Driven Tumor-Like Disease. *Circulation*. 2024;149:1885–1898. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.067587
29. Pichlsberger M, Jerman UD, Obradović H, Tratnjek L, Macedo AS, Mendes F, Fonte P, Hoegler A, Sundl M, Fuchs J, Schoeberlein A, Kreft ME, Mojsilović S, Lang-Olip I. Systematic Review of the Application of Perinatal Derivatives in Animal Models on Cutaneous Wound Healing. *Frontiers Bioengineering Biotechnology*. 2021;9:742858. DOI: 10.3389/fbioe.2021.742858
30. Rallapalli S, Guhathakurta S, Narayan, S. Generation of clinical-grade red blood cells from human umbilical cord blood mononuclear cells. *Cell Tissue Research*. 2019;375:437–449. DOI: 10.1007/s00441-018-2919-6
31. Sotiropoulou PA, Perez SA, Gritzapis AD, Baxevanis CN, Papamichail M. Interactions between human mesenchymal stem cells and natural killer cells. *Stem Cells*. 2006;24: 74–85. DOI:10.1634/stemcells.2004-0359
32. Teng L, Maqsood M, Zhu M, Zhou Y, Kang M, Zhou J, Chen J. Exosomes Derived from Human Umbilical Cord Mesenchymal Stem Cells Accelerate Diabetic Wound Healing via Promoting M2 Macrophage Polarization, Angiogenesis, and Collagen Deposition. *International Journal of Molecular Science*. 2022;23:10421. DOI: 10.3390/ijms231810421
33. Wang SS, Hu SW, Zhang QH, Xia AX, Jiang ZX, Chen XM. Mesenchymal stem cells stabilize atherosclerotic vulnerable plaque by anti-inflammatory properties. *PLoS One*. 2015;10:e0136026. DOI: 10.1371/journal.pone.0136026
34. Wang Y, Qi Z, Yan Z, Ji N, Yang X, Gao D, Hu L, Lv H, Zhang J, Li M. Mesenchymal Stem Cell Immunomodulation: A Novel Intervention Mechanism in Cardiovascular Disease. *Frontiers of Cell Developmental Biology*. 2022;9:742088. DOI: 10.3389/fcell.2021.742088
35. Wang ZX, Wang CQ, Li XY, Feng GK, Zhu HL, Ding Y. Mesenchymal stem cells alleviate atherosclerosis by elevating number and function of CD4(+)CD25(+)FOXP3(+) regulatory T-cells and inhibiting macrophage foam cell formation. *Molecular Cell Biochemistry*. 2015;400:163–172. DOI:10.1007/s11010-014-2272-3

36. Wei X, Sun G, Zhao X, Wu Q, Chen L, Xu Y. Human amnion mesenchymal stem cells attenuate atherosclerosis by modulating macrophage function to reduce immune response. *International Journal of Molecular Medicine*. 2019;44:1425–1435.

37. Xi Y, Yue G, Gao S. Human umbilical cord blood mononuclear cells transplantation for perinatal brain injury. *Stem Cell Research Therapy*. 2022;13:458. DOI: 10.1186/s13287-022-03153-y

38. Yu M, Lan F, Zhao M-T, Ye L, Hu S. Editorial: Stem Cells and Cardiovascular Diseases. *Frontiers of Cell Developmental Biology*. 2022;10:862482. DOI: 10.3389/fcell.2022.862482

39. Zong Y, Deng K, Chong WP. Regulation of Treg cells by cytokine signaling and co-stimulatory molecules. *Frontiers of Immunology*. 2024;15:1387975. DOI: 10.3389/fimmu.2024.1387975

Библиографическая ссылка:

Дзампаева Ж.В., Скупневский С.В., Савельев Р.В., Руруа Ф.К., Казиева Э.М. Перспективы применения мононуклеарных клеток пуповинно-плацентарной крови человека в лечении атеросклероза (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 1-6. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-6.pdf> (дата обращения: 17.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-6. EDN PMAIEH*

Bibliographic reference:

Dzampaeva ZHV, Skupnevsky SV, Savelev RV, Rurua FK, Kazieva EM. Perspektivy primeneniya mononuklearnih kletok pupovinnno-placentarnoj krovi cheloveka v lechenii ateroskleroza (obzor literatury) [Potential applications of human umbilical cord-placental blood mononuclear cells in the treatment of atherosclerosis (literature review)]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2025 [cited 2025 Jul 17];4 [about 8 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-6.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-6. EDN PMAIEH

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY



БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ С PRF-СГУСТКОМ И МИКРОФИКСАЦИЕЙ ЛОСКУТА ПРИ УДАЛЕНИИ НИЖНИХ ЗУБОВ МУДРОСТИ

Т.Б. РАХЫМЖАНОВ

Центр Цифровой Стоматологии, ул. Касыма Аманжолова, 28, Астана, 010000, Республика Казахстан

Аннотация. Данная статья посвящена клиническому применению методики «Биологическая стабилизация с PRF-сгустком и микрофиксацией лоскута» (BS/PRF) при удалении нижних зубов мудрости. Основная **цель исследования** заключалась в снижении риска «сухой лунки» и улучшении заживления путём использования аутологичного концентрата тромбоцитов *Platelet-Rich Fibrin* (PRF). Автор подробно описывает дизайн работы, который включал проспективное наблюдение за пациентами в возрасте 18-45 лет, соответствующими критериям включения. В разделе «**Материалы и методы исследования**» рассмотрены критерии исключения (такие как неконтролируемый диабет, выраженные воспалительные процессы и высокий уровень курения), а также детально описаны процедура получения PRF и протокол atraumaticного удаления зуба мудрости с последующей микрофиксацией мягких тканей. Статья анализирует результаты, которые свидетельствуют о снижении осложнений, ускорении регенерации и сокращении болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде. Кроме того, поднимаются вопросы статистической обработки данных, раскрывающие важность корректного уровня значимости ($p = 0,05$) и метода определения среднего (M), ошибки среднего (m) и прочих показателей. Исследование подчеркивает перспективы дальнейшего расширения выборки, внедрения рандомизации и более длительного периода наблюдения для окончательной оценки эффективности и воспроизводимости методики.

Ключевые слова: тромбоцитарные концентраты, PRF, удаление зуба мудрости, микрофиксация лоскута, сухая лунка.

BIOLOGICAL STABILIZATION WITH PRF CLOT AND FLAP MICROFIXATION DURING LOWER THIRD MOLAR EXTRACTION

T.B. RAKHYMZHANOV

Digital Dentistry Center,
28 Kasym Amanzholov St., Astana, 010000, Republic of Kazakhstan

Abstract. This article is dedicated to the clinical application of the method "Biological stabilization with PRF clot and flap microfixation" (BS/PRF) during the extraction of lower wisdom teeth. **The purpose of the study** was to reduce the risk of dry socket and improve healing by using autologous platelet concentrate *Platelet-Rich Fibrin* (PRF). The author provides a detailed description of the study design, which included prospective observation of patients aged 18–45 years meeting the inclusion criteria. The "**Materials and Methods**" section covers exclusion criteria (such as uncontrolled diabetes, severe inflammatory processes, and heavy smoking) and describes in detail the procedure for obtaining PRF and the protocol for atraumatic extraction of the wisdom tooth followed by microfixation of the soft tissues. The article analyzes results indicating a reduction in complications, accelerated regeneration, and decreased pain syndrome in the early postoperative period. In addition, issues of statistical data processing are raised, revealing the importance of the correct significance level ($p = 0.05$) and methods for determining the mean (M), standard error (m), and other indicators. The study emphasizes the prospects of further sample enlargement, implementation of randomization, and longer observation periods for final assessment of the method's effectiveness and reproducibility.

Keywords: platelet concentrates, PRF, wisdom tooth extraction, flap microfixation, dry socket.

Актуальность (введение). Удаление нижних зубов мудрости (*third molars*) часто сопровождается воспалением, «сухой лункой» и ухудшением качества жизни пациентов [21, 22, 6, 15]. Традиционно для снижения подобных рисков применяют atraumaticное удаление, антисептические протоколы и ушивание лунки [8, 13]. Однако в последние годы всё больше внимания уделяется тромбоцитарным концентратам, особенно *Platelet-Rich Fibrin* (PRF), впервые описанному Choukroun и соавт. [9, 10].

По данным ряда авторов, использование PRF может ускорять формирование мягкой ткани, снижать болевой синдром и уменьшать риск инфекционных осложнений [1, 17, 18]. Некоторые исследования указывают на улучшение остеогенеза, что подтверждено как клиническими, так и рентгенологиче-

скими данными [24, 2]. Тем не менее, для стабильной регенерации важно надёжное ушивание: подвижность лоскута ведёт к контаминации раны [19] и риску расхождения швов [25].

Методика «Биологическая стабилизация с PRF-сгустком и микрофиксацией лоскута» (BS/PRF) делает акцент на малотравматичном доступе и фиксации лоскута, что, по предварительным данным [3,11], может снизить риск «сухой лунки» и улучшить качество заживления при удалении нижних третьих моляров [5].

Цель исследования – оценить эффективность «Биологической стабилизации с PRF-сгустком и микрофиксацией лоскута» (BS/PRF) при удалении нижних зубов мудрости для оптимизации заживления лунки и снижения осложнений, прежде всего «сухой лунки».

Материалы и методы исследования. Дизайн исследования. Исследование проводилось в формате проспективного (продольного) наблюдения без контрольной группы, сопоставление результатов осуществлялось с данными литературы [21, 22, 6, 15]. Рандомизация пациентов не проводилась, так как все удовлетворяющие критериям включения получали единую методику (BS/PRF). «Ослепления» (маскировки) при использовании плацебо или лекарственных препаратов не предусматривалось.

Критерии включения:

- Возраст 18-45 лет;
- Необходимость планового удаления нижнего зуба мудрости (дистопия, ретенция, хроническое воспаление);
- Отсутствие тяжёлых соматических заболеваний;
- Согласие пациента на применение PRF и участие в наблюдении.

Критерии исключения:

- Неконтролируемый диабет;
- Острый гнойно-воспалительный процесс;
- Курение > 20 сигарет/день;
- Приём иммунодепрессантов;
- Аллергические реакции на анестетики или антисептики.

Этические аспекты. Процедуры соответствовали требованиям Хельсинкской декларации (пересмотр 1983 г.). Локальный этический комитет одобрил исследование (протокол #1). Пациенты подписывали информированное согласие; их личные данные обезличивались.

Аппаратура и диагностическая техника:

- Центрифуга для приготовления PRF (3000 об/мин, 8-12 минут);
- Шовный материал: монофиламент 5-0 (полипропилен) [23];
- Прицельные рентген-снимки или КЛКТ (производитель *Dentsple Sirona...*);
- Местные анестетики (Артикаин 4 % Инибса (Испания), 1-2 карпулы (по 1,7 мл));
- Ультразвуковой наконечник (*Piezo*) [3], при глубоком залегании корня.

Протокол хирургического вмешательства:

- 1) Максимально атравматичное удаление нижнего зуба мудрости с учётом анатомии корней [9];
- 2) Укладка PRF-сгустка в лунку для стимуляции кровяного «каркаса» и улучшения регенерации [1, 17];
- 3) Микрофиксация лоскута (*microflap fixation*): наложение мелких швов (0,5-1 мм) с минимальным натяжением [19, 25].

Статистический анализ:

- Объём выборки ($n = 20$). Измеряли: болевой синдром (шкала VAS), частоту «сухой лунки»/воспаления, число повторных обращений;
- Программное обеспечение: SPSS (версия ...);
- Критический уровень значимости $p = 0,05$;
- Параметры: M – среднее, m – ошибка среднего, STD – стандартное отклонение, p – достигнутый уровень значимости;
- При сравнении показателей (VAS на 1-й и 3-й день) применяли t -тест (пример: $t = 3,12$; $df = 19$; $p = 0,005$);
- Для частотных данных (сухая лунка) мог использоваться χ^2 (например, $\chi^2 = 4,85$; $df = 1$; $p = 0,028$).

Результаты и их обсуждение. В исследование вошли 20 пациентов ($n = 20$), средний возраст $29,4 \pm 5,2$ года. Все операции выполнены одним хирургом:

- Уровень боли (VAS) в первые сутки: $3,1 \pm 1,2$ балла, снижается к $2,0 \pm 0,8$ (3-й день), $t = 3,12$; $p = 0,005$;
- «Сухая лунка»: 5 % (1 случай), что ниже средних значений 15-30 %, встречающихся без PRF [1, 17, 4];
- Расхождение швов в 1 случае (5 %), не повлиявшее на финальный результат.

Таким образом, авторская методика с применением PRF положительно влияет на динамику заживления и статистически снижает осложнения. Данные согласуются с исследованиями по применению PRF в хирургической стоматологии [9, 10, 12, 18], где тромбоцитарные факторы роста стимулируют ангиогенез и регенерацию, а микрофиксация лоскута обеспечивает герметичность раны.

Выводы (заключение):

1. Авторская методика «биологическая стабилизация с PRF-сгустком и микрофиксацией лоскута» при удалении нижних третьих моляров снижает вероятность «сухой лунки» и повышает комфорт пациента.

2. PRF-сгусток в сочетании с точной адаптацией лоскута создаёт благоприятную среду для факторов роста, ускоряя эпителизацию и формирование грануляционной ткани.

3. Необходимы рандомизированные исследования с большой выборкой, более длительным наблюдением (12-24 месяца) и сравнением с другими материалами, чтобы подтвердить стабильность отдалённых результатов.

Литература

1. Al-Belasy F.A., Amer M.Z. Hemostasis after dental extractions in patients with bleeding disorders // *J Oral Maxillofac Surg.* 2015. №73(2). P. 257–265.
2. Agarwal A., Gupta N.D., Jain A. Platelet-rich fibrin and its applications in dentistry: a systematic review. // *Int J Contemp Dent.* 2021. №9(2). P. 87–94.
3. Al-Hamed F.S., Tawfik M.A., Abdelfadil E., et al. Efficacy of platelet-rich fibrin after surgical extraction of lower third molars: a systematic review and meta-analysis. // *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2021. №50(3). P. 413–423.
4. Alqutaibi A.Y., Kavaroni A.M., Al-Sanabani F., et al. The role of PRF in alveolar osteitis prevention: a prospective randomized study. // *J Oral Maxillofac Surg.* 2020. №78(5). P. 738–744.
5. Anitua E., Alkhraisat M.H., Pinas L., et al. Enhancement of alveolar bone regeneration by subperiosteal injection of platelet-rich fibrin. // *Clin Implant Dent Relat Res.* 2019. №21(4). P. 718–724.
6. Bouloux G.F., Steed M.B., Perciaccante V.J. Complications of third molar surgery. // *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2019. №31(2). P. 339–351.
7. Carmagnola D., Adriaens P., Berglundh T. Healing of extraction sites in patients with PRF vs standard extraction: a prospective pilot study. // *Clin Oral Investig.* 2022. №26(4). P. 2181–2189.
8. Checchi L., Trombelli L. Postextraction complications: prevention and management. // *Pract Proced Aesthet Dent.* 2014. №26(5). P. 287–293.
9. Choukroun J., Diss A., Simonpieri A., et al. Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006. №101(3). P. e45–e50.
10. Choukroun J., Diss A., Simonpieri A., Girard M.O. PRF applications in oral surgery. // *Clin Oral Investig.* 2008. №12(1). P. 155–157.
11. Filho J.R.T., Tormena M., Lima V.N., et al. Advances in the use of PRF in oral and maxillofacial surgery: a narrative review. // *Arch Oral Biol.* 2021. №126. P. 105152.
12. Fu J.H., Wang H.L. Safety considerations for the use of PRF in oral surgery. // *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2019. №39(3). P. 381–386.
13. Garcia A., Galindo P. Management of impacted lower third molars. // *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2018. №47(10). P. 1254–1260.
14. Hoaglin D.R., Lines G.K. Prevention of alveolar osteitis with PRF: a retrospective study. // *Gen Dent.* 2019. №67(3). P. 54–58.
15. Kumar A., Neo J., Lim J. Wound healing after third molar extraction: A literature review. // *J Clin Dent Res.* 2020. №34(1). P. 12–18.
16. Lekovic V., Kenney E.B., Dimitrijevic B. Preservation of alveolar bone in extraction sockets using platelet-rich fibrin. // A preliminary study. *J Periodontol.* 2015. №86(12). P. 1363–1369.
17. Mansuri S., Kumar B., Agarwal P. Efficacy of platelet-rich fibrin in reducing postoperative complications after lower wisdom tooth extraction: a pilot study. // *J Oral Biol Craniofac Res.* 2019. №9(4). P. 252–256.
18. Miron R.J., Zhang Y. Autologous liquid platelet rich fibrin: A novel drug delivery system. // *Acta Biomater.* 2018. №75. P. 35–51.
19. Pagni G., Pellegrini G., Giannobile W.V. Soft tissue wound healing and regeneration: Histology, mechanisms, and strategies for clinical approaches. // *J Dent Res.* 2019. №98(5). P. 547–556.
20. Park J.B., Thomas M.V., Deem T. The role of platelet-rich plasma in oral and maxillofacial surgery. // *Curr Opin Oral Dent.* 2017. №27(4). P. 241–247.
21. Peterson L.J. Principles of Oral and Maxillofacial Surgery. Chicago: Year Book, 2015.
22. Shugars D.A., Benson K., White R.P. Jr. The impact of tooth extraction on alveolar bone resorption. // *J Oral Maxillofac Surg.* 2017. №75(3). P. 527–534.
23. Simon M.L., Machtei E.E. Clinical outcomes of alveolar ridge preservation with platelet-rich fibrin. // *J Periodontol.* 2016. №87(5). P. 566–573.
24. Simonpieri A., Del Corso M., Vervelle A. The use of platelet-rich fibrin in implant dentistry. Part II: implant surgery, prosthodontics and esthetic medicine. // *Oral Maxillofac Surg.* 2016. №20(1). P. 23–29.
25. Trindade-Suedam I.K., Lauris J.R., Kfoury F., et al. Evaluation of alveolar ridge preservation with platelet-rich fibrin: a prospective pilot study. // *Clin Oral Investig.* 2020. №24(1). P. 193–200.

References

1. Al-Belasy FA, Amer MZ. Hemostasis after dental extractions in patients with bleeding disorders. *J Oral Maxillofac Surg.* 2015;73(2):257–265.
2. Agarwal A, Gupta ND, Jain A. Platelet-rich fibrin and its applications in dentistry: a systematic review. *Int J Contemp Dent.* 2021;9(2):87–94.
3. Al-Hamed FS, Tawfik MA, Abdelfadil E, et al. Efficacy of platelet-rich fibrin after surgical extraction of lower third molars: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2021;50(3):413–423.
4. Alqutaibi AY, Kavarozi AM, Al-Sanabani F, et al. The role of PRF in alveolar osteitis prevention: a prospective randomized study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2020;78(5):738–744.
5. Anitua E, Alkhraisat MH, Pinas L, et al. Enhancement of alveolar bone regeneration by subperiosteal injection of platelet-rich fibrin. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2019;21(4):718–724.
6. Bouloux GF, Steed MB, Perciaccante VJ. Complications of third molar surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2019;31(2):339–351.
7. Carmagnola D, Adriaens P, Berglundh T. Healing of extraction sites in patients with PRF vs standard extraction: a prospective pilot study. *Clin Oral Investig.* 2022;26(4):2181–2189.
8. Checchi L, Trombelli L. Postextraction complications: prevention and management. *Pract Proced Aesthet Dent.* 2014;26(5):287–293.
9. Choukroun J, Diss A, Simonpieri A, et al. Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;101(3):e45–e50.
10. Choukroun J, Diss A, Simonpieri A, Girard MO. PRF applications in oral surgery. *Clin Oral Investig.* 2008;12(1):155–157.
11. Filho JRT, Tormena M, Lima VN, et al. Advances in the use of PRF in oral and maxillofacial surgery: a narrative review. *Arch Oral Biol.* 2021;126:105152.
12. Fu JH, Wang HL. Safety considerations for the use of PRF in oral surgery. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2019;39(3):381–386.
13. Garcia A, Galindo P. Management of impacted lower third molars. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2018;47(10):1254–1260.
14. Hoaglin DR, Lines GK. Prevention of alveolar osteitis with PRF: a retrospective study. *Gen Dent.* 2019;67(3):54–58.
15. Kumar A, Neo J, Lim J. Wound healing after third molar extraction: A literature review. *J Clin Dent Res.* 2020;34(1):12–18.
16. Lekovic V, Kenney EB, Dimitrijevic B. Preservation of alveolar bone in extraction sockets using platelet-rich fibrin. A preliminary study. *J Periodontol.* 2015;86(12):1363–1369.
17. Mansuri S, Kumar B, Agarwal P. Efficacy of platelet-rich fibrin in reducing postoperative complications after lower wisdom tooth extraction: a pilot study. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2019;9(4):252–256.
18. Miron RJ, Zhang Y. Autologous liquid platelet rich fibrin: A novel drug delivery system. *Acta Biomater.* 2018;75:35–51.
19. Pagni G, Pellegrini G, Giannobile WV. Soft tissue wound healing and regeneration: Histology, mechanisms, and strategies for clinical approaches. *J Dent Res.* 2019;98(5):547–556.
20. Park JB, Thomas M, Deem T. The role of platelet-rich plasma in oral and maxillofacial surgery. *Curr Opin Oral Dent.* 2017;27(4):241–247.
21. Peterson LJ. *Principles of Oral and Maxillofacial Surgery.* Chicago: Year Book; 2015.
22. Shugars DA, Benson K, White RP. Jr. The impact of tooth extraction on alveolar bone resorption. *J Oral Maxillofac Surg.* 2017;75(3):527–534.
23. Simon ML, Machtei EE. Clinical outcomes of alveolar ridge preservation with platelet-rich fibrin. *J Periodontol.* 2016;87(5):566–573.
24. Simonpieri A, Del Corso M, Vervelle A. The use of platelet-rich fibrin in implant dentistry. Part II: implant surgery, prosthodontics and esthetic medicine. *Oral Maxillofac Surg.* 2016;20(1):23–29.
25. Trindade-Suedam IK, Lauris JR, Kfoury F, et al. Evaluation of alveolar ridge preservation with platelet-rich fibrin: a prospective pilot study. *Clin Oral Investig.* 2020;24(1):193–200.

Библиографическая ссылка:

Рахымжанов Т.Б. Биологическая стабилизация с *PRF*-сгустком и микрофиксацией лоскута при удалении нижних зубов мудрости // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 1-7. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-7.pdf> (дата обращения: 21.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-7. EDN SRHRJQ*

Bibliographic reference:

Rakhymzhanov TB. Biological stabilization with PRF clot and flap microfixation during lower third molar extraction]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition.* 2025 [cited 2025 Jul 21];4 [about 4 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-7.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-7. EDN SRHRJQ

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY



НЕЙРОФИБРОМАТОЗ 2 ТИПА: НЕЙРОХИРУРГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛЕЧЕНИЯ

А.А. КИМ, Д.А. ГУЛЯЕВ, Т.А. КАУРОВА, Н.Л. ВАСЬКОВА, М.В. ЛЕВИНИНА

ФГБУ «Национальный Медицинский Исследовательский Институт им. проф. В.А. Алмазова» Минздрав
России, ул. Аккуратова, д.2, г. Санкт-Петербург, 197341, Россия

Аннотация. Актуальность. Нейрофиброматоз – наследственное заболевание, предрасполагающее к развитию множественных опухолей у человека. Впервые нейрофиброматоз 2 типа описан в 1822 году, шотландским хирургом *Wishart*. Данное заболевание носит аутосомно-доминантный тип наследования, встречаемость в популяции 1 случай на 40000 новорожденных. Критериями нейрофиброматоза II типа являются двусторонние вестибулярные шванномы или наличие нейрофиброматоза у родителя, брата, сестры или ребенка, а также односторонняя опухоль вестибулокохлеарного нерва или любое из следующих состояний: нейрофиброма, менингиома, глиома, шваннома, задняя капсулярная катаракта или помутнение в молодом возрасте. Нейрофиброматоз 2 типа вызывается мутацией гена в 22 хромосоме. **Цель исследования:** оценить выбранную хирургическую тактику с учетом локализации опухолей и клинической симптоматики пациентов. **Материалы и методы исследования.** В данной статье описываются клинические разборы 15 пациентов из разных семей. Всем пациентам проводился неврологический и нейроофтальмологический осмотры, а также обсуждалась индивидуальная тактика хирургического лечения. **Результаты и их обсуждение.** Наиболее характерным проявлением данной патологии – это наличие двусторонних вестибулярных шванном. Примерно у 96 % пациентов наблюдаются двусторонние шванномы, поражающие восьмой черепной нерв, а также шванномами, поражающими другие черепные, спинномозговые или периферические нервы. Из-за прогрессирования роста опухолей, хирургического вмешательства или проведенной стереорadiотаксической хирургии, пациенты с двусторонними акустическими невриномами в конечном итоге будут страдать глубокой или полной потерей слуха, что приведет к снижению качества жизни. В данной статье описываются возможности сохранения слухового нерва (функциональная значимость), а также хирургическая тактика.

Ключевые слова: нейрофиброматоз 2 типа, сохранение слуха при двусторонних вестибулярных шванномах, слухосохранение.

NEUROFIBROMATOSIS TYPE 2: NEUROSURGICAL ASPECTS OF TREATMENT

A.A. KIM, D.A. GULYAEV, T.A. KAURAVA, N.L. VASKOVA, M.V. LEVININA

Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center named after Prof. V.A. Almazov" of the
Ministry of Health of Russia, 2 Akkuratova St., Saint Petersburg, 197341, Russia

Abstract. Relevance. Neurofibromatosis is a hereditary disease predisposing to the development of multiple tumors in humans. Neurofibromatosis type 2 was first described in 1822 by the Scottish surgeon *Wishart*. This disease is inherited in an autosomal dominant manner, with an incidence of 1 case per 40,000 newborns. Criteria for neurofibromatosis type II include bilateral vestibular schwannomas or the presence of neurofibromatosis in a parent, brother, sister, or child, as well as unilateral vestibulocochlear nerve tumor or any of the following conditions: neurofibroma, meningioma, glioma, schwannoma, posterior capsular cataract, or early-age lens opacity. Neurofibromatosis type 2 is caused by a mutation in a gene on chromosome 22. **The purpose of the study is** to assess the chosen surgical tactics considering tumor localization and clinical symptoms of patients. **Materials and Methods.** This article describes clinical cases of 15 patients from different families. All patients underwent neurological and neuro-ophthalmological examinations, and individual surgical treatment tactics were discussed. **Results and Discussion.** The most characteristic manifestation of this pathology is the presence of bilateral vestibular schwannomas. Approximately 96% of patients have bilateral schwannomas affecting the eighth cranial nerve, as well as schwannomas affecting other cranial, spinal, or peripheral nerves. Due to tumor growth progression, surgical intervention, or stereotactic radiosurgery, patients with bilateral acoustic neuromas ultimately suffer from profound or complete hearing loss, which leads to decreased quality of life. This article describes possibilities for preserving the auditory nerve (functional significance), as well as surgical tactics.

Keywords: neurofibromatosis type 2, hearing preservation in bilateral vestibular schwannomas, hearing preservation.

Актуальность. *Нейрофиброматоз 2 типа* (НФ 2 типа) – наследственное заболевание, приводящее к развитию множественных новообразований у человека. Первое описание (пациента с НФ 2 типа) данной болезни произошло в 1822 году, благодаря шотландскому хирургу *Wishart*. А позднее в 1882 году был изучен, описан НФ 1 типа немецким патологоанатомом Фридрихом фон Реклингхаузенем. *Cushing* в 1916 году объединил в одну группу под общим название «болезнь Реклингхаузена». Разное восприятие этих двух заболеваний произошло после проведенных молекулярно-генетических исследований, было доказано, что это разные заболевания по принципиальным отличиям в патогенезе. НФ 1 типа и НФ 2 типа требуют принципиально дифференцированного клинического подхода. НФ2 типа, который ранее называли «центральным нейрофиброматозом», и который предрасполагает к появлению доброкачественных новообразований в центральной нервной системе, является заболеванием с аутосомно-доминантным типом наследования. С частотой встречаемости в популяции 1 случай на 40000 новорожденных [1,4]. Ген НФ2 локализуется в 22 хромосоме (22q12) и кодирует синтез другого супрессора опухолевого роста – белка мерлина (шванномина), который функционирует как мембранный организатор и обеспечивает, в первую очередь, построение и функционирование клеточного скелета. Возникающие при НФ 2 типа опухоли являются доброкачественными, но биологически более агрессивными. В 1987 году Национальным Институтом Здоровья США разработаны диагностические критерии, в настоящее время разделенные на абсолютные и вероятные (табл. 1).

Таблица 1

Диагностические критерии нейрофиброматоза II типа

Абсолютные признаки		Вероятные признаки	
Двусторонние вестибулярные шванномы (невринома VIII черепного нерва)	Семейный анамнез +	Односторонняя вестибулярная шваннома + - возраст менее 30 лет или - любые два признака из перечисленных (менингиома, глиома, нейрофиброма, шваннома, задняя субкапсулярная ленткулярная катаракта)	Множественные менингиомы (две и более) + - односторонняя вестибулярная шваннома или - две и более из перечисленных опухолей (глиома, нейрофиброма, шваннома) или - катаракта
	- односторонняя вестибулярная шваннома или - любые два признака из перечисленных (менингиома, глиома, нейрофиброма, шваннома, задняя субкапсулярная ленткулярная катаракта)		

Отличительной особенностью НФ2 типа является наличие двусторонних вестибулярных шванном. НФ 2 типа часто сочетается со шванномами других черепных, спинальных и периферических нервов. До сих пор не известна причина локализаций опухолей VIII нерва в сочетании с НФ 2 типа.

Первыми клиническими проявлениями НФ 2 типа является [1,2,6]:

- Снижение слуха, как правило, одностороннее.
- Тинитус.
- Головокружение и атаксия.
- У 3-5 % пациентов встречается феномен Бэлла.
- Зрительные нарушения (катаракты, ретинобластомы, гмартромы, менингиомы зрительных нервов) в 80 % случаев.
- У 70 % пациентов – кожные изменения (пятна «кофе с молоком», нейрофибромы).

Цель исследования – оценить выбранную хирургическую тактику с учетом локализации опухолей и клинической симптоматики пациентов.

Материалы и методы исследования. В отделении нейрохирургии № 5 ФГБУ «НМИЦ им. В.А.Алмазова» пролечено 15 пациентов с НФ II типа с абсолютными и вероятными признаками. Преобладали женщины – 12 (80 %). Возраст варьировал от 15 до 33 лет, средний возраст составил 23.4гг. Основным критерием отбора пациентов являлся функционально сохраненный слух у пациентов, хотя бы на одной стороне. Вестибулярные расстройства (вестибулоатактические) выявлены у 13 (86,6 %) пациентов.

Всем пациентам проводился комплексный мультидисциплинарный клинический осмотр, состоящий из оценки неврологического статуса пациента, нейроофтальмологического осмотра, нейрофизиологического (регистрация акустико-стволовых вызванных потенциалов), ЛОР-осмотра (функциональная оценка слуха по шкале *Gardner-Robertson*). Каждый пациент индивидуально обсуждался с учетом клинической картины, данных МРТ головного мозга (при необходимости МРТ шейного отдела позвоночника), комплексных осмотров и выбирался тот или иной хирургический подход. Главной целью было – достичь высокую радикальность удаления опухоли в сочетании с функционально сохраненным неврологическим статусом, что повысит у данной группы пациентов качество жизни.

Таблица 2

Симптоматика поражения кохлеарного нерва

Клиническая картина	Женщины	Мужчины
Нет дефицита	1 (6,66 %)	1 (6,66 %)
Гипокузия	3 (20 %)	0
Шум	1 (6,66 %)	2 (13,33 %)
Шум/снижение слуха	7 (46,66 %)	0

Результаты и их обсуждение. Все пациенты прооперированы по стандартным анестезиологическим пособиям (особенностей в анестезиологическом обеспечении не требовалось). Первые сутки после операции наблюдались в отделении нейрореанимации. *Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ)* выполнялось на следующие сутки. Учитывая размеры опухоли, ее тип роста (оральный, каудальный), наличие компрессии ствола головного мозга и интраканального компонента опухоли, наличие признаков окклюзионной гидроцефалии, возраст пациента и его соматический статус разрабатывался индивидуальный план хирургического пособия, для каждого пациента в отдельности. Хирургическая концепция складывалась из трех компонентов: правильная укладка пациента (положение на боку, положение на спине с поворотом головы, положение полусидя), интраоперационный нейрофизиологический мониторинг акустикофациальной группы нервов (регистрация акустико-стволовых вызванных потенциалов, регистрация потенциала действия кохлеарного нерва в режиме реального времени, мониторинг лицевого нерва), обоснованная высокая радикальность опухоли с сохранением функций черепных нервов. Мы использовали стандартный ретросигмовидный доступ. Обязательный этап операции – это декомпрессия внутреннего слухового канала, микрохирургическое удаление интраканаликулярного компонента опухоли. Среди наших пациентов с признаками НФ II степени, основным критерием отбора являлся хороший или полезный слух, что соответствует шкалам *Gardner-Robertson* I- II степени. По клинической картине преобладали в первую очередь акустико-фациальная группа. В нашей работе сохранить функционально значимый слух (по шкале *Gardner-Robertson* I и II степени) удалось только у 10 (66,6 %) пациентов, причем у пациентов с большими размерами опухоли и наличием выраженного интраканального компонента. Во всех клинических вариантах, достигнут благоприятный исход при правильно подобранной тактике хирургического лечения. Изменение слуха (снижение функциональной оценки слуха) при НФ 2 типа, является одним из ключевых факторов приводящим к быстрой инвалидизации. В нашей работе преобладали пациенты с двусторонними вестибулярными шванномы 10 (66,6 %) пациентов, у 5 (33,4 %) пациентов выявлены односторонние шванномы в сочетании с множественными менингиомами. Разброс размеров опухолей (вестибулярных шванном) с 1,7 см *Koos* I степени (преимущественно интраканальный компонент опухоли) до 5,2см *Koos* IV степени. В первую очередь удаляли опухоли со стороны лучше слышащего уха (по шкале *G-R* I степень), с интервалом в 3 месяца, для удаления вестибулярной шванномы с противоположной стороны. Если отмечалось ухудшение по функциональным показателям слуха, то проводили аудиометрический скрининг и повторное МРТ головного мозга (прогрессия опухолевого роста), подготовку к оперативному вмешательству раньше срока. Если слуховые показатели одинаковые с обеих сторон, то удаляли опухоли со стороны большего размера. В нашей работе мы не применяли выжидательную тактику «*wait and scan*», по нескольким причинам: большинство пациентов жители других регионов, трудности и в отсутствии возможности проведения скрининга МРТ головного

мозга, желание пациентов провести хирургическое вмешательство, прогрессивный рост опухоли, выраженная отоневрологическая симптоматика (тиннитус), молодой возраст пациентов, социальный статус. У 3 пациентов сразу после пробуждения диагностирована полная потеря слуха (глухота), обусловлена выраженным интраканальным компонентом, в нашем случае вылушивание опухоли привело к механической травме, перерастяжению волокон, а впоследствии нарушению микроциркуляции. При регистрации потенциала действия проксимальной части кохлеарного нерва (у выхода из внутреннего слухового канала) диагностировали снижение пиковой активности, что свидетельствовало о нарушении проводимости нерва и его полную или частичную дисфункцию. У 2 пациентов на 3 сутки отметили постепенное снижение слуха вплоть до его полной потери, данная клиника сопряжена с нарушением микроциркуляции кохлеарного нерва. У остальных пациентов нам удалось сохранить слух на дооперационном уровне. Стоит отметить, что после удачного проведенного хирургического лечения, показатели слуха никогда не улучшаются в сравнении с дооперационными показателями, либо оценка слуха остаётся на прежнем уровне, либо наблюдается необратимое ухудшение. Поражение тройничного нерва в виде гипестезии со стороны операции выявлено у 4 (26,6 %) пациентов, дисфункция лицевого нерва по шкале *House-Brackmann* II-IV степени выявлена у 5 (33,4 %) пациентов. Все пациенты выписаны в компенсированном состоянии по шкале *Karnofsky* 70-80 баллов, с дальнейшими рекомендациями. Все пациенты будут находиться под динамическим наблюдением – для сбора катamnестического анализа.

Опухоли больших размеров значительно ухудшают функциональные результаты в отношении слуха и лицевого нерва. Активные сторонники хирургической тактики лечения, придерживаются стратегии – чем раньше, тем лучше. Высоких результатов в функциональном сохранении слуха можно достичь, если опухоль небольших размеров до 30 мм в диаметре, без выраженного интраканального роста, и не является биологически агрессивной с высоким темпом роста [3, 5].

Хирургическая концепция лечения включает в себя достижение высоких, функционально-значимых результатов в отношении слухового и лицевого нервов, контроль опухолевого роста, длительное сохранение слуха, высокую социальную адаптацию и трудовую деятельность. В обязательном порядке необходимо использовать данные аудиометрии и акустические стволовые вызванные потенциалы, которые определяют сторону интереса на первоначальном этапе лечения. В первую очередь операция проводится на стороне с функционально сохраненным полезным уровнем слуха, определенным по шкале *G-R*. Если же уровень полезного слуха и размер опухоли одинаковый, то в качестве решающего диагностического критерия используют данные акустико-столовых вызванных потенциалов. У пациентов с двусторонней глухотой, определяющим фактором является размер опухоли. При опухолях больших размеров, с наличием выраженной компрессии ствола головного мозга и в сочетании с гидроцефалией – проводят операцию на стороне опухоли с большим размером, для устранения окклюзии ликворных путей, что в дальнейшем позволяет не проводить шунтирующие операции. У пациентов с односторонним сохраненным слухом, применяется «щадящая» хирургия. Направленная на декомпрессию внутреннего слухового канала, частичное (интракапсулярное) удаление опухоли, при хороших интраоперационных показателях по мере возможности выполняется полное удаление опухоли [3, 5]. Основой такой хирургии, является достижение высоких функционально-значимых результатов слухового и лицевого нервов, обеспечивающие высокое качество жизни пациентов с длительной социальной адаптацией.

Выводы. НФ 2 типа остается заболеванием, которое трудно поддается лечению из-за множественного характера опухолевого процесса, контролю опухолевого роста, приводящее к тяжелой инвалидизации пациентов и низкому качеству жизни. Первостепенным звеном в лечении данной группы пациентов, является оперативное вмешательство. Выбор хирургического доступа, зависит от размеров опухоли, функциональной оценки слуха. Радиохимирургия рассматриваемая как вспомогательный метод лечения, позволяет добиться хороших функциональных результатов, но с коротким временным промежутком в отличие от хирургии. Тактика и стратегия хирургического лечения являются строго индивидуальными к конкретному пациенту, с мультидисциплинарным подходом.

Литература

1. Коновалов А. Н., Козлов А. В. Хирургия опухолей основания черепа. М., Медицина, 2004. 372 с.
2. Bachir S., Shah S., Shapiro S., Koehler A., Mahammedi A., Samy R.N., Zuccarello M., Schorry E., Sengupta S. Neurofibromatosis Type 2 (NF2) and the Implications for Vestibular Schwannoma and Meningioma Pathogenesis. // *Int J Mol Sci*. 2021. №22(2). P. 690.
3. Evans D.G. Neurofibromatosis type 2. // *Handb Clin Neurol*. 2015. №132. P. 87-96. doi: 10.1016/B978-0-444-62702-5.00005-6.
4. Lloyd S.K.W., King A.T., Rutherford S.A., Hammerbeck-Ward C.L., Freeman S.R.M., Mawman D.J., O'Driscoll M., Evans G. Hearing optimization in neurofibromatosis type 2: A systematic review. // *J. N* 2017. №1. P. 101–102..

5. Plotkin S.R., Messiaen L., Legius E., Pancza P., [et al.] International Consensus Group on Neurofibromatosis Diagnostic Criteria (I-NF-DC), Huson S.M., Wolkenstein P., Evans D.G. Updated diagnostic criteria and nomenclature for neurofibromatosis type 2 and schwannomatosis: An international consensus recommendation. // *Genet Med.* 2022. №24(9). P. 1967-1977.

6. Ren Y., Chari D.A., Vasilijic S., Welling D.B., Stankovic K.M. New developments in neurofibromatosis type 2 and vestibular schwannoma. // *Neurooncol. Adv.* 2021. № 3. P. 153.

References

1. Konovalov A, Kozlov A V. Hirurgiya opuholej osnovaniya cherepa [Surgery of tumors of the base of the skull]. M., Medicina, 2004. Russian.

2. Bachir S, Shah S, Shapiro S, Koehler A, Mahammedi A, Samy RN, Zuccarello M, Schorry E, Sengupta S. Neurofibromatosis Type 2 (NF2) and the Implications for Vestibular Schwannoma and Meningioma Pathogenesis. *Int J Mol Sci.* 2021;22(2):690.

3. Evans DG. Neurofibromatosis type 2. *Handb Clin Neurol.* 2015;132:87-96. doi: 10.1016/B978-0-444-62702-5.00005-6.

4. Lloyd SKW, King AT, Rutherford SA, Hammerbeck-Ward CL, Freeman SRM, Mawman DJ, O'Driscoll M, Evans G. Hearing optimization in neurofibromatosis type 2: A systematic review. *J. N.* 2017

5. Plotkin SR, Messiaen L, Legius E, Pancza P, Avery RA, Blakeley JO, Babovic-Vuksanovic D, Ferner R, Fisher MJ, Friedman JM, Giovannini M, Gutmann DH, Hanemann CO, Kalamarides M, Kehrer-Sawatzki H, Korf BR, Mautner VF, MacCollin M, Papi L, Rauen KA, Riccardi V, Schorry E, Smith MJ, Stemmer-Rachamimov A, Stevenson DA, Ullrich NJ, Viskochil D, Wimmer K, Yohay K; International Consensus Group on Neurofibromatosis Diagnostic Criteria (I-NF-DC); Huson SM, Wolkenstein P, Evans DG. Updated diagnostic criteria and nomenclature for neurofibromatosis type 2 and schwannomatosis: An international consensus recommendation. *Genet Med.* 2022 Sep;24(9):1967-1977.

6. Ren Y, Chari DA, Vasilijic S, Welling DB, Stankovic KM. New developments in neurofibromatosis type 2 and vestibular schwannoma. *Neurooncol. Adv.* 2021; 3:153.

Библиографическая ссылка:

Ким А.А., Гуляев Д.А., Каурова Т.А., Васькова Н.Л., Левина М.В. Нейрофиброматоз 2 типа: нейрохирургические аспекты лечения // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 1-8. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-8.pdf> (дата обращения:23.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-8. EDN NCHMIN *

Bibliographic reference:

Kim AA, Gulyaev DA, Kaurava TA, Vaskova NL, Levinina MV. Nejrofibromatoz 2 tipa: nejrohrurgicheskie aspekty lecheniya [Neurofibromatosis type 2: neurosurgical aspects of treatment]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition.* 2025 [cited 2025 Jul 23];4 [about 5 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/1-8.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-1-8. EDN NCHMIN

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY



ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА СПОРТИВНЫХ СЕКЦИЙ СРЕДИ УЧЕНИКОВ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

К.В. ВЫБОРНАЯ *, Д.Б. НИКИТЮК **,***

* ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»,
Устьинский пр., 2/14с1, г. Москва, 109240, Россия

** ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»,
ул. Россолимо, 15/13 с.1., г. Москва, 119992, Россия

*** ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»,
ул. Миклухо-Маклая, 6., г. Москва, 117198, Россия

Аннотация. Занятия спортом с раннего детского возраста полезны для гармоничного развития, укрепления нервной и иммунной систем организма, физического и психического здоровья, они приучают ребенка к дисциплине, формируют характер, развивают силу воли, умение ставить цели и достигать их, учат преодолевать препятствия и работать в команде. **Цель данного исследования** – определить, по какому принципу происходит выбор спортивной секции в младшем школьном возрасте. **Материалы и методы.** В 2023 году было проведено анкетирование 227 учеников 2-5-х классов одной из Московских общеобразовательных школ о дополнительном внеурочном посещении кружков и секций, в том числе спортивных. **Результаты исследования.** Показано, что 20,3 % детей посещают секции единоборств, причем секцию тхэквондо посещают большее количество учащихся, т.к. этот кружок присутствует в школе. На втором месте по распространенности среди детей-мальчиков – игровые виды спорта; и так же как в ситуации с тхэквондо, дети активнее всего занимаются футболом по причине наличия в школе кружка. 12,8 % детей занимаются плаванием, что связано с тем, что в пешей доступности от школы функционирует бассейн с секциями для детей. Сложно-координационными видами спорта и танцами дети занимаются вне школы в различных кружках вблизи школы и мест проживания, с чем связана меньшая задействованность в данных видах спорта. 30,8 % из опрошенных детей не посещают спортивные секции. **Заключение.** Основным принципом выбора спортивной секции в младшем школьном возрасте является наличие таковых непосредственно в школе. По дальности расположения от места проживания и школы предпочтение отдается спортивным кружкам и секциям, расположенным в пешей доступности.

Ключевые слова: младший школьный возраст, спортивные секции, секции в школе

PRINCIPLES OF SELECTION OF SPORTS SECTIONS AMONG PRIMARY SCHOOL STUDENTS

K.V. VYBORNAYA *, D.B. NIKITYUK **,***

* Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety,
Ustyinsky pr., 2/14s1, Moscow, 109240, Russia

** RUDN University, st. Miklukho-Maklaya 6, Moscow, 117198, Russia

*** I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, st. Rossolimo, 15/13 p.1., Moscow, 119992, Russia

Abstract. Sports activities from early childhood are useful for harmonious development, strengthening the nervous and immune systems of the body, physical and mental health, they teach a child discipline, shape character, develop willpower, the ability to set goals and achieve them, teach to overcome obstacles and work in a team. **The aim of the study** was to determine the principle by which a sports section is chosen at primary school age. **Materials and methods.** In 2023, a survey was conducted among 227 students in grades 2-5 of one of the Moscow comprehensive schools about additional extracurricular attendance of clubs and sections, including sports. **Results.** It is shown that 20.3 % of children attend martial arts sections, and a larger number of students attend the taekwondo section, since this club is present at school. Game sports are in second place in terms of prevalence among boy children; and just as in the situation with taekwondo, children are most actively involved in football due to the presence of a club at school. 12.8 % of children are involved in swimming, which is due to the fact that a swimming pool with sections for children is within walking distance from the school. Children engage in complex coordination sports and dances outside of school in various clubs near the school and places of residence, which is due to the lower involvement in these sports. 30.8 % of the surveyed children do not attend sports sections. **Conclusion.** The main principle for choosing a sports section at primary school age is

the availability of such directly at school. In terms of distance from the place of residence and school, preference is given to sports clubs and sections located within walking distance.

Key words: primary school age, sports sections, sections at school

Актуальность. В соответствии с распоряжение Правительства Российской Федерации об утверждении Концепции детско-юношеского спорта в Российской Федерации до 2030 года (от 28 декабря 2021 г. № 3894-р, с изменениями на 22 октября 2024 года), развитие детско-юношеского спорта (включая подготовку спортивного резерва), является одним из приоритетных направлений в достижении национальных целей развития Российской Федерации на период до 2030 года.

Занятия спортом с раннего детского возраста полезны для гармоничного развития, укрепления нервной и иммунной систем организма, физического и психического здоровья, профилактики как инфекционных, так и неинфекционных алиментарно-зависимых заболеваний. Дополнительно к этому занятия спортом приучают ребенка к дисциплине, формируют характер, развивают силу воли, умение ставить цели и достигать их, учат преодолевать препятствия и работать в команде. Важно помнить, что правильно подобраный вид спорта – залог успеха.

Цель исследования – определить, по какому принципу происходит выбор спортивной секции в младшем школьном возрасте.

Материалы и методы исследования. В 2023 году была проведена комплексная оценка уровня физического развития 227 учеников 2-5-х классов одной из Московских общеобразовательных школ – 126 мальчиков и 101 девочка. Дополнительно учащихся опрашивали о дополнительном внеурочном посещении кружков и секций, в том числе спортивных.

Результаты и их обсуждение. В табл. представлена занятость обследованных московских младших школьников в спортивных секциях.

Таблица

Занятость московских младших школьников в спортивных секциях

Группа спорта	Вид спорта	Мальчики	Девочки	Всего	Всего
		чел	чел	чел	%
Единоборства	Тхэквондо	14	8	22	20,3 %
	Каратэ	6	3	9	
	Самбо	5	-	5	
	Дзюдо	4	-	4	
	Джиу-джитсу	1	-	1	
	Кикбоксинг	1	-	1	
	Смешанные единоборства	1	-	1	
	Бокс	1	-	1	
	Борьба	1	-	1	
	Греплинг	1	-	1	
Игровые	Футбол	32	-	32	18,5 %
	Баскетбол	2	-	2	
	Волейбол	1	-	1	
	Хоккей	3	-	3	
	Теннис большой	1	3	4	

Продолжение таблицы

Циклические	Плавание	12	17	29	12,8 %
Сложно-координационные	Синхронное плавание	-	1	1	5,7 %
	Художественная гимнастика	-	4	4	
	Спортивная гимнастика	4	2	6	
	Фигурное катание	-	2	2	
Танцы	Современные танцы	1	10	11	10,1 %
	Балет	-	2	2	
	Бальные танцы	-	3	3	
	Черлидинг	-	3	3	
	Спортивные бальные танцы	1	1	2	
	Грузинские танцы	1	-	1	
	Хип-хоп	-	1	1	
Другое	Подготовка к ГТО	1	2	3	1,8 %
	Фитнес	-	1	1	
Нет		32	38	70	30,8 %
Всего обследовано		126	101	227	100 %

Показано, что 30,8 % детей не посещают спортивные секции, а занимаются музыкой и прикладными художественными направлениями, или не посещают дополнительных занятий вообще. 20,3 % детей посещают секции единоборств, причем секцию тхэквондо посещают большее количество учащихся, т.к. этот кружок присутствует в школе.

На втором месте по распространенности среди детей-мальчиков – игровые виды спорта; и так же как в ситуации с тхэквондо, дети активнее всего занимаются футболом по причине наличия в школе кружка. 12,8 % детей занимаются плаванием, что связано с тем, что в пешей доступности от школы функционирует бассейн с секциями для детей.

Сложно-координационными видами спорта и танцами дети занимаются вне школы в различных кружках вблизи школы и мест проживания, с чем связана меньшая задействованность в данных видах спорта.

Выводы. Основным принципом выбора спортивной секции в младшем школьном возрасте является наличие таковых непосредственно в школе; причем имеет значение и условия посещения секции (бюджетная или секция доп.образования на платной основе). По дальности расположения от места проживания и школы предпочтение отдается спортивным кружкам и секциям, расположенным в пешей доступности.

Девочки в основном занимаются феминными видами спорта, мальчики – в основном маскулинными. Плавание относится к виду спорта «унисекс», поэтому здесь распределение детей по гендеру практически одинаковое.

Рекомендации по результатам исследования. Рекомендуется в школе организовывать по 1-2 дополнительных спортивных кружка, как для мальчиков, так и для девочек; например «футбол+единоборства» для мальчиков и «танцы+единоборства» для девочек. В связи с тем, что не все родители имеют возможность отвозить детей на занятия в кружки далеко от дома, школам желательно обеспечивать наличие кружков и секций спортивной направленности на территории школьных комплексов. Рекомендуется также вести просветительскую работу среди родителей о пользе начала занятий спортом в младшем школьном возрасте.

Финансирование: Исследование выполнено в рамках темы гос. задания № FGMP-2025-0002 «Разработка и реализация инновационных антропонурициологических подходов для оптимизации уровня физического развития и спортивной работоспособности в детско-юношеском спорте»

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Васильева А.В. Популярность спортивных секций у школьников // Теория и практика современной науки. 2017; 11(29): 413-415.
2. Кошкина Н.А., Комарова А.С. К вопросу о важности организации спортивных секций в школе // Современные образовательные практики в студенческих исследованиях. Сборник материалов I Межрегиональной научно-практической конференции. 2023. № 1. P. 279-283. DOI: 10.24412/cl-37132-2023-1-279-283.
3. Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2021 N 3894-р Об утверждении Концепции развития детско-юношеского спорта в Российской Федерации до 2030 года и плана мероприятий по ее реализации https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_407364.
4. Товар-Гарсиа Э.Д. Занятия спортом и образовательные достижения в школе: российские данные // Вопросы образования. 2018. № 2. P. 46-70. DOI: 10.17323/1814-9545-2018-2-46-70.
5. Филиппов А.Ю., Филиппов Ю.В., Филиппова С.О. Исследование проблемы занятий младших школьников в спортивных секциях // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. №11(18). ч. 3. P. 33-35.

References

1. Vasilyeva AV. Populyarnost' sportivnyh sekcij u shkol'nikov [Popularity of sports sections among schoolchildren]. Teoriya i praktika sovremennoj nauki. 2017;11(29):413-415. Russian.
2. Koshkina NA, Komarova AS. K voprosu o vazhnosti organizacii sportivnyh sekcij v shkole [On the importance of organizing sports sections at school]. Sovremennye obrazovatel'nye praktiki v studencheskih issledovaniyah. Sbornik materialov I Mezhregional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2023;1:279-283. DOI: 10.24412/cl-37132-2023-1-279-283. Russian.
3. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 28.12.2021 N 3894-r Ob utverzhdenii Konceptcii razvitiya detsko-yunosheskogo sporta v Rossijskoj Federacii do 2030 goda i plana meropriyatij po ee realizacii [Order of the Government of the Russian Federation of 28.12.2021 N 3894-r On approval of the Concept for the development of children's and youth sports in the Russian Federation until 2030 and the action plan for its implementation] https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_407364/ Russian.
4. Tovar-Garcia ED. Zanyatiya sportom i obrazovatel'nye dostizheniya v shkole: rossijskie dannye [Sports and educational achievements at school: Russian data]. Voprosy obrazovaniya. 2018;2:46-70. DOI: 10.17323/1814-9545-2018-2-46-70. Russian.
5. Filippov AYU, Filippov YuV, Filippova SO. Issledovanie problemy zanyatij mladshih shkol'nikov v sportivnyh sekcijah [Research of the problem of classes of primary school students in sports sections]. Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2013;11(18), chast' 3:33-35. Russian.

Библиографическая ссылка:

Выборная К.В., Никитюк Д.Б. Принципы выбора спортивных секций среди учеников младшего школьного возраста // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 2-1. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/2-1.pdf> (дата обращения: 07.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-2-1. EDN SYUQRD*

Bibliographic reference:

Vybornaya KV, Nikityuk DB. Principy vybora sportivnyh sekcij sredi uchenikov mladshego shkol'nogo vozrasta [Principles of selection of sports sections among primary school students]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2025 [cited 2025 Jul 07];4 [about 4 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/2-1.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-2-1. EDN SYUQRD

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY

УДК:
572.51/57.017.645/616-
056

DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-2-2

EDN UGNJBX **



ДИНАМИКА МАССЫ ТЕЛА ОБСЛЕДУЕМЫХ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА СМОЛЕНСКОГО РЕГИОНА РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ

Е.В. САФОНЕНКОВА, Т.М. БРУК

*ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет спорта»,
проспект Гагарина, д. 23, г. Смоленск, 214018, Россия*

Аннотация. В настоящее время исследования массы тела приобретают особую актуальность в связи с тем, что не только в разных странах, но и регионах Российской Федерации отмечается разнонаправленная тенденция ее изменчивости. **Цель исследования:** выполнить сравнительную оценку массы тела обследованных детско-юношеского возраста г. Смоленска и установить особенности ее возрастной изменчивости; выявить зависимость выраженности массы тела от типа телосложения. **Материал и методы исследования.** В исследовании приняли участие 409 человек в возрасте 4-20 лет. Контингент был разделен согласно Международной возрастной периодизации 1965 года. Исследование длилось 10 лет (2010-2020 гг.). Методы исследования: соматометрия, метрическое соматотипирование по методу Р.Н. Дорохова. Достоверность различий определялась по t-критерию Стьюдента (t) при $p \leq 0,05$. Для проверки нормальности распределения выборки использовался критерий Шапиро-Уилка. **Результаты и их обсуждение.** В результате исследования у испытуемых в возрасте 4-20 лет выявлены периоды ускоренного и замедленного прироста массы тела. Сближение показателей массы тела у мальчиков и девочек отмечено в 10 лет, а их пересечение в 13-15,5 лет. Наиболее высокие темпы роста массы тела у мальчиков установлены в 5-9, 11-12, 14-17 лет, у девочек – в 5-10, 12-15 и 17 лет. Завершение роста массы тела у девочек приходится на 17 лет, мальчиков – на 18 лет. Достоверные различия ежегодной прибавки массы тела у мальчиков и юношей выявлены в 10-13, 14-16 и 17-20 лет ($p < 0,05-0,01$), у девочек и девушек – в 17-18 лет ($p < 0,05$), половые различия по массе тела выявлены в 12, 15 и 19 лет ($p \leq 0,05$). Установлена корреляционная связь между массой тела и длиной тела, а также его компонентами ($r = 0,435-0,833$). Распределение обследуемых детско-юношеского возраста по типам телосложения показало наличие достоверных различий в массе тела между его крайними и переходными вариантами ($p < 0,05-0,01$). Оценка количественного распределения массы тела показала тяготение к микросомии. У мальчиков и юношей микросомный тип составляет от 17,4 до 41,5 %, у девочек и девушек от 16,0 до 33,8 %. **Заключение.** Сравнительная оценка массы тела обследуемых детско-юношеского возраста показала наличие различий не только в темпах, но и сроках ее прибавки, варьирующей от 1 до 5 лет. Периоды увеличения темпов роста массы тела коррелируют с увеличением ее компонентного состава. Установлена тенденция к «грацилизации» современного поколения. Достоверные различия по массе тела у обследуемых детско-юношеского возраста разных типов телосложения указывают на необходимость применения тренерами и педагогами нагрузок различной интенсивности на занятиях по физической культуре и спорту, а распределение детей по группам с учетом типа телосложения позволит их индивидуализировать.

Ключевые слова: масса тела, соматический тип, интенсивность роста, мальчики, девочки, юноши, девушки, региональные различия.

BODY MASS DYNAMICS IN CHILDREN AND ADOLESCENTS OF DIFFERENT SOMATOTYPES IN THE SMOLENSK REGION

E.V. SAFONENKOVA, T.M. BRUK

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Smolensk State University of Sports”,
23 Gagarina Ave., Smolensk, 214018, Russia*

Abstract. Currently, studies on body mass are of particular relevance due to diverse trends in its variability observed not only across countries but also within different regions of the Russian Federation. **The purpose of the study** is to perform a comparative assessment of body mass in children and adolescents in the city of Smolensk, determine the features of its age-related variability, and identify the relationship between body mass intensity and somatotype. **Materials and Methods.** The study involved 409 individuals aged 4–20 years, divided according to the International Age Classification of 1965. The study lasted for 10 years (2010–2020). Research methods included somatometry and metric somatotyping according to the method of R.N. Dorokhov. Statistical significance was determined using Student’s t-test (t) at $p \leq 0.05$. The Shapiro–Wilk test was used to assess the normality of the distribution. **Results and Discussion.** The study revealed periods of accelerated and decelerated

body mass growth in subjects aged 4–20 years. Convergence of body mass indicators in boys and girls was observed at age 10, with crossover between 13 and 15.5 years. The highest body mass growth rates in boys were recorded at ages 5–9, 11–12, and 14–17 years; in girls at 5–10, 12–15, and 17 years. Body mass growth concluded at age 17 for girls and age 18 for boys. Significant differences in annual body mass gain were found in boys and adolescents at ages 10–13, 14–16, and 17–20 ($p < 0.05$ – 0.01), and in girls and young women at ages 17–18 ($p < 0.05$). Sex-based differences in body mass were observed at ages 12, 15, and 19 ($p \leq 0.05$). A correlation was established between body mass and body length as well as its components ($r = 0.435$ – 0.833). The distribution of children and adolescents by somatotype showed significant differences in body mass between extreme and transitional types ($p < 0.05$ – 0.01). The quantitative distribution assessment of body mass revealed a tendency toward microsomia. Among boys and adolescents, the microsomic type ranged from 17.4% to 41.5%, and among girls and young women from 16.0% to 33.8%. **Conclusion.** The comparative assessment of body mass in children and adolescents revealed differences not only in growth rates but also in the timing of weight gain, varying from 1 to 5 years. Periods of increased body mass growth rates correlated with increases in its component composition. A trend toward gracilization in the modern generation was identified. Statistically significant differences in body mass among individuals with different somatotypes indicate the necessity for coaches and educators to apply varying intensity of physical activity in physical education and sports. Grouping children according to somatotype will allow for greater individualization.

Keywords: body mass, somatic type, growth intensity, boys, girls, adolescents, regional differences.

Введение. Изучение возрастных изменений массы тела мальчиков и девочек на этапах роста и развития представляет большой интерес для современной антропологии, ауксологии и медицины. Она является достаточно лабильным показателем, зависящим от ряда эндогенных и экзогенных факторов, национальности и региона проживания. В настоящее время исследования массы тела приобретают особую актуальность в связи с тем, что не только в разных странах, но и регионах Российской Федерации отмечается разнонаправленная тенденция изменчивости морфологических параметров [4, 6]. В первом десятилетии XXI века в большинстве европейских стран отмечалась стабилизация длины тела, при резком увеличении параметров его массы. Процесс увеличения массы тела приобрел столь глобальный характер, что большинство исследователей говорят о «секулярном ожирении» [5]. Другая тенденция, проявляющаяся в некоторых странах мира, связана с наличием противоположных процессов. При стабилизации роста отмечается снижение весовых параметров, форма тела меняется в сторону «грацилизации» телосложения [5, 6]. Неоднозначные процессы выявлены в различных регионах Российской Федерации. Разнонаправленность имеющихся данных подчеркивает актуальность исследования в этом направлении.

Цель исследования – выполнить сравнительную оценку массы тела обследованных детско-юношеского возраста г. Смоленска и установить особенности ее возрастной изменчивости; выявить зависимость выраженности массы тела от типа телосложения.

Материалы и методы исследования. В исследовании продольно-поперечного типа приняло участие 409 человек 4–20 лет (212 мужчин, 197 женщин), которое проводилось на базе МБДОУ ДС № 7 г. Ярцево и ДС для детей с нарушением ОДА г. Смоленска (в группах здоровых детей), МБОУ ЯСОШ № 10 г. Ярцево, ФГБОУ ВО «СГУС» г. Смоленска в течение 10 лет (2010–2020 годы). Контингент разделен на группы согласно Международной возрастной периодизации 1965 года. Измерения проводились в медицинских кабинетах в первой половине дня в присутствии медицинского работника, в университете спорта – в лаборатории кафедры анатомии и биомеханики. В обследовании приняли участие дети первой и второй групп здоровья. Получено письменное согласие детей и их родителей.

Методы исследования: анализ и обобщение данных научно-исследовательской литературы; соматометрия (определение массы и длины тела); трехуровневая методика оценки типа телосложения [4].

В исследовании использовались весы *TANITA BC-601* (Япония) (в кг), антропометр Мартина (в см).

Методика оценки соматического типа, предложенная Р.Н. Дороховым (1985), ценна лёгкостью освоения, она не занимает много времени при обследовании [3]. Разработана специально для оценки соматического статуса обследуемых детско-юношеского возраста при многочисленных медицинских обследованиях, и отборе в спорте [3].

Для анализа и обработки данных применялись программы *Microsoft Office Excel 2007* и *SPSS Statistics*. Достоверность различий определяли по *t*-критерию Стьюдента (*t*), при уровне значимости $p \leq 0,05$. Полученные результаты проходили проверку на нормальность распределения выборки по критерию Шапиро-Уилка. Выполнена оценка корреляционных взаимосвязей по Пирсону, интерпретация результатов по шкале Чеддока [7].

Результаты и их обсуждение. Выполненный анализ результатов оценки массы тела более чем 50-летних наблюдений морфологов г. Смоленска показал, что в первый период детства наиболее высокую массу тела имели мальчики 1997 г.; в период второго детства – обследуемые 2010–2020 гг.; в подростковом возрасте – мальчики 1978 г.; в юношеском возрасте – обследуемые 2010–2020 гг.

Показатели массы тела у девочек в период первого детства практически не различались. Во втором периоде детства ее значения преобладали у обследуемых 1999 г. В подростковом возрасте различий в выраженности массы тела между девочками 1978 и 2010-2020 гг. не обнаружено. Начиная с юношеского возраста показатели массы тела были значительно выше у современных девушек (табл. 1).

Таблица 1

Масса тела обследуемых детско-юношеского возраста г. Смоленска за 50-тилетний период (в кг)

Возраст, годы	Чернова Г.П. (1963 г.)	Угненко В.К. (1969 г.)	Дорохов Р.Н. (1978 г.)	Дехнин В.Н. (1986 г.)	Новикова М.А. (1997 г.)	Сулимов А.А. (2000 г.)	Хорунжий А.Н. (2003 г.)	Дарданова Н.А. (2011 г.)	Сафонов Е.В. (2010-2020 гг.)	Дорохов Р.Н. (1978 г.)	Новикова М.А. (1997 г.)	Жарова О.Ю. (1999 г.)	Бубненко О.М. (2007 г.)	Дарданова Н.А. (2011 г.)	Сафонов Е.В. (2010-2020 гг.)
Обследуемые мужского пола						Обследуемые женского пола									
4			17,4		18,7			17,0	16,0	16,9	17,4			16,8	15,0
5			19,5		20,6			19,2	18,3	19,0	19,5		19,5	18,5	17,7
6			21,6		23,1			21,8	21,4	21,5	22,5		21,4	21,3	20,8
7			24,4					24,6	25,5	23,8	23,4	24,2	24,0	23,7	23,7
8			26,4					27,9	27,5	26,0		27,0	26,7	27,0	26,8
9			30,0						33,9	28,8		30,3	27,7		29,9
10			32,0						34,0	32,2		37,0	33,2		34,1
11			35,3			35,5			37,9	36,9		41,7			35,8
12			38,7			38,9			42,2	41,4		47,5			40,5
13			43,2			44,2			42,3	45,9					44,1
14	48,4	49,7	47,5	45,8			45,3		46,5	49,9					48,4
15	55,9	54,4	55,4	51,2			50,9		54,1	53,6					54,8
16	60,9	61,2	60,4	57,4			53,4		56,5	55,7					55,8
17	64,6	62,8	62,8	60,6			57,6		71,1	56,7					59,6
18	66,3	65,3	63,1	61,5			59,3		73,4	55,7					60,6
19			64,7						73,8						61,0
20									74,6						60,2

Проведенные нами исследования (2010-2020 гг.) показали, что у современных детей г. Смоленска в период второго детства (мальчики 7-12 лет – 25,5-42,2 кг, девочки – 8-10 лет – 26,8-34,1 кг) и юношеском возрасте (мальчики 14-20 лет – 46,5-74,6 кг, девочки 15-20 лет – 54,8-60,23 кг) выявлена тенденция к увеличению массы тела (МТ) по сравнению с данными прошлых лет (табл. 1). В период первого детства (мальчики 4-6 лет – 16,0-21,4 кг, девочки 4-7 лет – 15,0-23,7 кг) и подростковом возрасте (мальчики 13 лет – 42,3 кг, девочки 11-14 лет – 35,8-48,4 кг) у мальчиков и девочек установлены низкие ее значения. Согласно исследованиям О.Ю. Шиловой и др. в последние десятилетия выявлена тенденция к «грациализации» современного поколения [1, 8].

У обследуемых детско-юношеского возраста г. Смоленска выявлены периоды как ускоренного, так и замедленного прироста массы тела. У мальчиков и девочек в 10 лет происходит сближение ростовых кривых, а их пересечение в возрасте 13-15,5 лет, в эти периоды абсолютные значения массы тела мальчиков и девочек уравнивались (МТмальч = 34,0 кг, МТдев = 34,1 кг) или преобладали у девочек (МТдев = 44,1-54,6 кг, МТмальч = 42,3-54,1 кг). Достоверные различия абсолютных величин массы тела между обследуемыми мужского и женского пола установлены в возрасте 9-ти ($p \leq 0,05$) и 17-20 лет ($p \leq 0,01$), т.е. в периоды снижения темпов роста массы тела.

Общее увеличение массы тела от 4 до 20 лет у юношей составило 58,6 кг, девушек – 45,2 кг, среднегодовой прирост равен 2,8-3,7 кг. Скорость роста массы тела преобладала у девочек и девушек на всем изучаемом отрезке онтогенеза. Затухание процессов роста массы тела у девушек отмечено к 17 годам, у юношей – к 18 годам.

Показатели интенсивности роста массы тела у обследуемых детско-юношеского возраста г. Смоленска имели неравномерное увеличение, с возрастом они снижались у обоего пола. Наибольшие темпы

роста у мальчиков установлены в 4-9 (7,7-20,8 %), 11-12 (10,7-10,8 %), 14-17 (9,5-22,9 %) лет, у девочек – в 4-10 (11,1-16,4 %), 12-15 (8,5-12,4 %) и 17 (6,6 %) лет. Достоверные различия в показателях ежегодного прироста массы тела у мальчиков и юношей выявлены в 10-13, 14-16 и 17-20 лет ($p \leq 0,05-0,01$), у девочек и девушек – только в 17-18 лет ($p \leq 0,05$). Значимые различия в приросте массы тела у обследуемых разного пола выявлены в возрасте 12, 15 и 19 лет, что свидетельствует о неодновременности вступления в фазы созревания мальчиков и девочек ($p \leq 0,05$). Полученные результаты совпадают с данными Р.Н. Дорохова и В.П. Губы о том, что подростковый возраст является периодом наиболее активного вытяжения мальчиков [2; 3].

Величина коэффициента вариации достигала максимума к 8-10 и 11-13 годам у девочек ($V = 17,6\%$ и $16,1\%$), к 9-11 и 14-15 годам у мальчиков ($V = 18,6\%$ и $15,9\%$) и совпадала с наступлением сенситивных периодов.

У мальчиков и юношей 4-20 лет установлено наличие корреляционной взаимосвязи массы тела с компонентным составом тела: жировой массой в 4-5, 9-13, 17-20 лет ($r = 0,530-0,534$; $r = 0,0,595-0,833$; $r = 0,589-0,731$), мышечной массой в 8-13, 15-20 лет ($r = 0,583-0,774$; $r = 0,564-0,713$), костной массой в 8-11, 13 и 16 лет ($r = 0,541-0,587$; $r = 0,520$; $r = 0,522$); у девочек и девушек: жировой массой в 4-5, 7-8, 11-16 и 20 лет ($r = 0,629-0,705$; $r = 0,592-0,706$; $r = 0,506-0,760$; $r = 0,538$), мышечной массой в 4, 7-20 лет ($r = 0,574$; $r = 0,502-0,819$), костной массой в 14-16 лет ($r = 0,435-0,474$). Увеличение корреляционной взаимосвязи массы тела и его компонентов наблюдалось в периоды интенсификации их роста. Представленные результаты указывают на неодновременное созревание различных систем организма на этапах индивидуального развития. Согласно корреляционному анализу, увеличение рассеивания массы тела в подростковом возрасте связано с разными сроками вступления детей с период полового созревания.

Распределение обследуемых детско-юношеского возраста с учетом типа телосложения показало наличие достоверных различий в массе тела между крайними (МаС и МиС) и переходными (МиМеС и МеМаС) его вариантами ($p \leq 0,01$). Значимые различия массы тела установлены так же между соседними МиМеС, МеС и МеМаС соматическими типами в отдельные возрастные периоды ($p \leq 0,05-0,01$).

Наибольшую величину массы тела имели обследуемые *макросомного типа* (МаС): мальчики и юноши – 18,5-87,6 кг, девочки и девушки – 17,5-69,5 кг; наименьшую – *микросомного* (МиС) типа: мальчики и юноши – 13,2-62,5 кг, девочки и девушки – 12,8-52,0 кг. Средние показатели массы тела установлены у обследуемых *мезосомного* (МеС) типа: у мальчиков и юношей – 15,8-74,7 кг, у девочек и девушек – 14,9-60,1 кг. Пересечения ростовых кривых обследуемых разных типов телосложения не наблюдалось.

Количественное распределение мальчиков и юношей 4-20 лет по соматическим типам было следующим: к МаС типу относилось от 5,8 до 21,5 % обследуемых, МеМаС типу – 15,9-27,7 %, МеС типу – 10,8-33,3 %, МиМеС типу – 17,4-41,5 %, МиС типу – 3,1-23,2 %. Соотношение девочек и девушек 4-20 лет после распределения по типам телосложения несколько отличалось. К МаС типу относилось 8,2-19,7 %, МеМаС типу – 11,1-29,2 %, МеС типу – 16,3-32,9 %, МиМеС типу – 16,0-33,8 %, МиС типу – 5,9-25,6 %.

Среднегодовой прирост массы тела у мальчиков и юношей 4-20 лет МиС типа составил 3,1 кг, МеС – 3,7 кг, МаС – 4,3 кг в год; у девочек и девушек МиС типа – 2,5 кг, МеС – 2,8 кг, МаС – 3,3 кг в год соответственно.

Заключение. Сравнительная полувековая оценка массы тела обследуемых детско-юношеского возраста показала наличие рассогласованности не только в темпах и сроках ее прироста, но и длительности, варьирующей в пределах от 1 до 5 лет. Проведенные нами исследования показали, что периоды увеличения темпов роста массы тела корреляционно связаны с увеличением его компонентного состава. Более выраженную взаимосвязь массы тела с мышечным компонентом на этапах онтогенеза имели девочки и девушки, с жировым компонентом – обследуемые обоего пола.

Согласно соматотипологическому распределению выявлено, что большая доля обследуемых мальчиков и юношей по массе тела относилась к микромезосомному типу, среди девочек и девушек преобладало количество обследуемых мезосомного и микромезосомного типов. Это говорит о наличии тенденции в «грацилизации» современного поколения. Достоверные различия в показателях массы тела обследуемых детско-юношеского возраста разных типов телосложения свидетельствует о необходимости тренерам и преподавателям на занятиях физической культурой и спортом применять нагрузки разной интенсивности, а распределение детей на группы с учетом типа телосложения позволит их индивидуализировать.

Литература

1. Анисимова А.В., Руднев С.Г., Година Е.З., Николаев Д.В., Черных С.П. Состав тела московских детей и подростков: оценка репрезентативности данных биоимпедансного обследования в центрах здоровья // Лечение и профилактика. 2014. № 1(9). С. 24-29.
2. Губа В.П., Чернова В.Н. Спортивная морфология. Москва: «Советский спорт», 2020. 352 с.
3. Дорохов Р.Н. Ретроспективный обзор исследовательских методик кафедры анатомии и

биомеханики // Дети, спорт, здоровье: межрегиональный сборник научных трудов по проблемам интегративной и спортивной антропологии, посвященный памяти доктора медицинских наук, профессора Р.Н. Дорохова. Смоленск: СГАФКСТ, 2019. С. 10-16.

4. Кузьмичев Ю.Г., Богомолова Е.С., Калюжный Е.А., Шапошникова М.В., Бадеева Т.В., Киселева А.С., Михайлова С.В., Ашина М.В., Жулин Н.В., Болгачева Е.А. Информативность региональных и международных стандартов оценки длины и массы тела детей и подростков // Медицинский альманах. 2015. № 2 (37). С. 83-86.

5. Мельник В.А. Возрастные закономерности изменения массы тела и подкожного жира у школьников различных соматотипов // Вестник московского университета: Антропология. 2018. №1. С. 59-64.

6. Минакова О.В., Жданова О.А., Настяшева Т.Л. Современные изменения региональных справочных показателей длины и массы тела детей и подростков Воронежской области // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2017. №16(1). С. 110-118.

7. Строева И.В. Статистические методы обработки результатов педагогических исследований. Смоленск, 2021. С. 164.

8. Шилова О.Ю. Современные тенденции физического развития в юношеском периоде онтогенеза (обзор) // Экология человека. 2011. № 04. С. 29-36.

References

1. Anisimova AV, Rudnev SG, Godina EZ, Nikolaev DV, Chernykh SP. Sostav tela moskovskikh detey i podrostkov: otsenka reprezentativnosti dannykh bioimpedansnogo obsledovaniya v tsentrakh zdorov'ya [Body composition of Moscow children and adolescents: evaluation of representativeness of bioimpedance examination data in health centers]. Treatment and prevention. 2014;1(9):24-29. Russian.

2. Guba VP, Chernova VN. Sportivnaya morfologiya [Sport morphology]. Moscow, «Sovetskiy sport». 2020:352. Russian.

3. Dorokhov RN. Retrospektivnyy obzor issledovatel'skikh metodik kafedry anatomii i biomekhaniki [Retrospective review of research methods of department of anatomy and biomechanics]. Deti, sport, zdorov'e [Children, sport, health]. Interregional collection of scientific papers on problems of integrative and sport anthropology, dedicated to the memory of doctor of medical sciences, Professor R.N. Dorokhov. Smolensk: SGAFKST. 2019:10-16. Russian.

4. Kuz'michev YuG, Bogomolova ES, Kalyuzhnyy EA, Shaposhnikova MV, Badeeva TV, Kiseleva AS, Mikhaylova SV, Ashina MV, Zhulin NV, Boltacheva EA. Informativnost' regional'nykh i mezhdunarodnykh standartov otsenki dliny i massy tela detey i podrostkov [The informativeness of regional and international standards for the assessment of body length and weight of children and adolescents]. Medical Almanac. 2015;2(37):83-86. Russian.

5. Mel'nik VA. Vozrastnye zakonomernosti izmeneniya massy tela i podkozhnogo zhirootlozheniya u shkol'nikov razlichnykh somatotipov [Age patterns of changes in body weight and subcutaneous fat deposition in schoolchildren of different somatotypes]. Bulletin of Moscow University: Anthropology. 2018;1:59-64. Russian.

6. Minakova OV, Zhdanova OA, Nastyasheva TL. Sovremennye izmeneniya regional'nykh spravochnykh pokazateley dliny i massy tela detey i podrostkov Voronezhskoy oblasti [Modern changes in regional reference indicators of body length and weight of children and adolescents in Voronezh region]. System analysis and management in biomedical systems. 2017;16(1):110-118. Russian.

7. Stroeve IV. Statisticheskie metody obrabotki rezul'tatov pedagogicheskikh issledovaniy [Statistical methods for processing the results of pedagogical research]. Smolensk, 2021:164. Russian.

8. Shilova OYu. Sovremennye tendentsii fizicheskogo razvitiya v yunosheskom periode ontogeneza (obzor) [Modern trends in physical development in the adolescent period of ontogenesis (review)]. Human Ecology. 2011;04:29-36. Russian.

Библиографическая ссылка:

Сафоненкова Е.В., Брук Т.М. Динамика массы тела обследуемых детско-юношеского возраста Смоленского региона различных типов телосложения // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 2-2. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/2-2.pdf> (дата обращения: 15.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-2-2. EDN UGNJBX*

Bibliographic reference:

Safonenkova EV, Bruk TM. Dinamika massy tela obsleduemym detsko-yunosheskogo vozrasta Smolenskogo regiona razlichnykh tipov teloslozheniya [Body mass dynamics in children and adolescents of different somatotypes in the Smolensk region]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2025 [cited 2025 Jul 15];4 [about 5 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/2-2.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-2-2. EDN UGNJBX

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после выгрузки полной версии журнала в eLIBRARY



АНАЛИЗ ЗНАЧИМОСТИ ФАКТОРОВ РИСКА И ПУТЕЙ
ПРОФИЛАКТИКИ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПАТОЛОГИИ КРОВИ И КРОВЕТВОРНЫХ
ОРГАНОВ У ПОДРОСТКОВ ДОНБАССА

Д.О. ЛАСТКОВ, В.В. ОСТРЕНКО, М.И. ЕЖЕЛЕВА

ФГБОУ ВО ДОНГМУ МИНЗДРАВА РОССИИ, пр. Ильича д. 16, г. Донецк, 283003, Россия

Аннотация. Актуальность. Цель работы состояла в анализе значимости установленных факторов риска патологии крови и кроветворных органов среди подростков техногенного региона, в т.ч. в условиях последствий военного и эпидемического дистресса, и путей профилактики неблагоприятных эффектов. Последствия стресс-индуцированных состояний усугубили неблагоприятное действие тяжелых металлов и обусловили рост данной патологии. Даны рекомендации по превентивному питанию, в частности, индивидуальной пектинопрофилактике. **Материалы и методы исследования.** В качестве объекта окружающей среды нами была выбрана почва, а в роли индикатора загрязнения – концентрация 12 тяжелых металлов и металлоидов, период полувыведения которых из почвы существенно варьируется и составляет от 70 лет (Zn) до 5900 лет (Pb). Дополнительно был проведен анализ содержания тяжелых металлов в биомаркерах – волосах подростков. Проведен анализ распространенности и заболеваемости болезнями крови и кроветворных органов среди подростков с учетом гендерных различий по группам районов с учетом степени загрязнения почвы, их вовлеченности в локальный военный конфликт и локализации, в сравнении со среднегородскими показателями в течение пяти временных периодов. **Результаты и их обсуждение.** При сравнении групп районов наибольшие показатели патологии наблюдались в группах загрязненных районов: окраинных, как не пострадавших, загрязненных районов: как не пострадавших с периферии, так и пострадавших из центра города. Следует отметить противоположные тенденции в близлежащих районах в пределах каждой группы. Гендерные различия характеризуются достоверным преобладанием показателей у девушек (обусловленных анемиями). Отмечена сильная достоверная связь распространенности патологии с концентрацией в почве стронция, фосфора и свинца. Выявлены четкие значимые корреляции заболеваемости патологией с содержанием меди и фосфора. Выявленные зависимости подтверждаются исследованиями содержания тяжелых металлов в биомаркерах подростков. **Заключение.** Для подростков, являющихся трудовыми резервами техногенного региона, рекомендовано превентивное питание. Особое внимание стоит уделить индивидуальной пектинопрофилактике. Антидотные свойства пищевых веществ позволяют ограничить всасывание токсинов в пищеварительном тракте, ускорить процессы их выведения и увеличить адаптивные возможности организма.

Ключевые слова: болезни крови и кроветворных органов; подростки; факторы риска; тяжелые металлы; превентивное питание

ANALYSIS OF RISK FACTOR SIGNIFICANCE AND PREVENTIVE MEASURES USING THE
EXAMPLE OF BLOOD AND HEMATOPOIETIC DISORDERS IN ADOLESCENTS IN DONBASS

D.O. LASTKOV, V.V. OSTRENKO, M.I. EZHELEVA

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Donetsk National Medical University of the Ministry of Health of Russia”, 16 Illich Ave., Donetsk, 283003, Russia

Abstract. Relevance. The purpose of the study was to analyze the significance of identified risk factors for blood and hematopoietic disorders among adolescents in a technogenic region, including under the conditions of military and epidemic distress, and to determine ways to prevent adverse effects. The consequences of stress-induced conditions have exacerbated the harmful impact of heavy metals and contributed to the increase in such pathologies. Recommendations are provided for preventive nutrition, particularly individual pectin-based prophylaxis. **Materials and Methods.** Soil was selected as the environmental object, and the concentration of 12 heavy metals and metalloids was used as a pollution indicator, with soil half-lives ranging from 70 years (Zn) to 5900 years (Pb). An additional analysis was conducted on the content of heavy metals in adolescent hair samples as biomarkers. The prevalence and incidence of blood and hematopoietic organ diseases among adolescents were analyzed with respect to gender differences across district groups, taking into account soil contamination levels, involvement in local armed conflict, and location, and compared with average citywide indicators across five time periods. **Results and Discussion.** Comparison of district groups showed the highest pathology rates in polluted districts, including both unaffected peripheral and affected central areas. Opposing trends were observed in

adjacent districts within each group. Gender differences showed a statistically significant predominance in girls, primarily due to anemia. A strong and statistically significant association was found between disease prevalence and soil concentrations of strontium, phosphorus, and lead. Significant correlations were also observed between disease incidence and copper and phosphorus levels. These findings were supported by the analysis of heavy metals in adolescent biomarkers. **Conclusion.** For adolescents, who represent the labor reserve of the technogenic region, preventive nutrition is recommended. Special attention should be given to individual pectin-based prophylaxis. The antidotal properties of dietary substances can reduce toxin absorption in the gastrointestinal tract, accelerate their elimination, and enhance the body's adaptive capabilities.

Keywords: blood and hematopoietic diseases; adolescents; risk factors; heavy metals; preventive nutrition.

Введение. В ранее выполненных исследованиях [4, 5] была дана гигиеническая оценка воздействия металлов и металлоидов, на общую и первичную заболеваемость болезнями крови и кроветворных органов у подростков Донбасса, включая влияние последствий стресс-индуцированных состояний.

Цель работы состоит в анализе значимости установленных факторов риска патологии крови и кроветворных органов среди подростков, в т.ч. в условиях последствий военного и эпидемического дистресса, и путей профилактики неблагоприятных эффектов.

Материал и методы исследования. На основе ранее апробированной методики [3] были выполнены расчет и сравнительный анализ уровней общей и первичной заболеваемости болезнями крови и кроветворных органов среди подростков с учетом гендерных различий по группам районов в сравнении со среднегородскими показателями в течение пяти временных периодов: довоенного (I: 2012-2013 гг.), переходного военного – начала боевых действий (II: 2014-2016 гг.), стабильного военного (III: 2017-2019 гг.), пандемии (IV: 2020-2021 гг.) и СВО (V: 2022-2023 гг.). Группы районов формировались с учетом степени загрязнения почвы, вовлеченности в локальный военный конфликт и локализации, что позволило снизить влияние межрайонной миграции: 1: контрольный («чистый») не пострадавший от боевых действий район В. из центра города, 2: загрязненные не пострадавшие районы Б. и Пр. с периферии; 3: загрязненные пострадавшие районы Ка., Ки. и Л. из центра города; 4: загрязненные окраинные в зоне военного конфликта на периферии районы Кир., Ку. и П.; 5: средние показатели по городу. Для расчета интенсивных показателей использовались официальные учетно-статистические формы (форма № 12), а также данные о среднегодовой численности различных групп подростков, которые обслуживались учреждениями здравоохранения по районам. Проведено изучение изменений доли подростков в структуре населения города по каждому из временных интервалов.

В качестве исследуемого компонента окружающей среды нами была выбрана почва города Донецка, а в роли индикатора загрязнения рассматривалась концентрация 12 *тяжелых металлов и металлоидов* (ТМ), для которых характерен длительный период полувыведения из почвы — от нескольких десятков до тысяч лет [2]. Дополнительно проводился анализ содержания ТМ в биомаркерах — волосах подростков.

Статистический анализ осуществлялся с применением стандартных методов с использованием лицензионного программного комплекса *MedStat*. Различия между уровнями довоенного и военных периодов, гендерными группами подростков, группами городских районов, долей подростков с превышением содержания ТМ в биомаркере оценивались методом множественных сравнений Шеффе. Дополнительно были рассчитаны коэффициенты корреляции (при значимости $p < 0,05$) между максимальной кратностью превышения концентрации химических веществ в почве каждого района и показателями общей и первичной заболеваемости изучаемой патологией среди подросткового населения.

Результаты и их обсуждение. К сожалению, отсутствует возможность корректного сравнения полученных данных с результатами исследований педиатров, поскольку последние пользуются Международной биологической возрастной периодизацией роста и развития детей и подростков, в которой подростковый возраст включает 13-16 лет у мальчиков и 12-15 лет у девочек. В гигиенических же работах при изучении и оценке заболеваемости и распространенности болезней по форме № 12 к подросткам относят возрастную группу 15-17 лет без гендерных различий.

С началом локального военного конфликта численность городских подростков начала уменьшаться, при этом доля подростков (%) в структуре населения г. Донецка в I и II периодах (соответственно, $4,2 \pm 0,06$ и $3,4 \pm 0,2$) значимо ($p < 0,05-0,01$) превышала показатели в последующие III-V периоды (соответственно, $2,2 \pm 0,2$; $2,3 \pm 0,05$ и $2,5 \pm 0,2$). Достоверных межрайонных различий в динамике процесса не выявлено.

При сравнении групп районов (табл.1,2) наибольшие показатели патологии наблюдались в группах загрязненных, не пострадавших районов (Б. и Пр.) с периферии и загрязненных пострадавших районов (Ка., Ки. и Л.) из центра города. Следует отметить противоположные тенденции в близлежащих районах в пределах каждой группы.

Общая заболеваемость болезнями крови и кроветворных органов среди подростков г. Донецка
 (% ∞) по периодам, $M \pm m$

Группа районов	Период	Подростки – 1	Юноши – 2	Девушки – 3
В. – не пострадавший контрольный, из центра города	I	58,5 \pm 3,5	17,0 \pm 3,0	76,0 \pm 3,0 ^{**2}
	II	100,8 \pm 25,3	33,2 \pm 11,0	152,0 \pm 41,7
	III	103,3 \pm 33,3	80,0 \pm 20,0	116,7 \pm 44,1
	IV	77,4 \pm 15,3	28,1 \pm 0,2 ^{**V}	128,0 \pm 29,9 ^{*2}
	V	65,0 \pm 5,0	10,0 \pm 0	175,0 \pm 45,0 ^{**2}
Б. + Пр. – загрязн., не пострадавшие с периферии	I	123,8 \pm 56,7	79,5 \pm 37,9	165,0 \pm 77,0
	II	166,3 \pm 31,4 ^{**Кир}	83,9 \pm 17,2	244,7 \pm 47,5
	III	233,3 \pm 61,5 ^{*Кир}	86,7 \pm 26,0	391,7 \pm 97,0 ^{**Кир}
	IV	226,6 \pm 74,6	52,2 \pm 19,5	407,5 \pm 131,6
	V	180,0 \pm 59,0	34,8 \pm 14,6	327,5 \pm 105,0
Ка.+Ки.+Л. – загрязн., пострадавшие из центра	I	109,8 \pm 20,3	98,5 \pm 25,6	121,8 \pm 18,9
	II	132,1 \pm 31,3	111,5 \pm 28,0	150,9 \pm 34,6
	III	191,1 \pm 54,7	156,7 \pm 42,9	205,6 \pm 64,1
	IV	138,0 \pm 65,7	110,6 \pm 54,6	164,0 \pm 75,6
	V	175,0 \pm 68,5	146,7 \pm 70,4	205,0 \pm 68,1
Кир.+Ку.+П. – загрязн. из зоны военного конфликта на периферии	I	57,2 \pm 14,9	45,0 \pm 8,2	71,2 \pm 24,8
	II	52,3 \pm 4,8	46,0 \pm 8,1	58,8 \pm 5,9
	III	49,3 \pm 5,3	33,9 \pm 6,8	62,6 \pm 8,8
	IV	44,9 \pm 6,2	28,8 \pm 10,0	67,5 \pm 16,7
	V	49,0 \pm 13,4	28,3 \pm 12,7	76,0 \pm 21,3
Среднегородские	I	83,5 \pm 6,5	64,0 \pm 7,0 ^{*B}	100,0 \pm 6,0 ^{*2}
	II	104,8 \pm 3,5 ^{**Кир*1}	74,6 \pm 2,0 ^{*B}	131,5 \pm 8,1 ^{**Кир,2}
	III	133,3 \pm 8,8 ^{**Кир*1}	90,0 \pm 5,8 ^{**Кир*IV}	183,3 \pm 8,8 ^{**Кир,2,1*II}
	IV	117,1 \pm 0,7 ^{**Кир,1}	60,0 \pm 0 ^{**B}	176,1 \pm 1,5 ^{**Кир,2,1*II}
	V	125,0 \pm 15,0 ^{*Кир**1}	70,0 \pm 10,0 ^{*B}	185,0 \pm 25,0 ^{*Кир,2}

Примечание: различия достоверны – * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

В то же время среднегородские уровни значительно превышают таковые в группе районов (Кир., Ку. и П.). У подростков показатели общей заболеваемости во все военные периоды значительно превышают доменные, у девушек показатели III-IV периодов достоверно больше, чем в I-II. Гендерные различия характеризуются достоверным преобладанием показателей у девушек (обусловленных анемиями): в среднем по городу – во все периоды по распространенности и в II-IV периоды по первичной заболеваемости.

Отсутствие связей уровней заболеваемости с содержанием ТМ в почве отдельных районов во все военные периоды, на наш взгляд, обусловлено фактором миграции населения вследствие военного и эпидемического дистресса. Поэтому корреляционный анализ также проведен по группам районов, что позволило снизить вариабельность показателей за счет нивелирования межрайонной миграции в пределах каждой группы. Отмечена сильная достоверная связь общей заболеваемости распространенности патологии с концентрацией в почве стронция, фосфора и свинца. Выявлены четкие значимые корреляции первичной заболеваемости с содержанием меди и фосфора, а, помимо этого, определялась слабая связь с концентрацией стронция и свинца у подростков в последнем периоде.

Выявленные зависимости подтверждаются исследованиями содержания ТМ в биомаркерах подростков. В предыдущих исследованиях были рассмотрены различия между самым загрязненным районом Б., контрольным районом В. и районами из зоны военного конфликта: К. и П. [4]. Аналогичный сопоставительный анализ проведен нами в отношении доли подростков из всех центральных и окраинных районов в сравнении со среднегородскими показателями. Отмечена тенденция к большему проценту подростков с повышенной концентрацией ТМ в окраинных районах по 7 из 9 показателей (достоверно по стронцию, $p < 0,05$).

Первичная заболеваемость болезнями крови и кроветворных органов среди подростков г. Донецка (‰) по периодам, $M \pm t$

Группа районов	Период	Подростки – 1	Юноши – 2	Девушки – 3
В. – не пострадавший контрольный, из центра города	I	15,3 ± 2,2	3,0 ± 0	22,4 ± 3,5 ^{**2}
	II	34,1 ± 12,1	13,9 ± 8,1	49,1 ± 20,5
	III	26,5 ± 6,4	26,6 ± 12,2	27,9 ± 10,6
	IV	38,7 ± 14,8	8,2 ± 1,2	69,8 ± 30,6
	V	19,0 ± 2,5	0	38,3 ± 4,7 ^{**2}
Б. + Пр. – загрязн., не пострадавшие с периферии	I	36,1 ± 25,5	29,2 ± 22,6	43,6 ± 29,0
	II	51,3 ± 18,4	11,4 ± 3,3	87,1 ± 36,6
	III	84,2 ± 29,6	18,1 ± 4,9	147,1 ± 55,1 ^{*Кир}
	IV	89,0 ± 47,3	83,3 ± 79,9	168,1 ± 88,9
	V	62,3 ± 36,0	4,7 ± 4,7	122,5 ± 71,1
Ка.+Ки.+Л. – загрязн., пострадавшие из центра	I	21,6 ± 6,8	22,4 ± 5,7	21,3 ± 11,4
	II	42,8 ± 10,7	35,6 ± 9,6	49,2 ± 12,4
	III	72,6 ± 19,8 ^{**Кир}	64,8 ± 18,3 ^{*Кир}	78,9 ± 23,4
	IV	41,5 ± 20,1	43,7 ± 23,8	37,1 ± 15,9
	V	59,4 ± 28,7	45,4 ± 27,0	74,9 ± 32,2
Кир.+Ку.+П. – загрязн. из зоны военного конфликта на периферии	I	18,6 ± 4,3	18,8 ± 7,5	18,5 ± 5,7
	II	23,1 ± 4,6	20,6 ± 5,4	26,5 ± 4,7
	III	7,7 ± 1,6	6,3 ± 1,9	9,0 ± 2,3
	IV	9,9 ± 4,3	6,7 ± 4,1	11,5 ± 6,2
	V	19,0 ± 12,5	15,3 ± 10,2	22,8 ± 15,2
Среднегородские	I	21,0 ± 7,0	17,5 ± 5,5	24,0 ± 9,0
	II	36,8 ± 4,9	22,2 ± 6,0	47,8 ± 6,2
	III	44,7 ± 2,9 ^{**Кир}	28,0 ± 2,0 ^{**Кир}	60,0 ± 5,8 ^{**Кир,2}
	IV	39,7 ± 0,3 ^{**Кир}	20,8 ± 2,9 ^{*Кир}	59,4 ± 2,6 ^{**Кир,2}
	V	43,8 ± 15,0	22,0 ± 11,3	67,0 ± 19,2

Примечание: различия достоверны – * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

Для снижения вариабельности показателей, нивелирования межрайонной миграции и поиска значимых различий выполнен сравнительный анализ данных по группам всех 9 районов города (табл. 3). По комбинациям токсичных ТМ, а также по кадмию и барию доля подростков с превышением содержания ТМ в биомаркере была достоверно больше в группах «2» (загрязненные, окраинные, не пострадавшие) и «3» (загрязненные, центральные, пострадавшие) районов по сравнению с контрольным районом, а по комбинациям – и с 4-й группой районов (загрязненные, окраинные, в дальнейшем – из зоны военного конфликта). По свинцу, ртути, комбинациям потенциально токсичных ТМ, в т.ч. стронцию, максимальный процент подростков с превышением содержания ТМ в биомаркере наблюдался во 2-й и 4-й группах районов (значимо по комбинациям – с контрольной группой, по стронцию – с 3-й группой).

Численность обследованных и доля лиц с превышением допустимого содержания тяжелых металлов в волосах среди обследованного подросткового населения в группах районов г. Донецка

Тяжелые металлы	Группы районов, <i>n</i> обследованных % лиц, <i>M</i> ± <i>m</i>			
	1-В. – не пострадавший контрольный, из центра города, <i>n</i> =36	2 – Б. + Пр. – загрязн., не пострадавшие с периферии, <i>n</i> = 57	3– Ка.+Ки.+Л. – загрязн., пострадавшие из центра, <i>n</i> = 72	4– Кир.+Ку.+П. – загрязн. из зоны военного конфликта на периферии, <i>n</i> = 84
Токсичные (комбинации), в т.ч.	$\frac{8}{22,2 \pm 6,9}$	$\frac{37}{63,1 \pm 15,1}$	$\frac{47}{65,7 \pm 3,9}^{*1,4}$	$\frac{35}{42,2 \pm 5,2}$
- кадмий	$\frac{5}{13,9 \pm 5,8}$	$\frac{20}{34,3 \pm 6,3}$	$\frac{35}{49,4 \pm 6,5}^{*1}$	$\frac{21}{25,7 \pm 6,4}$
- барий	$\frac{4}{11,1 \pm 5,2}$	$\frac{18}{31,2 \pm 3,2}^{*1}$	$\frac{23}{32,5 \pm 6,2}$	$\frac{23}{27,9 \pm 4,5}$
- свинец	$\frac{3}{8,3 \pm 4,6}$	$\frac{11}{18,1 \pm 10,1}$	$\frac{11}{16,1 \pm 6,8}$	$\frac{15}{17,4 \pm 4,3}$
- ртуть	$\frac{1}{2,8 \pm 2,7}$	$\frac{6}{9,8 \pm 5,8}$	$\frac{2}{3,0 \pm 3,0}$	$\frac{7}{8,1 \pm 2,7}$
- алюминий	$\frac{7}{19,4 \pm 6,6}$	$\frac{7}{11,0 \pm 11,0}$	$\frac{8}{11,3 \pm 3,1}$	$\frac{13}{15,2 \pm 3,8}$
Потенциально токсичные (комбинации), в т.ч.	$\frac{8}{22,2 \pm 6,9}$	$\frac{29}{51,9 \pm 8,1}^{*1}$	$\frac{25}{33,7 \pm 7,5}$	$\frac{40}{47,4 \pm 3,4}^{*1}$
- стронций	$\frac{7}{19,4 \pm 6,6}$	$\frac{19}{32,8 \pm 4,8}$	$\frac{6}{7,6 \pm 5,6}$	$\frac{31}{36,2 \pm 7,3}^{*3}$
- мышьяк	$\frac{2}{5,6 \pm 3,8}$	$\frac{5}{7,8 \pm 7,8}$	$\frac{1}{1,5 \pm 1,5}$	$\frac{4}{4,5 \pm 2,8}$

Примечание: групповые различия достоверны: * – $p < 0,05$

Следующим этапом исследований планируется анализ заболеваемости анемиями, которые определяют структуру болезней крови и кроветворных органов у подростков. Так, по распространенности анемии составляют до 87,8 % болезней крови у подростков (до 82,6 % у юношей и 90,5 % у девушек с максимумом в довоенный период и минимумом в V период), по заболеваемости эти показатели равны до 97,3 % (до 95,5 % у юношей и 98,6 % у девушек с максимумом в I и IV периоды) [8, 9]. Очевидно, ТМ не только оказывают токсический эффект на растущий организм, но и препятствуют усвоению макро- и микроэлементов, в частности, железа [6, 7].

Выявленные зависимости подтверждаются исследованиями содержания ТМ в биомаркерах подростков. Для подростков, являющихся трудовыми резервами техногенного региона, рекомендовано превентивное питание. Особое внимание стоит уделить индивидуальной пектинопрофилактике. Антидотные свойства пищевых веществ позволяют ограничить всасывание токсинов в пищеварительном тракте, ускорить процессы их выведения и увеличить адаптивные возможности организма [1].

Заключение:

1. Приоритетными факторами риска заболеваемости болезнями крови и кроветворных органов у подростков является военный и эпидемический дистресс и вызванные ними миграционные процессы.
2. Последствия стресс-индуцированных состояний усугубили неблагоприятное влияние химических веществ (*Sr*, *P*, *Pb*, *Cu*) как экологических факторов риска и привели к росту уровней патологии крови и кроветворных органов среди подростков.
3. Для профилактики негативных эффектов установленных факторов риска на здоровье подростков Донбасса рекомендовано превентивное питание, в частности, индивидуальная пектинопрофилактика.

Литература

1. Донченко Л.В. Современные аспекты применения пектиновых веществ в здоровом питании: монография. Краснодар: КубГАУ, 2024. 169 с.
2. Евстегнеева Н. А., Колесников С. И., Минникова Т. В., Тимошенко А. Н. Оценка экотоксичности предполагает металлы, металлоиды и неметаллы, содержащиеся в отходах предприятий горной промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2023. №(5-1). С.73-85
3. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения экокризисного региона в условиях военного и эпидемического дистресса: оценка, прогноз и управление рисками дисэлементоза: монография / под общей редакцией Г.А. Игнатенко; ГОУ ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького». Донецк: ДОННМУ ИМ. М. ГОРЬКОГО, 2023. С. 35-37.
4. Закономерности и особенности патологии крови и кроветворных органов у подростков Донбасса в современных условиях. Часть I. Влияние экологических и стрессовых факторов риска на заболеваемость болезнями крови и кроветворных органов у подростков/ Д.О. Ластков [и др.]// Экологический вестник Донбасса. 2024. № 12. С. 3-8.
5. Закономерности и особенности патологии крови и кроветворных органов у подростков Донбасса в современных условиях. Часть II. Влияние экологических и стрессовых факторов риска на распространенность болезней крови и кроветворных органов у подростков/ Д.О. Ластков [и др.]// Экологический вестник Донбасса. 2024. № 13. С. 31-36.
6. Киричук А.А. Вестник РУДН. // Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2021. Т. 29. № 3. С. 289–297.
7. Острожинский Я.А. Электронный модуль «Рационы лечебнопрофилактического питания для работников» // Актуальные проблемы современной медицины и фармации-2022. Минск, 2022. С. 935-938
8. Abdullaeva M.E The problem of iron deficiency anemia in children and adolescents // "Экономика и социум" 2020. №6 (73). С. 7-10
9. Jinhan Fu Dietary patterns and association with Iron deficiency among children and adolescents aged 9–17 years in rural Guangzhou, China: a cross-sectional study//Front. Nutrition Epidemiology 2024. Vol. 11 P 1-12.

References

1. Donchenko LV. Sovremennye aspekty primeneniya pektinovyh veshchestv v zdorovom pitanii: monografiya [Modern aspects of the use of pectin substances in healthy nutrition: monograph]. Krasnodar: KubGAU Publ., 2024. Russian.
2. Evstigneeva NA, Kolesnikov S I, Minnikova T V, Timoshenko A N. Ocenka ekotoksichnosti predpolagaet metally, metalloidy i nemetally, soderzhashchiesya v othodah predpriyatij gornoj promyshlennosti [Ecotoxicity assessment involves metals, metalloids and non-metals contained in mining waste] Mining information and analytical bulletin. 2023;(5-1):73-85 Russian.
3. Zagryaznenie okruzhayushchej sredy i zdorov'e naseleniya ekokrizisnogo regiona v usloviyah voennogo i epidemicheskogo distressa: ocenka, prognoz i upravlenie riskami diselementoza: monografiya [Environmental pollution and the health of the population of the ecocrisis region in conditions of military and epidemic distress: assessment, prognosis and risk management of dyselementosis: a monograph] / edited by GA. Ignatenko; Donetsk National Medical University named after M. Gorky." Donetsk: M. GORKY DONNMU, 2023, Russian.
4. Zakonomernosti i osobennosti patologii krovi i krovetvornyh organov u podrostkov Donbassa v sovremennyh usloviyah. Chast' I. Vliyanie ekologicheskikh i stressovyh faktorov riska na zaboлеваemost' boleznyami krovi i krovetvornyh organov u podrostkov [Patterns and features of pathology of blood and hematopoietic organs in Donbas adolescents in modern conditions. Part I. The influence of environmental and stress risk factors on the incidence of diseases of the blood and hematopoietic organs in adolescents]/ DO. Lastkov [et al.]// Environmental Bulletin of Donbass, 2024;12:3-8. Russian.
5. Zakonomernosti i osobennosti patologii krovi i krovetvornyh organov u podrostkov Donbassa v sovremennyh usloviyah. Chast' II. Vliyanie ekologicheskikh i stressovyh faktorov riska na rasprostranennost' boleznej krovi i krovetvornyh organov u podrostkov [Patterns and features of pathology of blood and hematopoietic organs in Donbas adolescents in modern conditions. Part II. The influence of environmental and stress risk factors on the prevalence of diseases of the blood and hematopoietic organs in adolescents]/ D.O. Lastkov [et al.]// Environmental Bulletin of Donbass.2024;13:31-36. Russian.
6. Kirichuk A.A. Vestnik RUDN Bulletin of the RUDN University. Series: Ecology and life safety. 2021; 29:289-297. Russian.

7. Ostrozhinsky Ya.A. Elektronnyj modul' «Raciony lechebnoprofilakticheskogo pitaniya dlya rabotnikov» [Electronic module "Therapeutic and preventive nutrition rations for workers"]Actual problems of modern medicine and pharmacy-2022. Minsk, 2022. Russian.

8. Abdullaeva M.E The problem of iron deficiency anemia in children and adolescents/ "Экономика и социум" 2020;6 (73):7-10

9. Jinhan Fu. Dietary patterns and association with Iron deficiency among children and adolescents aged 9–17 years in rural Guangzhou, China: a cross-sectional study//Front. Nutrition Epidemiology 2024;11:1-12.

Библиографическая ссылка:

Ластков Д.О., Остренко В.В., Ежелева М.И. Анализ значимости факторов риска и путей профилактики их влияния на примере патологии крови и кроветворных органов у подростков Донбасса // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 2-3. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/2-3.pdf> (дата обращения: 16.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-2-3. EDN NMJFWU *

Bibliographic reference:

Lastkov DO, Ostrenko VV, Ezheleva MI. Analiz znachimosti faktorov riska i putej profilaktiki ih vliyaniya na primere patologii krovi i krovetvornyh organov u podrostkov Donbassa [Analysis of risk factor significance and preventive measures using the example of blood and hematopoietic disorders in adolescents in Donbass]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2025 [cited 2025 Jul 16];4 [about 7 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/2-3.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-2-3. EDN NMJFWU

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после выгрузки полной версии журнала в eLIBRARY



О СОСТОЯНИИ ЗДОРОВЬЯ БУДУЩИХ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ КОНТРАКТНОЙ СЛУЖБЫ – ПРОФЕССИОНАЛОВ РОССИЙСКИХ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ

С.А. КУЗЬМИН, Л.К. ГРИГОРЬЕВА

*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России,
ул. Советская, д. 6, г. Оренбург, 460014, Россия*

Аннотация. *Цель работы* – провести анализ состояния здоровья будущих военнослужащих контрактной службы – профессионалов Российских вооруженных сил. *Материалы и методы исследования.* При написании работы рассмотрены сведения, полученные в ФКУ «Военный комиссариат Оренбургской области» за период с 2014 по 2023 г.г. Медицинское освидетельствование будущим военнослужащим-контрактникам было проведено по графе 3 расписания болезней и таблицам дополнительных требований приложения к «Положению о военно-врачебной экспертизе» от 04.07.2013 года № 565. В течении 2023 года методом случайной выборки были проведены антропометрические измерения у граждан для оценки их физического развития. Физическая подготовленность граждан проверялась по требованиям «Наставления по физической подготовке в Вооруженных силах Российской Федерации». Для расчета репрезентативности выборки использовалась формула Меркова А.М. и Полякова Л.Е. Выборка составила 350 человек. Материал обработан статистическим и аналитическим методом исследования. *Результаты и их обсуждение.* За 10-летний период времени признаны годными к прохождению военной службы по контракту 12902 человека. При определении индекса массы тела выявлено: нормальное питание у 40,2 % лиц; повышенное питание у 42,5 %; пониженное питание у 4,2 %; ожирение 1 степени у 8,9 %; ожирение 2 степени у 4,2 %. Также определялись жизненный индекс, содержание жировой ткани в организме и крепость телосложения. Физическая подготовка проверялась при подтягивании на перекладине и беге на 100 метров. *Заключение.* Здоровье будущих военнослужащих - контрактников характеризовалось хорошими показателями. Годность к военной службе по состоянию здоровья – высокая. Достаточный уровень физического развития у подавляющего числа кандидатов на контрактную военную службу. Нормативы по физической подготовке выполнили все 100 % граждан, принявшие участие в испытаниях.

Ключевые слова: военная служба, контрактник, показатели здоровья, освидетельствование.

ON THE HEALTH STATUS OF FUTURE CONTRACT SERVICE MEMBERS – PROFESSIONALS OF THE RUSSIAN ARMED FORCES

S.A. KUZMIN, L.K. GRIGORYEVA

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State Medical University" of the Ministry of Health of Russia, 6 Sovetskaya St., Orenburg, 460014, Russia

Abstract. *The purpose of the study* is to analyze the health status of future contract service members—professionals of the Russian Armed Forces. *Materials and Methods.* The study considered data obtained from the Federal State Institution "Military Commissariat of the Orenburg Region" for the period from 2014 to 2023. Medical examinations of future contract servicemen were conducted according to Column 3 of the Schedule of Diseases and the tables of additional requirements in the appendix to the "Regulation on Military Medical Examination" dated July 4, 2013, No. 565. In 2023, anthropometric measurements were conducted by random sampling to assess physical development. Physical fitness of the individuals was evaluated based on the requirements of the "Physical Training Manual in the Armed Forces of the Russian Federation." The formula by Merkov A.M. and Polyakov L.E. was used to calculate sample representativeness. The sample included 350 individuals. The material was processed using statistical and analytical research methods. *Results and Discussion.* Over a 10-year period, 12,902 individuals were deemed fit for military service under contract. Body mass index evaluation revealed: normal nutrition in 40.2% of individuals; increased nutrition in 42.5%; decreased nutrition in 4.2%; grade 1 obesity in 8.9%; and grade 2 obesity in 4.2%. Vital index, body fat content, and body build strength were also assessed. Physical fitness was tested through pull-ups on a horizontal bar and a 100-meter run. *Conclusion.* The health of future contract servicemen was characterized by good indicators. Medical fitness for military service was high. The vast majority of candidates for contract military service demonstrated a sufficient level of physical development. All participants (100%) met the physical fitness standards during the tests.

Keywords: military service, contract serviceman, health indicators, medical examination.

Введение. Национальная безопасность нашей страны постоянно подвергается военным угрозам со стороны государств, входящих в военно-политический блок *North Atlantic Treaty Organization* (НАТО) [2,3].

Для сохранения целостности и независимости России, как суверенного государства, руководство нашей страны вынуждено постоянно поддерживать на оптимальном уровне численность своих *Вооруженных сил* (ВС) и иметь на вооружении современную боевую технику и табельное стрелковое оружие.

Военнослужащие ВС в настоящее время составляют 1500000 человек, из которых $\frac{3}{4}$ являются профессиональными военными - контрактниками.

Российская армия по своей численности и оснащению занимает 3 место в мире [7].

Для обеспечения национальной безопасности нашего государства необходимы практически здоровые, физически крепкие и развитые, имеющие хорошую физическую подготовку военнослужащие, которые смогут в полном объеме выполнять возложенные на них служебные обязанности [1].

Цель исследования – провести анализ состояния здоровья будущих военнослужащих контрактной службы – профессионалов Российских вооруженных сил.

Материалы и методы исследования. Сведения для написания статьи предоставил Оренбургский областной пункт набора на контрактную военную службу. Использованы данные за последний 10-летний срок. Медицинское освидетельствование будущим военнослужащим-контрактникам было проведено по III графе «Положения о военно-врачебной экспертизе» [8]. В течение 2023 года проверялись физическое развитие и физическая подготовка отобранным кандидатам. Для оценки полученных результатов использовалось «Наставление по физической подготовке в Вооруженных силах Российской Федерации» [5]. Для расчета репрезентативности выборки использовалась формула Меркова А.М. и Полякова Л.Е. [4]. Выборка составила 350 человек. Материал обработан статистическим и аналитическим методом исследования.

Результаты и их обсуждение. Всем кандидатам на контрактную военную службу, в поликлинике по месту их жительства, проводились инструментальные методы исследования: *флюорография органов грудной клетки* (ФОГК) и *электрокардиография* (ЭКГ). Лабораторное обследование биологических жидкостей: *клинический анализ крови* (КАК) и анализ крови на антитела к *вирусу иммунодефицита человека* (ВИЧ), маркеры гепатита «В» и «С», серологическую реакцию на *сифилис* (RW), анализ мочи общий и на присутствие наркотических препаратов и психически активных средств проводились в пункте набора по контракту экспресс методом выездной лабораторией областной клинической больницы.

После получения результатов инструментальных и лабораторных исследований всем кандидатам на контрактную военную службу проводилось медицинское освидетельствование.

Федеральным законом России [6] определены категории годности к военной службе по состоянию здоровья для граждан, отбираемых на контрактную службу.

Медицинская комиссия, в состав которой входили врачи-специалисты: дермато-венеролог, хирург, психиатр, офтальмолог, терапевт, отоларинголог, стоматолог, невролог проводили военно-врачебную экспертизу кандидатам. Каждый врач по своей специальности определял категорию годности к военной службе всем освидетельствованным лицам. Результаты медицинского освидетельствования кандидатов на контрактную военную службу за 10 лет представлены в табл.

На следующем этапе лица, которые по результатам проведенного медицинского освидетельствования имели категории годности к военной службе «А» или «Б», далее рассматривались комиссией для приема на контрактную военную службу.

Лицам, которые по результатам проведенного медицинского освидетельствования имели категорию годности к военной службе «Г», предлагалось пройти лечение, после которого разрешалось повторное прибытие для медицинского освидетельствования с амбулаторной картой пациента, получающего медицинскую помощь в амбулаторных условиях (учетная форма №025-у) и подробной выпиской из стационара, в котором проводилось лечение.

Лица, которые по результатам проведенного медицинского освидетельствования имели категории годности к военной службе «В» либо «Д», в последующем не рассматривались как кандидаты в контрактники.

В течение изучаемого периода с 2014 года по 2023 год в Оренбургской области отобрано на военную службу по контракту 12902 человека, все они подписали контракт на срок от 3 до 5 лет и были направлены в различные воинские части в соответствии с имеющейся у них военно-учетной специальностью.

Минимальное количество контрактников отобрано в 2020 и 2021 годах (667 и 614 человек соответственно), что связано с реформами, проводимыми в армейской среде и задачами, решаемыми в тот период времени ВС.

Максимальное количество набора в 2022 и 2023 годах (1942 и 1983 человека соответственно) связано с проводимой *специальной военной операцией* (СВО).

С целью объективной оценки состояния здоровья граждан, при проведении отбора на контракт-

ную военную службу, было проверено физическое развитие у 350 кандидатов.

Таблица

**Итоговые данные результатов медицинского освидетельствования
кандидатов на контрактную военную службу за 10 лет, абс. числа (%)**

Период (годы)	Категории годности к военной службе					
	«А»	«Б»	«А» + «Б»	«В»	«Г»	«Д»
2014	1366 (67,2)	387 (19,0)	1753 (86,2)	156 (7,7)	123 (6,1)	0
2015	1290 (66,8)	389 (20,2)	1679 (87,0)	135 (7,0)	116 (6,1)	0
2016	1011 (64,1)	365 (23,2)	1376 (87,3)	105 (6,7)	95 (6,0)	0
2017	926 (65,7)	307 (21,8)	1233 (87,5)	91 (6,4)	86 (6,1)	0
2018	668 (65,6)	254 (24,9)	922 (90,5)	56 (5,5)	41 (4,0)	0
2019	528 (65,0)	205 (25,3)	733 (90,3)	44 (5,4)	35 (4,3)	0
2020	547 (73,9)	120 (16,2)	667 (90,1)	41 (5,6)	32 (4,3)	0
2021	518 (76,3)	96 (14,1)	614 (90,4)	37 (5,5)	28 (4,1)	0
2022	1548 (70,9)	394 (18,1)	1942 (89,0)	141 (6,5)	99 (4,5)	0
2023	1604 (72,3)	379 (17,1)	1983 (89,4)	142 (6,4)	93 (4,2)	0

Питание оценивалось с помощью расчета *индекса массы тела* (ИМТ). Показатели, характеризующие нормальное питание, имели 36,9 %, повышенное питание – 43,2 %, пониженное питание – 5,1 %, ожирение 1 степени – 9,1 %, ожирение 2 степени – 5,7 % кандидатов.

Жизненный индекс показывает функциональные возможности дыхательного аппарата будущего контрактника. Показатель, оцениваемый как выше среднего, был у 0,8 %, средний – у 0,9 %, ниже среднего у 98,3 % кандидатов.

Для определения объема подкожного жира, как показателя сбалансированности тела кандидата, применялся прибор – калипер. Выше нормы наличие подкожного жира было у 29,8 %, нормальное количество подкожного жира – у 63,1 %, ниже нормы наличие подкожного жира – у 7,1 % кандидатов.

Индекс Пинье являлся показателем, характеризующим тип телосложения исследуемого гражданина. Крепкое телосложение имели 50,2 %, хорошее телосложение – 24,9 %, среднее телосложение – 22,1 %, слабое телосложение – 2,8 % кандидатов в контрактники.

Физическая подготовка является необходимым критерием оценки состояния здоровья военнослужащих. Были проверены 2 показателя, которые объективно характеризуют физическую подготовку, такие, как количество раз подтягиваний на перекладине и бег на дистанцию 100 метров.

Способность подтягиваний на перекладине характеризовала силу мужчин и зависела от их возраста. Мужчины в возрасте до 30 лет должны были подтянуться на перекладине не менее 10 раз, а мужчины в возрасте 30 лет и старше - не менее 8 раз. Норматив на силу, в соответствии со своим возрастом, выполнили 100 % будущих контрактников.

Бег на дистанцию 100 метров характеризовал быстроту реакции и скорость движения у испытуемых лиц. Мужчины в возрасте до 30 лет должны были пробежать дистанцию 100 метров не более, чем за 15,1 секунды, а мужчины в возрасте 30 лет и старше 30 лет – не более, чем за 15,7 секунды. Норматив на быстроту, в соответствии со своим возрастом, выполнили 100 % будущих контрактников.

Выводы:

1. Здоровье будущих военнослужащих – контрактников характеризуется хорошими показателями, что подтверждалось высокой годностью к военной службе.

2. Физическое развитие у подавляющего числа кандидатов на контрактную военную службу – достаточное.

3. Нормативы по физической подготовке выполнили 100 % граждан, принявшие участие в испытаниях.

Литература

1. Бытьев А.В. О совершенствовании планирования военного строительства в Российской Федерации // Военная мысль. 2024. № 6. С. 76-86.
2. Вахрушев В.А., Волгин В.В. Анализ современных геополитических тенденций и их влияние на национальную безопасность Российской Федерации // Военная мысль. 2024. № 9. С. 22- 29.
3. Костюков И.О. Деятельность НАТО как главный источник военных угроз России // Военная мысль. 2024. № 5. С. 22-36.
4. Мерков А.М., Поляков Л.Е. Санитарная статистика. М.: Медицина. 1974. 384 с.
5. Наставление по физической подготовке в ВС РФ: Приказ Министра обороны РФ N 200 от 21.09.2009 г. URL: <https://base.garant.ru/195845/>(дата обращения 20.01.2025 г.).
6. О воинской обязанности и военной службе: Федеральный закон Российской Федерации от 28.03.1998 г. N 53-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_18260/ (дата обращения 20.01.2025 г.).
7. Об установлении штатной численности ВС РФ: Указ Президента РФ от 16.09.2024 г. №792, URL: <https://base.garant.ru/410387005/>(дата обращения 20.01.2025 г.).
8. Положение о военно-врачебной экспертизе: Постановление Правительства Российской Федерации от 04.07.2013 года № 565 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2013. № 28. Ст.3831. С. 7486-7596.

References

1. Bytiev AV. On improving the planning of military construction in the Russian Federation [O sovershenstvovanii planirovaniya voennogo stroitel'stva v Rossijskoj Federacii]. Military thought. 2024; 6: 76-86. Russian.
2. Vakhrushev VA, Volgin VV. Analysis of modern geopolitical trends and their impact on the national security of the Russian Federation [Analiz sovremenny`x geopoliticheskix tendencij i ix vliyanie na nacional`nyu bezopasnost` rossijskoj Federacii]. Military thought. 2024; 9: 22-29. Russian.
3. Kostyukov IO. The activities of NATO as the main source of military threats to Russia [Deyatel`nost` NATO kak glavny`j istochnik voenny`x ugroz Rossii]. Military thought. 2024; 5: 22-36. Russian.
4. Merkov AM, Polyakov LE. Sanitary statistics. [Sanitary statistics (manual for doctors)]. Medicine. 1974; 384 p. Russian.
5. Nastavlenie po fizicheskoj podgotovke v VS RF: Prikaz Ministra oborony RF N 200 [Manual on physical training in the Armed Forces of the Russian Federation: Order of the Minister of Defense of the Russian Federation №200], dated 21.09.2009. URL: <https://base.garant.ru/195845/> (accessed 20.01.2025). Russian.
6. O voinskoj obyazannosti i voennoj sluzhbe: Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii [On Military Duty and military service: Federal Law of the Russian Federation] №53-FZ, dated 28.03.1998. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_18260/ (accessed 20.01.2025). Russian.
7. Ob ustanovlenii shtatnoj chislennosti VS RF: Ukaz Prezidenta RF [On establishing the staffing strength of the Armed Forces of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation dated 16.09.2024 №792], URL: <https://base.garant.ru/410387005/> (accessed 20.01.2025). Russian.
8. Polozhenie o voenno-vrachebnoj ekspertize: Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii [Regulations on military medical examination: Decree of the Government of the Russian Federation dated 04.07.2013 №565] Collection of Legislation of the Russian Federation. 2013; 28: 7486-7596. Russian.

Библиографическая ссылка:

Кузьмин С.А., Григорьева Л.К. О состоянии здоровья будущих военнослужащих контрактной службы – профессионалов российских вооруженных сил // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 2-4. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/2-4.pdf> (дата обращения: 18.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-2-4. EDN DAKEKD*

Bibliographic reference:

Kuzmin SA, Grigoryeva LK. O sostoyanii zdorov'ya budushchih voennosluzhashchih kontraktnoj sluzhby – professionalov rossijskix vooruzhennyh sil [On the health status of future contract service members – professionals of the russian armed forces]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2025 [cited 2025 Jul 18];4 [about 4 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/2-4.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-2-4. EDN DAKEKD

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY



ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ТУБЕРКУЛЕЗОМ В РЕСПУБЛИКЕ ДАГЕСТАН

С.О. ОМАРОВА, М.Г. МАГОМЕДОВ, Х.Н. АБДУРАЗАКОВА

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет»
Минздрава России, ул. Гусаева, д. 5, г. Махачкала, 367000, Россия, email: sabinak84@mail.ru

Аннотация. Введение. Так как климат является одним из главных эпигенетических факторов развития туберкулеза, исследование региональных особенностей влияния климатических факторов является актуальной задачей. В Республике Дагестан также, как и в России в целом, за последние годы отмечается тенденция к снижению заболеваемости туберкулезом легких, но остаются проблемные районы, в которых на протяжении многих лет остается напряженная ситуация, и появляется необходимость изучения региональных особенностей, влияющих на сохранение данной тенденции. **Цель исследования** – изучение влияния климата на заболеваемость туберкулезом легких людей, проживающих на равнине, предгорье и горах Дагестана за 2018-2022 гг. **Материал и методы исследования.** Для изучения влияния климата на туберкулез использовались данные Дагестанского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Показатели заболеваемости туберкулезом были проанализированы на основании отчетных данных Министерства здравоохранения Республики Дагестан за 2018-2022 гг. Для корреляционного анализа применена статистическая программа *Statistica*. **Результаты.** Наибольшие показатели корреляции туберкулеза легких с влажностью воздуха наблюдаются в городах: Кизляр, Буйнакск, Дагестанские Огни. Корреляционный анализ туберкулеза с климатическими факторами в сельской местности РД позволил выявить положительную связь туберкулеза с влажностью на севере и юге равнинной зоны, юге предгорной зоны и отрицательную связь в центре гор. Влажность имеет большую корреляцию с туберкулезом легких, чем температура холодного и теплого периода года. **Заключение.** Повышенная влажность и неблагоприятная температура воздуха приводит к срыву адаптационных возможностей организма, снижению иммунитета и повышению риска заболеваемости туберкулезом.

Ключевые слова: климат, фактор риска, туберкулез, равнинная зона Дагестана.

THE INFLUENCE OF CLIMATIC FACTORS ON THE INCIDENCE RATE OF TUBERCULOSIS IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN

S.O. OMAROVA, M.G. MAGOMEDOV, KH.N. ABDURAZAKOVA

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"Dagestan State Medical University" of the Ministry of Health of Russia,
5 Gusaeva St., Makhachkala, 367000, Russia, email: sabinak84@mail.ru

Abstract. Introduction. Since climate is one of the main epigenetic factors in the development of tuberculosis, the study of regional features of climatic factors' influence is a relevant task. In the Republic of Dagestan (RD), as in Russia overall, a trend toward a decrease in pulmonary tuberculosis incidence has been observed in recent years; however, there remain problematic areas where a tense situation has persisted for many years, creating a need to study regional features influencing the maintenance of this trend. **The purpose is** to study the influence of climate on the incidence of pulmonary tuberculosis among people living in the plains, foothills, and mountains of Dagestan from 2018 to 2022. **Materials and Methods.** Data from the Dagestan Center for Hydro-meteorology and Environmental Monitoring were used to study the influence of climate on tuberculosis. Tuberculosis incidence indicators were analyzed based on reporting data from the Ministry of Health of the Republic of Dagestan for 2018–2022. The statistical program *Statistica* was used for correlation analysis. **Results.** The highest correlation indicators between pulmonary tuberculosis and air humidity were observed in the cities of Kizlyar, Buynaksk, and Dagestanskiye Ognii. Correlation analysis of tuberculosis with climatic factors in rural areas of RD revealed a positive correlation of tuberculosis with humidity in the north and south of the plain zone, the south of the foothill zone, and a negative correlation in the mountain center. Humidity has a stronger correlation with pulmonary tuberculosis than temperature during the cold and warm periods of the year. **Conclusion.** Increased humidity and unfavorable air temperature lead to disruption of the body's adaptive capabilities, reduced immunity, and increased risk of tuberculosis incidence.

Keywords: climate, risk factor, tuberculosis, plain zone of Dagestan.

Введение. По данным литературы, в частности, Цыбиковой Э. Б., «В последние десятилетия в России наблюдалась стабильная тенденция снижения заболеваемости туберкулезом (*tbc*) в 2,7 раза по сравнению с концом 90-х и началом нулевых годов. В РФ за 2020 г. было выявлено 47399 случаев заболевания туберкулезом, что составило 32,4 на 100 тыс. населения. В ЮФО и Приволжье уровень заболеваемости туберкулезом соответствовал таковому по России и составлял 32,3 и 32,0 на 100 тыс. населения. И только в 3-х округах – Центральном, Северо-Западном и СКФО, где в 2020 г. было зарегистрировано 12979 случаев заболевания туберкулезом (27,4% от их общего числа), уровень заболеваемости был ниже общероссийского - в 1,7, 1,5 и 1,4 раза и составлял 19,5, 21,8 и 22,9 на 100 тыс. населения» [11]. В Республике Дагестан (РД) также, как и во многих регионах России, за последние годы отмечается улучшение ситуации по заболеваемости туберкулезом, но остаются проблемные районы, в которых много лет наблюдается напряженная ситуация, и появляется необходимость изучения локальных особенностей, которые влияют на сохранение данной тенденции. Переменчивые показатели заболеваемости туберкулезом требуют изменения подхода к имеющейся проблеме и нахождению новых рекомендаций для протivotуберкулезной помощи населению страны, что подразумевает и учет влияния факторов окружающей среды на показатели заболеваемости туберкулезом легких [4, 5]. Большое влияние на туберкулез имеют такие факторы окружающей среды, как климат и загрязнение атмосферы, связанное с деятельностью человека. Несмотря на то, что туберкулез является заболеванием, отражающим благополучие общества во всех смыслах, заболеваемость находится в значительной зависимости от эколого-гигиенических характеристик окружающей среды. В связи с этим, повышение заболеваемости туберкулезом можно рассматривать как последствие влияния климата и экологических характеристик среды [9, 10]. Есть исследования, где отмечена зависимость распространённости микобактерий туберкулеза в почвенном грунте от вертикальной зональности. В почвенных пробах равнины туберкулезные палочки были обнаружены в 25,9% случаев, а в пробах горной и высокогорной зон – в 2–3 раза реже [5]. Зависимость заболеваемости туберкулезом от зональности видна в работах и других исследователей [3, 6], которые отмечают повышенную заболеваемость туберкулезом в равнинной зоне и зависимость ее от экологических факторов.

Цель исследования – оценить влияние климатогеографических факторов на заболеваемость туберкулезом легких.

Материалы и методы исследования. Для изучения влияния климата на туберкулез использовались данные о погодно-климатических условиях в разных высотных поясах Республики Дагестан за 2018-2022 годы Дагестанского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (влажность воздуха, средняя температура холодного и теплого периодов года). Показатели заболеваемости туберкулезом были проанализированы на основании отчетных данных Министерства здравоохранения Республики Дагестан за 2018-2022 гг. [8]. Для корреляционного анализа применена статистическая программа *Statistica*. Обработка результатов осуществлялась с использованием программного обеспечения «*Microsoft Excel*». Различия между средними величинами считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение.

В данной работе помимо официальных показателей (влажность воздуха, средняя температура воздуха холодного и теплого периодов года), учитывался ветро-холодовой индекс, эффективная температура по Стедману, которые давали полную информацию о степени влияния погодно-климатических условий на организм человека. Повышенная влажность воздуха при низкой температуре и высокой подвижности воздуха способствует переохлаждению организма и усилению теплоотдачи. Это приводит к напряжению иммунитета и в зависимости от индивидуальных особенностей здоровья, может вызвать срыв адаптации. По данным Быкова И. В. «длительное нахождение в условиях высокой относительной влажности воздуха (выше 60%) и низкой температуры (ниже - 10-15 °С) может привести к переохлаждению организма и вызвать простудные и другие заболевания (ревматизм, туберкулез легких и др.). Высокая влажность при повышенной внешней температуре и низкой подвижности воздуха приводит к перегреванию организма, потому что при этом значительно ухудшаются условия теплоотдачи. При температуре воздуха выше тридцати градусов основным путем теплоотдачи является испарение пота. Учитывая, что организм отдает тепло только когда пот испаряется с поверхности тела, при высокой влажности воздуха испарение пота ухудшается, теплоотдача значительно затрудняется» [1, 2].

В таблице 1 и 2 приведены данные корреляции заболеваемости туберкулеза с климатическими факторами за пятилетний период. При анализе R_{xy} туберкулеза с влажностью в городах РД мы видим, что из десяти административных образований в пяти обнаружена высокая корреляционная зависимость влажности воздуха с туберкулезом легких. Наиболее высокие показатели наблюдаются в городах: Кизляр ($R_{xy}=0,87$; ДИ=-0,053-0,991), Буйнакск ($R_{xy}=0,76$; ДИ=-0,371-0,983), Дагестанские Огни ($R_{xy}=0,74$; ДИ=-0,41-0,981). Влияние средней температуры холодного периода года мы видим только в двух городах. Это Дербент ($R_{xy}=0,44$) и Южно-Сухокумск ($R_{xy}=0,32$). Обнаружилось, что средняя температура теплого периода имеет достаточно высокую корреляционную зависимость с туберкулезом. В городах: Махачкала, Буйнакск, Дербент, Кизляр, Хасавюрт имеется положительная R_{xy} . В городе Буйнакске име-

ется высокая корреляционная зависимость и в отношении влажности, и температуры теплого периода года.

Таблица 1

Rху заболеваемости тbc с влажностью воздуха, средней температурой воздуха холодного и теплого периодов года за 2018-2022 гг. в городах РД

Район / Город	Влажность		Ср. t хол. пер.		Ср. t tepl. пер.	
	M	Rху	M	Rху	M	Rху
Махачкала	72,4	0,28	4,96	-0,65	19,86	0,7
Буйнакск	68,4	0,76	3,18	-0,91	18,78	0,79
Кизилюрт	71,4	-0,34	2	0,05	24,44	-0,54
Каспийск	77,4	-0,71	3,32	0,12	22,18	0,16
Центр Город	72,4	0,47	3,37	-0,6	21,32	0,47
Дагестанские Огни	70,8	0,74	4,02	-0,22	24,86	0,04
Дербент	70,2	-0,09	7,04	0,44	20,78	0,48
Избербаш	73,8	-0,49	5,5	0,14	19,54	0,14
Юг Город	71,6	0,13	5,52	-0,14	21,73	0,11
Ю-Сухокумск	67,8	0,27	2,84	0,32	20,38	0,09
Кизляр	88,2	0,87	4,08	-0,36	20	0,38
Хасавюрт	69,4	0,48	3,92	-0,49	20,6	0,54
Север Город	75,13	0,4	3,61	-0,23	20,33	0,35

Примечание: M- выборочное среднее, Rху-коэффициент корреляции, Ср. t хол. Пер.- средняя температура холодного периода года, Ср. t tepl. Пер.- средняя температура теплого периода года.

Анализ корреляции туберкулеза с факторами климата в сельской местности РД (табл.3) позволил обнаружить положительную корреляционную зависимость туберкулеза с влажностью на севере и юге равнины, юге предгорья и отрицательную Rху в центре гор. Это можно объяснить благоприятным влиянием многих природных экологических факторов в горной зоне. Таких как: сбалансированный химический состав питьевой воды и продуктов питания, закалывающие погодно-климатические факторы в виде низкой влажности и контрастных температур днем и ночью. [2, 7].

Таблица 2

Оценка влияния погодно-климатических условий на частоту заболеваемости (тbc) взрослого населения РД за 2018-2022 гг. на 100 тыс. населения

	Махачкала	Буйнакск	Кизилюрт	Каспийск	Центр Город	Дагестанские Огни	Дербент	Избербаш	Юг Город	Ю-Сухокумск	Кизляр	Хасавюрт	Север Город
Коэффициент корреляции	0,28	0,76	-0,34	-0,71	0,47	0,74	-0,09	-0,49	0,13	0,27	0,87	0,48	0,4
Верхняя граница Rху	0,932	0,983	0,775	0,461	0,956	0,981	0,861	0,691	0,908	0,931	0,991	0,957	0,948
Нижняя граница Rху	-0,800	-0,371	-0,940	-0,979	-0,704	-0,410	-0,901	-0,958	-0,850	-0,804	-0,053	-0,698	-0,745
t-Стьюдента	0,505	2,025	0,626	1,746	0,922	1,906	0,157	0,974	0,227	0,486	3,056	0,948	0,756
p	0,648	0,136	0,576	0,179	0,424	0,153	0,886	0,402	0,835	0,660	0,055	0,413	0,505

По данным таблицы 3 высокая корреляция со средней температурой холодного периода наблюдается в Магарамкентском и Сергокалинском районах (Rху=0,86). Со средней температурой теплого периода – в Карабудахкентском и Унцукульском районах (Rху=0,81; 0,7). Из центральных районов равнинной экологической зоны (РЭЗ) в двух (Кизилюртовский и Карабудахкентский) имеется отрицательная корреляционная зависимость влажности с туберкулезом. Эти районы отличаются высокой поллютантной нагрузкой неблагоприятных факторов (агрехимикаты-пестициды, минеральные удобрения). По-видимому, благодаря высокой влажности существенно снижается популяционная нагрузка указанных

факторов на население путем осаждения и очищения вдыхаемого воздуха, что подтверждается обратной корреляционной зависимостью влажности воздуха с изучаемой патологией. В целом, в 80% территорий равнинной зоны северного Дагестана коэффициент корреляции колеблется от 0,34 до 0,75.

Таблица 3

***R*_{xy} заболеваемости *tbc* с влажностью воздуха, средней температурой воздуха холодного и теплого периодов года за 2018-2022 гг. в сельской местности РД**

Район / Город	Влажность		Ср. t хол. Пер.		Ср. t tepl. Пер.	
	<i>Mcp</i>	<i>Rxy</i>	<i>Mcp</i>	<i>Rxy</i>	<i>Mcp</i>	<i>Rxy</i>
Бабаюртовский	88,6	0,34	3,8	-0,32	20,38	0,51
Кизлярский	70,8	0,75	1,76	-0,02	24,18	0,03
Ногайский	69,8	0,06	3,36	0,31	20,32	-0,87
Тарумовский	69,2	0,69	3,46	-0,64	20,42	0,19
Хасавюртовский	71	0,8	1,44	-0,88	23,28	-0,73
Север РЭЗ	73,88	0,73	2,76	-0,51	21,72	0,15
Дербентский	71	0,84	4,12	-0,48	24,62	0,19
Каякентский	70,6	0,24	4,2	-0,56	26,28	-0,31
Магарамкентский	73,75	0,51	1,625	0,86	23,275	-0,06
Юг РЭЗ	71,78	0,36	3,32	-0,45	24,73	-0,07
Кизилюртовский	75,5	-0,78	1,725	-0,42	25,2	-0,82
Карабудахкентский	74,8	-0,75	2,5	-0,81	24,2	0,81
Кумторкалинский	75	0,74	2,52	-0,3	23,92	-0,65
Центр РЭЗ	75,1	-0,2	2,2	-0,63	24,4	0,21
Буйнакский	74,2	-0,37	2,6	-0,38	25,52	-0,01
Казбековский	72	-0,62	1,2	-0,44	25,56	-0,48
Новолакский	72,6	0,2	1,32	-0,28	26,58	-0,48
Сергокалинский	69	-0,86	5	0,86	19,48	0,07
Центр ПЭЗ	72	-0,06	2,5	-0,36	24,3	-0,39
Кайтагский	70	0,86	5,12	-0,55	16,14	-0,94
Сулейман-Стальский	69,2	0,72	3,58	0,02	18,62	0,6
Табасаранский	70,4	0,22	3,8	-0,91	26,3	-0,65
Хивский	68,6	-0,06	1,68	-0,55	21,38	-0,36
Юг ПЭЗ	69,6	0,68	3,5	-0,49	20,6	-0,81
Агульский	71	-0,47	3,9	-0,31	17,8	-0,04
Ахтынский	65	-0,24	4,34	-0,64	16,8	-0,54
Дахадаевский	72,4	-0,2	4	0,13	26,82	-0,6
Курахский	68,6	-0,54	2,18	-0,24	22,64	-0,48
Лакский	64,4	0,78	0,48	0,13	12	0,2
Рутульский	66	0,57	1,52	0,52	21,16	-0,21
Докузпаринский	66,6	0,51	1,5	0,35	21,14	0,77
Юг ГЭЗ	67,7	0,34	2,6	0,28	19,8	-0,47
Акушинский	63,8	-0,9	0,32	-0,84	18,14	0,24
Ахвахский	61,2	0,17	0,36	-0,54	18,62	-0,67
Ботлихский	64,6	-0,73	0,4	0,13	18,1	0,7
Гергебильский	65,8	-0,6	0,34	-0,41	18,76	-0,56
Гумбетовский	63,8	-0,1	0,26	-0,6	18,7	-0,31
Гунибский	65,6	0,25	1,42	0,88	14,64	0,46
Левашинский	60	0,2	0,08	-0,86	14,94	-0,78
Шамилский	62,8	-0,75	-1,16	0,21	17,88	-0,45
Тляртинский	62,4	0,38	-0,32	0,91	13,92	0,6
Унцукульский	62,6	0,2	-0,9	-0,58	18,52	0,7
Хунзахский	63,4	0,27	0,38	0,58	12,4	-0,79
Цумадинский	63	0,35	-1,28	-0,59	18,7	-0,48
Цунтинский	66	0,18	2,3	0,33	25,54	-0,68
Чародинский	63,2	-0,57	-1,12	0,34	20,36	-0,12
Центр ГЭЗ	63,44	-0,57	0,08	-0,33	17,8	-0,31

Из пяти климатических провинций равнинного и предгорного Дагестана в трех отмечается положительная корреляционная связь между влажностью воздуха и заболеваемостью туберкулеза легких. Во всех пяти провинциях предгорья и гор Дагестана имеется отрицательная корреляционная зависимость между изучаемыми факторами (чем ниже средняя температура холодного периода, тем выше заболеваемость туберкулезом и чем выше температура теплого периода, тем ниже заболеваемость туберкулезом легких, особенно в горной зоне хорошо видна эта зависимость).

Заключение

1. Наибольшая корреляционная зависимость туберкулеза с влажностью наблюдается в городах и сельской местности равнинной зоны. Наименьшая корреляционная связь – в центре гор.
2. Влажность воздуха имеет высокую корреляционную зависимость с туберкулезом легких; температура холодного и теплого периодов года имеют обратную корреляционную зависимость (чем ниже температура холодного периода, тем выше заболеваемость туберкулезом и чем выше температура теплого периода, тем ниже заболеваемость туберкулезом легких), особенно в горной зоне хорошо видна эта зависимость.
3. Повышенная влажность и неблагоприятная температура воздуха приводит к срыву адаптационных возможностей организма, снижению иммунитета и повышению риска заболеваемости туберкулезом.

Литература

1. Быков И. В, Гансбургский А. Н. Гигиена физической культуры и спорта: учебник 2010. 192 с.
2. Григорьева А.И. Экология человека: учебник. Москва: ГЭОТАР- Медиа, 2008. 240с.
3. Гюсан А.О, Ураскулова Б.Б., Вопросы туберкулеза в оториноларингологии. // Российская оториноларингология. 2017. № 4(89). С. 32-38.
4. Мамаев И. А. Влияние экологических факторов на распространение туберкулеза: автореф. дис. канд. мед. наук. Москва. 2005. 261 с.
5. Нуратинов Р.А., Исламова Ф.И. Туберкулез людей и животных в республике Дагестан. // Юг России: экология, развитие. 2006. №1(4). С. 57-62.
6. Омарова С.О., Магомедов М.Г., Абдуразакова Х.Н. Влияние концентрации Zn, Mn, Cu, Co в природных питьевых водах на заболеваемость туберкулезом легких населения равнины Дагестана // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2022. №5. Публикация 2-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2022-5/2-1.pdf> (дата обращения: 02.09.2022). DOI: 10.24412/2075-4094-2022-5-2-1. EDN OTCFXG
7. Омарова С.О., Магомедов М.Г., Абдуразакова Х.Н. Влияние безработицы на показатель заболеваемости туберкулезом в РД // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2024. №3. Публикация 2-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-3/2-3.pdf> (дата обращения: 24.05.2024). DOI: 10.24412/2075-4094-2024-3-2-3. EDN MNGZUH
8. Показатели состояния здоровья населения Республики Дагестан. Сборники республиканского медико-информационного аналитического центра МЗ РД за 2018-2020 гг. Махачкала, 2018-2020 гг.
9. Пузырева Л. В. Гигиенические аспекты профилактики туберкулеза в очагах туберкулезной инфекции: автореф. дис. канд. мед. наук. Омск. 2012. 194 с.
10. Семечкина В. С. Влияние техногенного прессинга на показатель заболеваемости туберкулезом органов дыхания. // Известия Южного федерального университета. 2009. №1. С. 7-12.
11. Цыбикова Э.Б. Заболеваемость туберкулезом в субъектах Российской Федерации в 2020 году. // Социальные аспекты здоровья населения. 2022. № 68(2). С.10.

References

1. Bykov I , Gansburgckij A N. Gigena fizicheskoy kul'tury i sporta: uchebnik [Hygiene of physical culture and sports: textbook] 2010. Russian.
2. Grigor'eva AI. Ekologiya cheloveka: uchebnik [Tuberculosis issues in otorhinolaryngology]. Moskva: GEOTAR- Media, 2008. 240s. Russian.
3. Gyusan AO, Uraskulova BB., Voprosy tuberkuleza v otorinolarinologii [Tuberculosis issues in otorhinolaryngology]. Rossijskaya otorinolarinologiya. 2017;4(89):32-38. Russian.
4. Mamaev I A. Vliyanie ekologicheskikh faktorov na rasprostranenie tuberkuleza [The influence of environmental factors on the spread of tuberculosis]: avtoref. dis. kand. med. nauk. Moskva. 2005. 261 s. Russian.
5. Nuratinov A, Islamova FI. Tuberkulez lyudej i zhivotnyh v respublike Dagestan [Tuberculosis of humans and animals in the Republic of Dagestan]. Yug Rossii: ekologiya, razvitie. 2006;1(4):57-62. Russian.

6. Omarova SO, Magomedov MG, Abdurazakova HN. Vliyanie koncentracii Zn, Mn, Cu, Co v prirodnyh pit'evykh vodah na zaboлеваemost' tuberkulezom legkih naseleniya ravniny Dagestana [Influence of Zn, Mn, Cu, and Co concentrations in natural drinking waters on the incidence of pulmonary tuberculosis in the population of the Dagestan plain] . Vestnik novykh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie. 2022. №5. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2022-5/2-1.pdf> (data obrashcheniya: 02.09.2022). DOI: 10.24412/2075-4094-2022-5-2-1. EDN OTCFXG

7. Omarova SO, Magomedov MG, Abdurazakova HN. Vliyanie bezraboticy na pokazatel' zaboлеваemosti tuberkulezom v RD [The impact of unemployment on the incidence of tuberculosis in the Republic of Dagestan] Vestnik novykh medicinskih tekhnologij. Elektronnoe izdanie. 2024. №3. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-3/2-3.pdf> (data obrashcheniya: 24.05.2024). DOI: 10.24412/2075-4094- 2024-3-2-3. EDN MNGZUH

8. Pokazateli sostoyaniya zdorov'ya naseleniya Respubliki Dagestan. Sborniki respubli-kanskogo mediko-informacionnogo analiticheskogo centra MZ RD za 2018-2020 gg [Indicators of the health status of the population of the Republic of Dagestan. Collections of the Republican Medical Information Analytical Center of the Ministry of Health of the Republic of Dagestan for 2018-2020]. Mahachkala, 2018-2020 gg. Russian.

9. Puzyreva L V. Gigienicheskie aspekty profilaktiki tuberkuleza v ochagah tuberkuleznoj infekcii [Hygienic aspects of tuberculosis prevention in tuberculosis infection foc]: avtoref. dis. kand. med. nauk. Omsk. 2012. 194 s. Russian.

10. Semechkina V S. Vliyanie tekhnogennogo pressinga na pokazatel' zaboлеваemosti tuber-kulezom organov dyhaniya [The influence of technogenic pressure on the incidence of tuberculosis of the respiratory system]. Izvestiya Yuzhnogo federal'nogo universiteta. 2009;1:7-12. Russian.

11. Cybikova EB. Zaboлеваemost' tuberkulezom v sub"ektah Rossijskoj Federacii v 2020 godu [Tuberculosis incidence in the subjects of the Russian Federation in 2020]. Social'nye aspekty zdorov'ya naseleniya. 2022;68(2):10. Russian.

Библиографическая ссылка:

Омарова С.О., Магомедов М.Г., Абдуразакова Х.Н. Влияние климатических факторов на показатель заболеваемости туберкулезом в республике Дагестан // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 2-5. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/2-5.pdf> (дата обращения: 22.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-2-5. EDN QAFBXI*

Bibliographic reference:

Omarova SO, Magomedov MG, Abdurazakova KhN. Vliyanie klimaticheskikh faktorov na pokazatel' zaboлеваemosti tuberkulezom v respublike Dagestan [The influence of climatic factors on the incidence rate of tuberculosis in the republic of Dagestan]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2025 [cited 2025 Jul 22];4 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/2-5.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-2-5. EDN QAFBXI

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после выгрузки полной версии журнала в eLIBRARY



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕГАТИВНЫХ ЭФФЕКТОВ У РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЭКСПОЗИЦИИ МЕТАЛЛАМИ

Н.В. ЗАЙЦЕВА*, А.Г. ФАДЕЕВ**, Д.В. ГОРЯЕВ**, М.А. ЗЕМЛЯНОВА*, Ю.В. КОЛЬДИБЕКОВА*

*ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, ул. Монастырская, д. 82, г. Пермь, 614045, Россия

**Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, ул. Каратанова, д. 21, г. Красноярск 660049, Россия

Аннотация. Сохранение здоровья работающего населения является приоритетным направлением государственной политики в области охраны труда и профилактики профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости. Рабочая среда горнорудных производств, осуществляющих добычу металлических руд преимущественно подземным способом, связана с сочетанным воздействием производственных факторов, в том числе значительного количества пылевых частиц в воздухе рабочей зоны и химических веществ, в первую очередь, металлов. Одновременное воздействие оксидов и соединений металлоэлементов в различных сочетаниях на организм работников может обуславливать профессиональные риски развития широко спектра заболеваний. **Цель работы** заключается в сравнительном анализе изменения показателей негативных эффектов у работников предприятия горнорудной промышленности в условиях воздействия производственной экспозиции металлами. **Материалы и методы.** Технология сравнительной оценки включала скрининговые углубленные исследования здоровья работников производства по добыче медно-никелевых руд. Материалом служили образцы биосред 134 работников, в том числе 39 (группа наблюдения) и 95 (группа сравнения). Группы не имели существенных различий по возрасту, полу, стажу, гигиеническим условиям и социально-экономическому уровню проживания. Сравнительный анализ выполнен по химико-аналитическим, гематологическим, биохимическим, иммунологическим, цитологическим и клиническим показателям исходя из механизмов повреждающего действия повышенных уровней контаминантов в крови. Всего 7684 определений по 68 показателям. **Результаты и их обсуждение.** Среднесменная экспозиция металлами на уровне до 0,2 мг/м³ (до 4 ПДК) обуславливает повышение концентрации до 3,4 раза марганца, меди, никеля, кобальта и хрома в крови работников группы наблюдения относительно аналогичных показателей сравнения. Основные типы заболеваний, связанных с воздействием производственной экспозиции металлами, включают болезни костно-мышечной системы в виде радикулопатии, дорсопатии и полиартроза; нервной системы – полинейропатии; гипертензивной болезни сердца, ожирения, бронхиальной астмы и аллергического ринита. Установленная распространенность данных заболеваний, превышающая до 7,9 раза, подтверждена изменением биохимических и иммунологических показателей, характеризующих усиление резорбции костной ткани, дисбаланс нейротрансмиттеров и оксидантно-антиоксидантных процессов, нарушение метаболизма липидов, дисфункцию эндотелия сосудов, развитие специфической сенсибилизации и чувствительности к металлам на фоне лимфопролиферативных процессов. **Заключение.** Результаты сравнительного анализа изменения показателей негативных эффектов у работников в условиях производственной экспозиции металлами позволили обосновать их ключевые патогенетические механизмы воздействия, что является необходимым для разработки ранних мер профилактики профессиональных и производственно обусловленных заболеваний.

Ключевые слова: работники горнорудного производства, металлы, производственная экспозиция, негативные эффекты, лабораторные показатели.

COMPARATIVE ANALYSIS OF NEGATIVE EFFECT INDICATORS IN MINING INDUSTRY WORKERS UNDER OCCUPATIONAL EXPOSURE TO METALS

N.V. ZAITSEVA*, A.G. FADEEV**, D.V. GORYAEV**, M.A. ZEMLYANOVA*, Y.V. KOLDIBEKOVA*

*Federal Budgetary Institution of Science "Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies" of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, 82 Monastyrskaya Street, Perm, 614045, Russia

**Office of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Krasnoyarsk Territory, 21 Karatanova Street, Krasnoyarsk, 660049, Russia

Abstract. Preserving the health of the working population is a priority area of state policy in occupational health and the prevention of occupational and work-related diseases. The working environment in mining operations extracting metal ores primarily by underground methods is associated with combined exposure to occupational factors, including a significant amount of dust particles in the workplace air and chemical substances, primarily metals. Simultaneous exposure to oxides and compounds of metallic elements in various combinations may lead to occupational risks of developing a wide range of diseases. *The purpose of the study* is to perform a comparative analysis of changes in indicators of negative effects among workers in the mining industry under conditions of occupational exposure to metals. *Materials and Methods.* The comparative assessment technology included in-depth screening studies of the health of workers engaged in copper-nickel ore mining. The material consisted of biosample analyses from 134 workers, including 39 (observation group) and 95 (comparison group). The groups did not differ significantly in terms of age, sex, work experience, hygienic conditions, or socio-economic living standards. The comparative analysis was carried out using chemical-analytical, hematological, biochemical, immunological, cytological, and clinical indicators, based on the mechanisms of damaging action of elevated levels of blood contaminants. A total of 7,684 determinations were made for 68 indicators. *Results and Discussion.* Average shift exposure to metals at levels up to 0.2 mg/m³ (up to 4 MACs) led to an increase in the concentration of manganese, copper, nickel, cobalt, and chromium in the blood of workers in the observation group by up to 3.4 times compared to corresponding values in the comparison group. The main types of diseases associated with occupational exposure to metals include musculoskeletal disorders such as radiculopathy, dorsopathy, and polyarthrosis; nervous system disorders – polyneuropathy; hypertensive heart disease, obesity, bronchial asthma, and allergic rhinitis. The identified prevalence of these diseases, increased up to 7.9 times, was confirmed by changes in biochemical and immunological indicators characterizing intensified bone tissue resorption, imbalance of neurotransmitters and oxidative-antioxidative processes, lipid metabolism disorders, vascular endothelium dysfunction, and the development of specific sensitization and metal sensitivity against the background of lymphoproliferative processes. *Conclusion.* The results of the comparative analysis of changes in indicators of negative effects among workers under conditions of occupational exposure to metals made it possible to substantiate the key pathogenetic mechanisms of impact, which is essential for the development of early preventive measures for occupational and work-related diseases.

Keywords: mining industry workers, metals, occupational exposure, negative effects, laboratory indicators.

Введение. Здоровьесбережение трудоспособного населения является приоритетной задачей национальной политики в области охраны труда, включающая в том числе санитарно-гигиенические и лечебно-профилактические мероприятия¹. По данным Федеральной службы государственной статистики, количество занятых в стране на 2023 г. составило 76 037 тыс. человек. При этом наибольший удельный вес численности работников с вредными и (или) опасными условиями труда представлен в группе по добыче металлических руд и составил 71,1 % от общей численности работников².

Для горнодобывающих основных профессий, преимущественно подземной разработки месторождений (крепильщики, бурильщики, машинист погрузочно-доставочной техники, горнорабочих очистного забоя), характерно совместное воздействие на работников длительного и интенсивного шума, повышенного уровня общей и локальной вибрации, значительного количества пылевых частиц в воздухе рабочей зоны и химических веществ, в том числе металлов [3, 6, 14]. В состав рудничной пыли, сварочных аэрозолей входят металлы (медь, никель, марганец, хром, кобальт и др.), относящиеся преимущественно к чрезвычайно и высокоопасным (I и II класс). Одновременное воздействие оксидов и соединений данных металлоэлементов в различных сочетаниях на организм работников может обуславливать профессиональные риски развития достаточно широко спектра заболеваний, что детерминировано патогенетическими механизмами их политропного токсического действия [9]. К числу критических при длительной экспозиции с воздухом рабочей зоны оксидов меди, никеля, марганца (IV), хрома (VI), кобальта относятся нервная система, опорно-двигательный аппарат, сердечно-сосудистая система, органы дыхания [7, 11].

В связи с вышесказанным, при выделении групп риска и планировании комплекса профилактических мероприятий, направленных на предупреждение и снижение негативных последствий со стороны здоровья, целесообразно проводить персональную оценку показателей негативных эффектов у работников, подвергающихся воздействию производственной химической экспозиции, в том числе металлами.

Цель исследования – сравнительный анализ изменения показателей негативных эффектов у работников предприятия горнорудной промышленности в условиях воздействия производственной экспозиции металлами.

¹ Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. От 07.04.2025)

² Удельный вес численности работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, в организациях Российской Федерации по отдельным видам экономической деятельности. [Электронный ресурс]. – URL: http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/usl_trud1-2023.xlsx (дата обращения 29.05.2025).

Материалы и методы исследования. Технология сравнительной оценки включала скрининговые углубленные исследования здоровья работников производства по добыче медно-никелевых руд в количестве 134 человек основных профессий (горнорабочий очистного забоя, взрывник, бурильщик шпуров, проходчик, крепильщик, машинист погрузочно-доставочных работ, машинист буровой установки). Охвачено 39 человек (мужчины 100 %, возраст 37-65 лет в среднем $49,5 \pm 0,8$ лет, стаж работы в профессии $15,2 \pm 1,0$ лет) (группа наблюдения). Для проведения сравнительных оценок использовали показатели 95 работников предприятия, деятельность которых не связана с вредными и опасными факторами производственной среды и трудового процесса (группа сравнения мужчины 100 %, возраст 31-61 год, в среднем $45,4 \pm 0,63$ лет, стаж работы в профессии $16,1 \pm 1,1$ лет). Группы сопоставимы по возрастно-гендерному составу, стажу работы, гигиеническим условиям и социально-экономическому уровню проживания. От каждого обследованного работника получено информированное добровольное согласие на проведение углубленных медицинских исследований. Требования Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (редакция 2013 г.) и принципы проведения медицинских исследований с привлечением человека соблюдены.

Сравнительный анализ выполнен по химико-аналитическим, гематологическим, биохимическим, иммунологическим, цитологическим и клиническим показателям. Идентификация и оценка уровня воздействия кобальта, меди, свинца и их неорганических соединений, оксидов никеля, марганца, триоксида хрома (VI) в воздухе рабочей зоны проводились по данным специальной оценки условий труда. Количественное определение массовых концентраций изучаемых металлов в крови выполнено универсальным масс-спектрометрическим методом современной аналитической химии в соответствии с МУК 4.1.3230-14, МУК 4.1.3161-14 на масс-спектрометре *Agilent 7500cx* (*Agilent Technologies, Inc.*, США) с учётом оценки значений с показателями группы сравнения и референтными уровнями. Всего 516 элементопределений.

Лабораторные показатели негативных эффектов обоснованы исходя из механизмов повреждающего действия повышенных уровней содержания химических контаминантов в биосредах. Биохимический, гематологический и иммунологический спектр исследований включал IgE общий, эозинофильно-лимфоцитарный индекс, эозинофилы, индекс эозинофилии, IgE к марганцу, IgE к никелю, IgE к хрому, IgG к кобальту, IgG к меди, IgG к кобальту; активность фагоцитоза, Ig A, M, G; *малоновый диальдегид* (МДА), *общая антиоксидантная активность* (АОА), гидропероксид липидов; магний, *тарпрат-резистентная кислая фосфатаза* (TRACP), костный глутаминовый белок; катехоламины; показатели общего клинического анализа крови; печёночные трансферазы, общий белок, С-реактивный белок, билирубин общий, щелочная фосфатаза, γ -глутамилтрансфераза, креатинин; липидный профиль, липопротеин(а), оксид азота, соотношение натрия и калия в организме; кортизол. Всего 7684 определений по 68 показателям, выполненных унифицированными методами на автоматическом гематологическом *BC-5150* (*Mindray*, Китай), полуавтоматическом биохимическом *Keylab 1000* (*Biosed*, Италия), иммуноферментном *Infinite F50* (*Tecan*, Австрия) анализаторах, лабораторном микроскопе DM 1000 (*Leica Microsystem*, Германия) и анализаторе электролитов крови *EasyLyte Calcium* (*Medica Corp*, США). Материалом исследования служили образцы цельной крови, сыворотки, плазмы крови, назального секрета. Результаты оценивали относительно показателей группы сравнения и физиологической нормы [2].

Клинические диагнозы установлены в соответствии с Приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний»³ и МКБ-10.

Применяли статистические методы и модели для сравнительного анализа показателей негативных эффектов с использованием среды «*Statistika 6.0*» и пакета «*Analysis ToolPak*» в *MS Excel*. Применяли непараметрический критерий Колмогорова-Смирнова для проверки нормальности распределения; параметрический *t*-критерий Стьюдента при заданной значимости $p \leq 0,05$ при сравнении двух независимых выборок; рассчитывали среднюю арифметическую (*M*) и ошибку средней (*m*) для оценки биохимических и иммунологических показателей [1].

Обоснование негативного эффекта и ответа осуществляли установлением достоверных причинно-следственных связей между вероятностью их отклонений от содержания металлов в цельной крови, с помощью уравнения логистической регрессии:

$$P = 1 / (1 + e^{-(b_0 + b_1 y)}), \quad 1)$$

где *P* – вероятность отклонения лабораторного показателя от физиологической нормы (негативный эффект) или вероятность повышения частоты заболевания относительно группы сравнения (ответ); *y* – концентрация вещества в крови, мг/дм³; *b*₀, *b*₁ – параметры регрессионной модели.

В качестве статистического критерия адекватности регрессионных моделей применяли *F*-критерий Фишера ($F > 3,96$), а значимости – критерий Стьюдента ($t \geq 2$) при пороговом уровне $p \leq 0,05$.

³ Приказ № 417н от 27.04.2012 г. «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний» Министерства Здравоохранения и социального развития РФ.

Результаты и их обсуждение. В рабочей зоне у работников подземной добычи руды установлена среднесменная экспозиция неорганическими соединениями кобальта, меди, свинца, оксидами никеля, марганца, триоксидом хрома (VI) от 0,004 до 0,2 мг/м³ (до 4 ПДК). При этом в их крови выявлено высокое в 1,3-3,4 раза содержание марганца, меди, никеля, кобальта и хрома относительно показателей группы сравнения ($p = 0,0001 - 0,005$) и превышение в 1,3-7,0 раза уровня кобальта, меди, никеля и хрома относительно референтных значений. Статистически значимых межгрупповых различий содержания свинца в крови не установлено (табл. 1).

Таблица 1

Содержание металлов в цельной крови работников группы наблюдения и сравнения

Вещество	Референтный уровень ⁴ , мг/дм ³	Среднее значение ($M \pm m$), мг/дм ³		Статистическая значимость различий показателей между группами, $p \leq 0,05$
		Группа наблюдения	Группа сравнения	
Кобальт	0,0001	0,0007 ± 0,0001	0,0005 ± 0,0001	0,005
Марганец	0,01	0,013 ± 0,001	0,008 ± 0,001	0,0001
Медь	0,7	0,933 ± 0,036	0,553 ± 0,049	0,0001
Никель	0,001	0,0061 ± 0,0017	0,0018 ± 0,0005	0,0001
Свинец	0,1	0,132 ± 0,030	0,115 ± 0,017	0,322
Хром	0,0007	0,0048 ± 0,0004	0,002 ± 0,0006	0,0001

Установлены группы заболеваний, соответствующих органам-мишеням при воздействии токсичных металлов. Так, у работников группы наблюдения зарегистрирована распространенность болезней опорно-двигательного аппарата в виде радикулопатии (M54.1), дорсопатии (M53) и полиартроза (M15), частота которых составила 12,6 %, 10,5 % и 2,8 % соответственно и болезней нервной системы – полинейропатии (G62) с частотой регистрации до 37,2 % при отсутствии таковых случаев в группе сравнения ($p = 0,0001 - 0,001$). У работников группы наблюдения выявлялась гипертензивная болезнь (I11), бронхиальная астма (J45.0), аллергические риниты (J30.3), не установленные в группе сравнения ($p = 0,035 - 0,045$). В распространенности ожирения (E66) установлена достоверная большая частота регистрации (в 13,0 раза) относительно группы сравнения ($p = 0,046$). Установлена зависимость развития болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани от концентрации в крови марганца, хрома и кобальта ($R^2 = 0,15 - 0,87$; $15,94 \leq F \leq 168,96$; $p = 0,0001$), нервной системы от концентрации в крови марганца, никеля и меди ($R^2 = 0,16 - 0,57$; $19,17 \leq F \leq 152,58$; $p = 0,0001$), органов дыхания ($R^2 = 0,17 - 0,35$; $15,94 \leq F \leq 152,58$; $p = 0,0001 - 0,002$), ожирения от уровня в крови марганца и никеля ($R^2 = 0,15 - 0,25$; $122,43 \leq F \leq 157,95$; $p = 0,0001$), гипертензивной болезни от концентрации марганца, никеля и меди в крови ($R^2 = 0,14 - 0,42$; $17,83 \leq F \leq 605,37$; $p = 0,0001 - 0,007$).

Клинические особенности системных проявлений со стороны опорно-двигательного аппарата подтверждаются избыточной костной резорбцией, представленной достоверным повышением в 1,2 раза TRACP в сыворотке крови ($p = 0,004$) (табл. 2).

Установлена причинно-следственная связь между вероятностью повышения уровня данного показателя в сыворотке крови и содержанием в крови кобальта ($R^2 = 0,14$; $b_0 = -0,56$; $b_1 = 18,30$; $F = 15,6$; $p = 0,021$). Основными звеньями патогенеза действия изучаемых металлов на опорно-двигательный аппарат, обусловленного их депонированием в костной ткани, является нарушение процессов биосинтеза и минерализации кости вследствие усиления процесса резорбции [13, 15].

Большая распространенность болезней нервной системы в виде полиневропатии у работников группы наблюдения подтверждается однонаправленным снижением в 1,7-1,9 раза уровня катехоламинов (адреналина, норадреналина и дофамина) в сыворотке крови относительно аналогичных показателей в группе сравнения ($p = 0,0001$), что может свидетельствовать об изменении синаптической пластичности [10]. Выявлена причинно-следственная связь между снижением норадреналина и дофамина в сыворотке крови и повышенным уровнем в крови хрома ($R^2 = 0,13 - 0,22$; $-0,2,60 \leq b_0 \leq -0,54$; $70,65 \leq b_1 \leq 581,55$; $16,81 \leq F \leq 28,28$; $p = 0,0001 - 0,0002$). Кроме этого, выявлен дисбаланс оксидантно-антиоксидантных процессов, подтверждающийся повышенным уровнем МДА и снижением общей антиоксидантной активности в плазме крови до 1,2 раза относительно данных показателей в группе сравнения ($p = 0,001 - 0,045$). Повышенный уровень МДА вероятно связан с содержанием в крови марганца, меди, никеля и хрома ($R^2 = 0,10 - 0,45$; $-0,95 \leq b_0 \leq -0,14$; $1,42 \leq b_1 \leq 175,85$; $11,79 \leq F \leq 93,48$; $p = 0,0001 - 0,002$). Ключ-

⁴ Клиническое руководство по лабораторным тестам/Под ред Н.Тица. – М: Издательство «ЮНИМЕД-пресс», 2003 – 960 с.

чевыми звеньями патогенеза при действии данных металлов на нервную систему является прямое повреждение астроцитов и олигодендроцитов, ПОЛ, генерация активных форм кислорода и нарушение нейротрансмиссии в нейронах [10, 11]. В результате происходит замедление проведения нервного импульса, снижение рефлекторной возбудимости, симпатотропному действию, когнитивным расстройствам, нейропатии [12].

Таблица 2

Сравнительный анализ среднегрупповых статистически значимых гематологических, биохимических и иммунологических показателей у работников

Показатель	Физиол. норма	Группа наблюдения	Группа сравнения	Статистическая значимость различий между группами, $p \leq 0,05$	
				средние значения	кратности превышения физиолог. нормы
Антиоксидантная активность плазмы крови, %	36,2-38,6	29,60 ± 2,45	34,60 ± 1,25	0,001	0,001
Индекс атерогенности, усл. ед.	1,98-2,51	3,86 ± 0,37	2,95 ± 0,26	0,0001	0,000
Липопротеин(а), мг/100 см ³	0-14	12,26 ± 3,66	26,27 ± 15,61	0,089	0,130
Малоновый диальдегид плазмы, мкмоль/см ³	1,8-2,5	2,82 ± 0,19	2,60 ± 0,13	0,045	0,188
Холестерин ЛПВП, ммоль/дм ³	1,42-10	1,14 ± 0,09	1,43 ± 0,07	0,0001	0,000
IgE спец. к марганцу, МЕ/см ³	0-1,21	0,19 ± 0,01	0,17 ± 0,02	0,014	-
IgE спец. к никелю, МЕ/см ³	0-1,55	0,36 ± 0,04	0,30 ± 0,02	0,003	-
IgE спец. к хрому, МЕ/см ³	0-1,01	0,19 ± 0,007	0,18 ± 0,01	0,045	-
IgG спец. к меди, у.е.	0-0,1	0,16 ± 0,04	0,11 ± 0,01	0,025	0,0001
IgG к кобальту, у.е.	0-0,1	0,14 ± 0,01	0,12 ± 0,02	0,043	0,082
Тартрат-резистентная кислая фосфатаза, Е/дм ³	1,25-3,1	1,43 ± 0,14	1,15 ± 0,13	0,004	-
Адреналин, пг/см ³	10-100	45,03 ± 5,05	78,75 ± 6,95	0,0001	-
Дофамин, пг/см ³	10-100	39,18 ± 6,69	73,06 ± 7,01	0,0001	-
Норадреналин, пг/см ³	70-600	269,42 ± 27,23	483,91 ± 76,57	0,0001	0,323
VEGF, пг/см ³	10-700	504,02 ± 15,12	325,42 ± 97,63	0,0005	-
Лимфоциты, %	30-34	37,54 ± 2,48	34,35 ± 1,34	0,029	0,009
Эозинофилы, %	0,5-3	3,49 ± 0,79	2,59 ± 0,34	0,041	0,164
Эозинофильно-лимфоцитарный индекс	0,015-0,02	0,088 ± 0,019	0,069 ± 0,008	0,049	0,059

Лабораторным подтверждением нарушений обмена веществ (в виде ожирение) и гипертензивной болезни является изменения содержания биохимических показателей, характеризующих нарушение обратного транспорта холестерина и ангиогенеза (снижение в сыворотке крови уровня ЛПВП и липопротеина (а) в 1,3-2,1 раза, повышение индекса атерогенности в 1,3 раза и показателя роста эндотелия сосудов в 1,5 раза, $p = 0,0001 - 0,013$). Снижение ЛПВП в сыворотке крови вероятно обусловлено повышенным содержанием марганца, никеля и кобальта в крови ($R^2 = 0,65 - 0,66$; $-0,66 \leq b_0 \leq -0,01$; $134,80 \leq b_1 \leq 303,04$; $230,12 \leq F \leq 254,51$; $p = 0,0001$); повышение VEGF – уровнем никеля в крови ($R^2 = 0,19$; $b_0 = -2,41$; $b_1 = 36,96$; $F = 15,45$; $p = 0,0002$). Вазоконстрикторный эффект связан с конкурентоспособностью к ионам кальция отдельных металлов (например, оксида марганца) и с индуцированной генерацией активных форм кислорода, повреждающих эндотелий сосудов. Это приводит к нарушению проницаемости, снижению выработки вазодилаторов, сужению сосудов и уменьшению кровотока в них, снижению сократительной способности, нарушение ритма сердечной проводимости. Значительный рост индекса атерогенности за счет увеличения концентрации как общего холестерина, так и разнонаправленных изменений со стороны его фракций – уменьшения ЛПВП и повышения ЛПНП [2, 5].

У работников группы наблюдения зарегистрирована достоверно большая распространенность бронхиальной астмы (J45.0). Это проявляется в основном в виде повышенного уровня эозинофилов,

лимфоцитов и эозинофильно-лимфоцитарного индекса в крови (до 2,1 раза чаще, $p = 0,009$). Установлена зависимость повышенного уровня эозинофилов от повышенного содержания в крови марганца, никеля и хрома ($R^2 = 0,11 - 0,56$; $-2,48 \leq b_0 \leq -0,72$; $84,42 \leq b_1 \leq 116,48$; $10,7 \leq F \leq 163,82$; $p = 0,0001 - 0,002$); уровня лимфоцитов от повышенного содержания в крови меди и хрома ($R^2 = 0,24 - 0,45$; $-1,64 \leq b_0 \leq -1,21$; $2,85 \leq b_1 \leq 110,51$; $32,29 \leq F \leq 85,62$; $p = 0,0001$). Данные изменения выявлены на фоне специфической чувствительности организма к экспозиции металлами. Об этом свидетельствует достоверное повышение уровня *IgE* специфического к марганцу, никелю, хрому до 1,2 раза и *IgG* специфического к меди и кобальту до 1,4 раза относительно показателей группы сравнения ($p = 0,003 - 0,045$). Это связано с повышенным уровнем в крови марганца, никеля, хрома, меди и кобальта ($R^2 = 0,12 - 0,89$; $-4,57 \leq b_0 \leq -0,82$; $43,98 \leq b_1 \leq 301,95$; $5,44 \leq F \leq 605,37$; $p = 0,0001 - 0,028$). Изучаемые металлы оказывают специфическое сенсибилизирующее действие на организм, реализующееся через образование гаптен-белковых комплексов, которые распознаются иммунной системой как чужеродные, что приводит к выработке специфических антител (например, *IgE*) и/или активации *T*-лимфоцитов [4]. Вследствие длительного взаимодействия последних с гаптен-белковыми комплексами высвобождаются медиаторы воспаления, способные нарушать целостность эпителиального барьера лёгких, снижать регенерацию эпителия альвеолоцитов и др., тем самым приводить к дисрегуляции иммунного ответа местной защиты органов дыхания [8].

Заключение. Сравнительный анализ изменения лабораторных показателей крови работников подземной добычи металлических руд свидетельствует, что выявленные у них негативные эффекты и ответы соответствуют критическим системам при воздействии химической производственной экспозиции. Основные негативные ответы у работников с высоким до 3,4 раза уровнем в крови марганца, меди, хрома, никеля и кобальта относительно группы сравнения, представлены болезнями костно-мышечной системы в виде дорсопатии, радикулопатии и полиартроза, вегетативной и ЦНС – полинейропатией, нарушениями обмена веществ (преимущественно ожирение), гипертензивной болезнью, органов дыхания – бронхиальной астмой и аллергическим ринитом. Данные ответы подтверждаются негативными эффектами в виде усиления костной резорбции, нарушения синаптической пластичности, дисбаланса оксидантно-антиоксидантных процессов, дезорганизации обратного транспорта холестерина, дислипидемии, роста фактора эндотелия сосудов, развития специфической сенсибилизации и чувствительности к марганцу, никелю, хрому, меди, кобальту и их соединениям. Показатели, характеризующие перечисленные негативные эффекты, у экспонированных работников в 1,2-2,1 раза выше относительно показателей группы сравнения. На основании полученных результатов обоснованы ключевые звенья патогенетических механизмов воздействия изучаемых металлов, что является необходимым для выявления групп риска и разработки мер ранней профилактики профессиональных и производственно обусловленных заболеваний у работников подземной добычи медно-никелевых руд.

Литература

1. Гланц С. Медико-биологическая статистика, под ред. Н.Е. Бузикашвили и соавт. М.: Практика, 1998. 459 с.
2. Клиническое руководство по лабораторным тестам / Под ред. Н.У. Тица. М: ЮНИМЕД-пресс, 2003. 960 с.
3. Коваленко М.С. Ресурсный состав Арктики, сложности добычи и перспективы ее развития // Арктика XXI век. Гуманитарные науки. 2023. № 1(31). С. 26–36. DOI: 10.25587/SVFU.2023.44.59.003
4. Основные подходы к диагностике профессиональных аллергических заболеваний в современных условиях // Л.М. Масыгутова, Е.Р. Абдрахманова, А.Б. Бакиров, Э.Ф. Габдулвалеева и др. // Социальные аспекты здоровья населения. 2022. Т. 68, № 4. С. 1-19. DOI: 10.21045/2071-5021-2022-68-4-14
5. Химические основы токсического действия тяжёлых металлов (обзор)/ С.Г. Скугорева, Т.Я. Ашихмина, А.И. Фокина, Е.И. Лялина и др. // Теоретическая и прикладная экология. 2016. №1. С.4-13.
6. Чеботарев А.Г., Семенцова Д.Д. Комплексная оценка условий труда и состояния профессиональной заболеваемости работников горно-металлургических предприятий. // Горная промышленность. 2021. № 1. С. 114–119. DOI: 10.30686/1609-9192-2021-1-114-119
7. Effects of occupational cadmium exposure on workers' cardiovascular system / Z.R Cao, S.M. Cui, X.X. Lu, X.M. Chen, X. Yang, J.P. Cui, G.H. Zhang et al.// Zhonghua lao dong wei sheng zhi ye bing za zhi = Zhonghua laodong weisheng zhiyebing zazhi = Chinese journal of industrial hygiene and occupational diseases. 2018. 36(6). P. 474–477. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2018.06.025
8. Impact of atmospheric microparticles and heavy metals on external respiration function of urbanized territory population / L.V. Veremchuk, E.E. Mineeva, T.I. Vitkina, T.A. Gvozdenko, K. S. Golokhvast et al.// Russian Open Medical Journal. 2017. № 6. P. 1–6. DOI: 10.15275/rusomj.2017.0402
9. In vitro bioaccessibility, phase partitioning, and health risk of potentially toxic elements in dust of an iron mining and industrial complex / N. Soltani, B. Keshavarzi, F. Moore, M. Cave, A. Sorooshian, M.R.

Mahmoudi, M.R. Ahmadi, R. Golshani et al.// *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2021. Vol. 212. P. 111972. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2021.111972

10. Mechanistic considerations and biomarkers level in nickel-induced neurodegenerative diseases: An updated systematic review / C.P. Anyachor, D.B. Dooka, C.N. Orish, C.N. Amadi, B. Bocca, F. Ruggieri, M. Senofonte, C. Frazzoli, O.E. Orisakwe. et al. // *IBRO Neurosci Rep.* 2022. №31(13). P. 136-146. DOI: 10.1016/j.ibneur.2022.07.005.

11. Neurotoxic effects of aluminum and manganese: From molecular to clinical effects / N.V. Zaitseva, M.A. Zemlyanova, A.B. Gekht, S.I. Dedaev, Yu.V. Kol'dibekova, E.V. Peskova, M.S. Stepankov, A.A. Tinkov, A.C. Martins, A.V. Skalny, M. Aschner et al.// *Journal of the Neurological Sciences.* 2025. Vol. 473. 123480. DOI: 10.1016/j.jns.2025.123480

12. Nielsen Depression and anxiety in a manganese-exposed community / B.A. Racette, G. Nelson, W.W. Dlamini, T. Hershey, P. Prathibha, J. R. Turner, H. Checkoway, L. Sheppard, S. Searles et al.// *Neurotoxicology.* 2021. Vol. 85. P. 222-233. DOI: 10.1016/j.neuro.2021.05.017

13. Pereira de M.D., Schumacher M., Habibovic P. Cobalt-containing calcium phosphate induces resorption of biomineralized collagen by human osteoclasts // *Biomater Res.* 2021. №25(6). DOI: 10.1186/s40824-021-00209-7

14. The relationship between psychosocial risk and occupational functioning among miners / A. Moscicka-Teske, J. Sadtowska-Wrzesinska, A. Najder, M. Butlewski et al.// *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health.* 2019. Vol.32 (1). P. 87–98. DOI: 10.13075/ijomeh.1896.01162.

15. Toxicological Profile for Manganese / I M. Williams., G.D. Todd, N. Roney, J. Crawford, C. Coles, P.R. McClure, J.D. Garey, K. Zaccaria et al., M. Citra, Atlanta (GA), 2012.

References

1. Glants S. *Mediko-biologicheskaya statistika [Medical and biological statistics]* pod red. N.E. Buzikashvili i soavt. M.: Praktika, 1998. 459 p. Russia

2. *Klinicheskoe rukovodstvo po laboratornym testam [Clinical guidelines for laboratory tests]*/ Pod red. N.U. Titsa. M: YuNIMED-press, 2003. – 960 p. Russia

3. Kovalenko MS., Sibileva EV. The Arctic's resource composition, production challenges and prospects. *Arctic XXI century. Humanitarian sciences.* 2023; 1(31): 26–36. DOI: 10.25587/SVFU.2023.44.59.003 Russia

4. Masyagutova LM, Abdrakhmanova ER, Bakirov AB, Gabdulvaleeva EF. Major approaches to the diagnosis of occupational allergic diseases in modern conditions. *Social aspects of population health.* 2022; 68(4): 1-19. DOI: 10.21045/2071-5021-2022-68-4-14 Russia

5. Skugoreva SG, Ashihmina TYa, Fokina AI, Lyalina EI. Chemical groups of toxic effect of heavy metals (review). *Theoretical and applied ecology.* 2016; 1: 4-13. Russia

6. Chebotarev AG., Sementsova DD. Comprehensive Assessment of Working Conditions and Occupational Disease Rates at Mining and Metallurgical Enterprises. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry.* 2021; (1):114–119. DOI: 10.30686/1609-9192-2021-1-114-119 Russia

7. Cao ZR., Cui SM., Lu XX., Chen XM., Yang X., Cui JP., Zhang GH. Effects of occupational cadmium exposure on workers' cardiovascular system. *Zhonghua lao dong wei sheng zhi ye bing za zhi = Zhonghua laodong weisheng zhiyebing zazhi = Chinese journal of industrial hygiene and occupational diseases.* 2018; 36(6): 474–477. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2018.06.025

8. Veremchuk LV, Mineeva EE, Vitkina TI, Gvozdenko TA, Golokhvast KS. Impact of atmospheric microparticles and heavy metals on external respiration function of urbanized territory population. *Russian Open Medical Journal.* 2017; 6: 1–6. DOI: 10.15275/rusomj.2017.0402

9. Soltani N., Keshavarzi B., Moore F., Cave M., Sorooshian A., Mahmoudi M.R., Ahmadi M.R., Golshani R. In vitro bioaccessibility, phase partitioning, and health risk of potentially toxic elements in dust of an iron mining and industrial complex. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2021; 212. P. 111972. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2021.111972/

10. Anyachor CP, Dooka DB, Orish CN, Amadi CN, Bocca B, Ruggieri F, Senofonte M, Frazzoli C, Orisakwe OE. Mechanistic considerations and biomarkers level in nickel-induced neurodegenerative diseases: An updated systematic review. *IBRO Neurosci Rep.* 2022; 31(13):136-146. DOI: 10.1016/j.ibneur.2022.07.005.

11. Zaitseva NV., Zemlyanova MA., Gekht AB., Dedaev SI., Kol'dibekova YuV., Peskova EV., Stepankov MS., Tinkov AA., Martins AC., Skalny AV., Aschner M. Neurotoxic effects of aluminum and manganese: From molecular to clinical effects. *Journal of the Neurological Sciences.* 2025; 473. 123480, DOI:10.1016/j.jns.2025.123480

12. Racette BA, Nelson G, Dlamini WW, Hershey T, Prathibha P, Turner JR., Checkoway H, Sheppard L, Searles S. Nielsen Depression and anxiety in a manganese-exposed community. *Neurotoxicology.* 2021; 85: 222-233. DOI: 10.1016/j.neuro.2021.05.017.

13. Pereira MD, Schumacher M, Habibovic P. Cobalt-containing calcium phosphate induces resorption of biomineralized collagen by human osteoclasts. *Biomater Res.* 2021; 25(6). DOI: 10.1186/s40824-021-00209-7

14. Moscicka-Teske A, Sadtowska-Wrzesinska J, Najder A, Butlewski M. The relationship between psychosocial risk and occupational functioning among miners. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health.* 2019; 32 (1): 87–98. DOI: 10.13075/ijomeh.1896.01162.

15. Williams IM, Todd GD, Roney N, Crawford J, Coles C, McClure PR, Garey JD, Zaccaria K, Citra M. *Toxicological Profile for Manganese, Atlanta (GA).* 2012.

Библиографическая ссылка:

Зайцева Н.В., Фадеев А.Г., Горяев Д.В., Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В. Сравнительный анализ показателей негативных эффектов у работников предприятия горнорудной промышленности в условиях воздействия производственной экспозиции металлами // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 2-6. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/2-6.pdf> (дата обращения: 25.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-2-6. EDN QPDYPU*

Bibliographic reference:

Zaitseva NV, Fadeev AG, Goryaev DV, Zemlyanova MA, Koldibekova YV. Sravnitel'nyj analiz pokazatelej negativnyh effektorov u rabotnikov predpriyatiya gornorudnoj promyshlennosti v usloviyah vozdejstviya proizvodstvennoj ekspozicii metallami [Comparative analysis of negative effect indicators in mining industry workers under occupational exposure to metals]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition.* 2025 [cited 2025 Jul 25];4 [about 8 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/2-6.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-2-6. EDN QPDYPU

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY



СТРУКТУРНЫЕ ОСНОВЫ КЛИНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХЛОРОФИЛЛА (обзор литературы)

Ф.С. ДАТИЕВА*, К.А. ХАДАРЦЕВА**, А.А. ХАДАРЦЕВ***

*Владикавказский научный центр РАН, Институт биомедицинских исследований,
ул. Вильямса, д. 1, с. Михайловское, РСО-А, 363110, Россия

**Тульская региональная общественная организация «Академия медико-биологических и технических наук», ул. Оружейная, д. 23/36, Г. Тула, 300028, Россия

***ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», медицинский институт,
Пр. Ленина, 92, Тула, 300012, Россия

Аннотация. В обзоре литературы по медицинскому применению *хлорофилла* дана историческая справка по результатам исследований этого растительного пигмента с 1800 года. Приведены итоги многочисленных исследований терапевтического эффекта *хлорофилла*. Показаны основные направления исследований его биологических эффектов – как средства лечения и как компонента *фотодинамической терапии*. Показана структура *хлорофилла*, характеризующаяся наличием кольцевой структуры тетрапиррольного *порфирина* и этерифицированного *фитола*. Определена возможность замещения центрального атома *Mg* на водород с переходом в *феофитин*, на кобальт, медь, железо и цинк – с образованием *металлопорфиринов*. Активно создаются функциональные хлорофиллсодержащие *биоактивные продукты* – концентраты, которые содержат не менее 300 мг% (3%) производных *хлорофилла*. Изучаются продукты биологической деградации *хлорофилла а* в высших растениях – *филлобилины*, обладающие антиоксидантными, противовоспалительными, онкопротекторными свойствами. Появился ряд работ, которые изучают «*биофотонные*» взаимодействия при передаче в нейронных цепях в организме млекопитающих, в особенности ряда *нейротрансмиттеров*. Определен механизм, полностью отличающийся от электрической передачи по нервным волокнам и химической передачи через химические синапсы – и может включать механизм «*фотонного квантового мозга*». Это открывает новые перспективы изучения биомолекул в организме человека.

Ключевые слова: хлорофилл, производные хлорофилла

THE STRUCTURAL FOUNDATIONS OF THE CLINICAL EFFICACY OF CHLOROPHYLL (literature review)

F.S. DATIEVA*, K.A. KHADARTSEVA**, A.A. KHADARTSEV***

*Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Institute of Biomedical Research,
Williams St., 1, Mikhailovskoye village, RSO-A, 363110, Russia

**Tula Regional Public Organization "Academy of Biomedical and Technical Sciences",
23/36 Oruzheynaya St., Tula, 300028, Russia

***Tula State University, Medical Institute, 92 Lenin Ave., Tula, 300012, Russia

Abstract. A review of the literature on the medical use of chlorophyll provides historical information on the results of research on this plant pigment since 1800. The results of numerous studies of the therapeutic effect of chlorophyll are presented. The main directions of research on its biological effects are shown – as a means of treatment and as a component of photodynamic therapy. The structure of chlorophyll is shown, characterized by the presence of a ring structure of tetrapyrrole porphyrin and esterified phytol. The possibility of replacing the central Mg atom with hydrogen with the transition to pheophytine, and with cobalt, copper, iron, and zinc with the formation of metalloporphyrins has been determined. Functional chlorophyll-containing bioactive products are actively being created, concentrates that contain at least 300 mg% (3%) of chlorophyll derivatives. The products of biological degradation of chlorophyll a in higher plants, phyllobilins, with antioxidant, anti-inflammatory, and oncoprotective properties, are being studied. A number of papers have appeared that study "biophotonic" interactions during transmission in neural circuits in the mammalian body, especially a number of neurotransmitters. A mechanism has been identified that is completely different from electrical transmission through nerve fibers and chemical transmission through chemical synapses, and may include the mechanism of a "photonic quantum brain." This opens up new perspectives for studying biomolecules in the human body.

Key words: chlorophyll, chlorophyll derivatives

В медицинской практике применение хлорофиллсодержащих веществ датируется 1800 г., когда впервые был выделен зеленый растительный пигмент *хлорофилл* (ХФ) – (*chloros* – зелёный, *phyllon* – лист) и описаны его терапевтические эффекты [3, 14]. Была изучена гомология с гемом, и предложен метод коррекции анемии с его участием. Долгие годы препараты ХФ использовали локально (при гингивитах) и *per os* с различными целями, в первую очередь как противовоспалительное средство [25]. Было доказано, что ХФ имеет единую структуру у всех видов растений и состоит из двух производных – ХФ *a* и *b*. Исследование структуры ХФ было удостоено Нобелевской премии. В конце прошлого века появились работы по изучению химиопрофилактической активности ХФ в отношении опухолей, а его синтетические производные стали применяться в *фотодинамической терапии* (ФДТ) [21]. В начале XXI века Марио Феруцци и Джеймс Блэйксли опубликовали, а в 2020 году обновили в системном обзоре результаты исследований об основных биологических эффектах ХФ [10].

В настоящее время исследования биологических эффектов ХФ идут в двух основных направлениях: в качестве основы для препаратов ФДТ и как средства для лечения заболеваний. Изучаются следующие терапевтические возможности ХФ: нормализующие желудочно-кишечное пищеварение и метаболические процессы (в частности, полусинтетический препарат – натрий-медный *хлорофиллин*, который выпускается в форме БАД), изучаются химиопрофилактические, противовоспалительные, антиоксидантные эффекты.

Структура ХФ достаточно изучена и характеризуется наличием кольцевой структуры тетрапиррольного *порфирина* и этерифицированного *фитола*. Есть мнение, что, высококонсервативная структура *порфирина* похожа на *гем* с некоторыми отличиями, которые включают центральный хелатированный магний (*Mg*). Тетрапиррольные пигменты играют важную роль в фотосинтезе, в поглощении солнечного света и его преобразовании в химическую энергию, что, в конечном итоге, используется для снижения CO_2 , при этом побочным продуктом становится кислород [34]. ХФ *a* – универсальным пигмент, важен в поглощении света синего и красного диапазона, и в преобразовании энергии [4].

Различают 5 видов ХФ: *-a, -b, -c, -d* и *-f*, из которых первые 2 присутствуют в съедобных растениях. При химических воздействиях (переработке продуктов, фармацевтическом образовании полусинтетиков ХФ) – возможно замещение центрального атома *Mg* на водород (ХФ → *феофитин*), на кобальт, медь, железо и цинк – с образованием *металлопорфиринов* [26].

При химическом процессе в условиях щелочной среды, гидролиз с хелатированием меди образует «водорастворимое полусинтетическое производное – натрий-медный хлорофилл (*SCC*)» – популярная у приверженцев здорового питания пищевая добавка [27], трисодиевый или дисодиевый *хлорофиллин*. Также активно создаются функциональные хлорофиллсодержащие *биоактивные продукты* (БП) – концентраты, которые содержат не менее 300 мг% (3%) производных ХФ.

В доступной базе данных РИНЦ в период с 1980 г. по настоящее время представлено около 22 патентов РФ и авторских свидетельств на получение ХФ, его производных для медицины, фармацевтической промышленности, косметологии и ветеринарии. На рынке присутствуют десятки различных форм полусинтетического ХФ (медные комплексы *хлорофиллина* из различных растительных агентов (люцерны, клевера, мяты перечной и др.), которые рекомендуются в качестве средств для коррекции ожирения, метаболического синдрома или в комплексной антивозрастной терапии. За рубежом используется полусинтетический безрецептурный препарат *Derifil* [25], и многочисленные БАДы.

Прием с пищей *хлорофилла* происходит при употреблении зеленых овощей, а количество зависит от типа и степени их обработки. Основной источник пищевого ХФ – темно-зеленые овощи, зеленые фрукты, растительные масла (оливковое), водоросли. ХФ *a* преобладает над ХФ *b* [8, 32], ХФ *c* – на 2 месте по распространенности после *хлорофилла a* в морских организмах [25]. В последние годы изучаются продукты биологической деградации ХФ *a* в высших растениях (с открытой цепью) – *филлобилины*, которые обладают антиоксидантными, противовоспалительными, онкопротекторными свойствами [19].

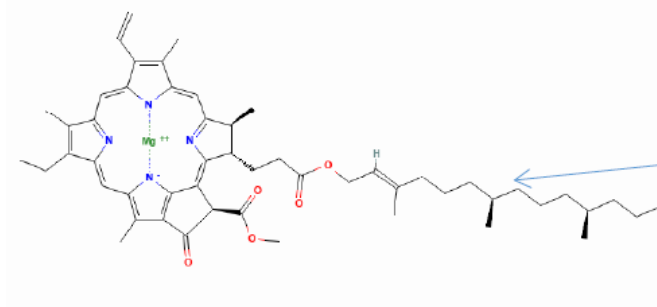
При приеме с пищей ХФ может подвергаться трансформации в просвете кишечника, однако в эксперименте на кроликах ХФ *a* и ХФ *b* поступали в печень в неизменном виде, однако в других органах и тканях присутствовали его производные (*феофорбид*, *фитол*, *хлорофиллид*, *феофитин*) [17]. Сегодня доказаны различия в его биодоступности, связанные с различными путями абсорбции. Циркулирующие метаболиты ХФ поступают в печень, тормозят развитие опухолей в коже, тонком кишечнике, толстой кишке, селезенке, печени и легких крыс при кормлении рационом, содержащим 10% шпината в течение 34 недель после введения канцерогена [23]. Интересным является тот факт, что у людей-добровольцев *in vivo* 90-95% меченого ^{14}C после перорально приема производного ХФ – *феофитина* выводилось с калом в основном в неизменном виде, а около 5% производного ХФ – *фитола* абсорбировалось в грудном лимфатическом протоке [34].

Еще в 1993 году *D.A. Bellnier* и соавт. были показаны фотосенсибилизирующие способности производного ХФ *пирофеофорбида a* (2-[1-гексилоксиэтил]-2-девинилпирофеофорбида-*a*), который поглощался клетками паренхиматозных органов, сердцем, нервной и эндокринной тканью мышей, что изме-

нило представления о метаболизме пищевого ХФ. Полусинтетический ХФ (*натриево-медный хлорофиллин*) способен проникать даже в системный кровоток при пероральном приеме у крыс [11].

Хлорофилл А

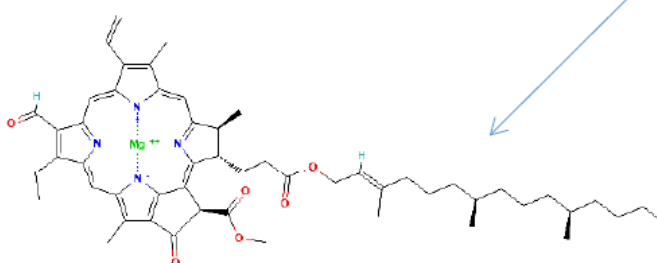
(<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>)



ФИТО(И)ЛЬНЫЙ
ХВОСТ

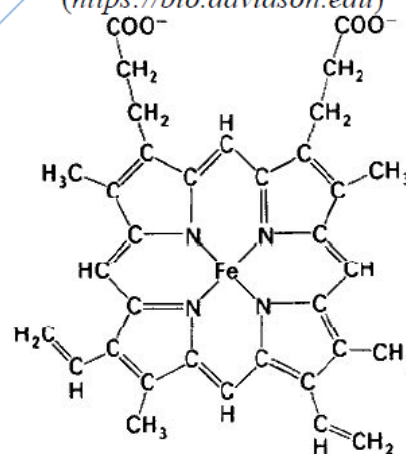
Хлорофилл В

(<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>)



Гем

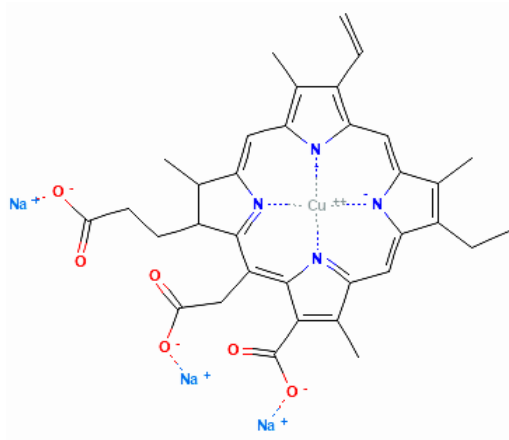
(<https://bio.davidson.edu>)



Полусинтетический хлорофилл (*Chlorophyllin*)

Trisodium copper Chlorin e₆

(<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>)



Disodium copper Chlorin e₄

(<https://lpi.oregonstate.edu/mic/dietary-factors/phytochemicals/chlorophyll-metallo-chlorophyll-derivatives>)

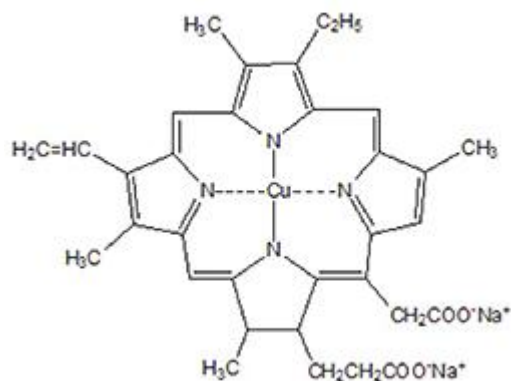


Рис. Структура основных форм природного хлорофилла (a, b) и полусинтетических производных ХФ в сравнении со структурой Гема

В последние годы широко изучаются онкопротекторные свойства ХФ и его производных, которые были описаны *Ferruzzi* и *Blakeslee* в начале века. ХФ оказывал антимуtagenный и антигенотоксический эффекты, полусинтетический ХФ связывал мутагены прямого и опосредованного действия (гетероциклические амины, оксид хрома), афлатоксин *B1*, бензо[*a*]пирены (*b[a]p*) и антрацены; отдельные производные ХФ снижают активность окислительного стресса, степень альтерации при воспалении, снижая процессы ПОЛ за счет повышения активности АОС [37]. Была показана способность ограничивать биодоступность канцерогенов производными ХФ (феофорбиды, хлорофиллиды и полусинтетический ХФ), вызывая образование ДНК-аддуктов из канцерогенов [29] и здесь работает механистическая теория, когда в эксперименте только совместный прием ХФ и канцерогена сопровождается снижением эффектов последнего, тогда как пре- или посткондиционирование ХФ определяет недостоверный эффект. В 2009 году *DJ Castro* и соавт. был показан положительный антиканцерогенный эффект у потомства в модели трансплацентарного канцерогенеза – лимфома-зависимая смертность у потомства мышей была ослаблена совместным потреблением матерью полусинтетического ХФ с *b[a]p* (в соотношении 10:1), что подтвердило механизм «захвата» мутагена [6]. Еще в 1993 году *S. Arimoto* и соавт. предполагали, что именно планарная структура остатка *порфирина*, а не центральный ион металла, способствует комплексообразованию со многими полициклическими планарными мутагенами, включая *афлатоксин B1*, *b[a]p* и *ICR-170*. Однако в ряде исследований этот эффект носит дозозависимый характер, а в некоторых исследованиях показано, что высокие дозы полусинтетических производных ХФ усиливают канцерогенный эффект мутагенов [25].

Позже уже «омиксные» технологии показали, что *хлорофиллы* регулируют белки, участвующие в стрессовом апоптозе, пролиферации клеток и передаче сигнала при мутагенном воздействии, воздействуя на блокирование мутагенов и экспрессию генов, участвующих в канцерогенезе в эксперименте и клинике [18, 44].

ХФ и его производные снижают выработку свободных радикалов и дезактивируют их в клетках (в большей степени *феофитины*, затем ХФ *a*, в меньшей степени ХФ *b*) [16]. У металлопорфиринов эта способность выше, особенно железосодержащих, которые снижают синтез перекиси водорода [42].

Исследования продемонстрировали возможность ХФ и его производных модулировать путь *Keap1-NFE2-related factor 2 (Nrf2) -antioxidant responsive element (ARE)*, участвующий в механизмах окислительного стресса и воспаления, способствуя ингибированию онкогена [35]. Противовоспалительные и противораковые эффекты ХФ и его производных связаны с блокированием пути *NF-kB* [22, 28], *TGF-β* [36], β -катенина в кишечнике [38].

Интересным является метод использования ХФ и его производных в ФДТ гнойных ран (оказывает бактериостатический и бактерицидные эффекты) [2], рака, а также в рамках редактирования генома раковых клеток [43]. Идут исследования по разработкам отечественных фотосенсибилизаторов на основе ХФ и его производных [1]. Более изучены фотосенсибилизирующие свойства ХФ для лечения опухолей, что связано с особенностями структуры молекулы, способной поглощать фотоны света в красном спектре при активности молекул на порядок выше, чем у препаратов *гемопорфирина*. Метаболиты ХФ, поступающие в раковые клетки способны вызывать повреждение онкоклеток, так, *феофорбиды (a, b)*, *феофитин (a, b)* [15, 40], хлорофиллин *f* [9] и *e4* [21] тормозят рост раковых клеток, способствуя их апоптозу через активные формы кислорода и митохондрии, а также активируют в них *аутофагию* и ПОЛ [31]. В эксперименте *феофорбид*, а вызвал еще один важный эффект – повышал иммуногенность клеток гепатомы человека (*HerG2*) при ФДТ, что повышало иммунитет к раку у хозяина опухоли [31, 34].

Понимание многочисленных эффектов ХФ и его производных в настоящее время вышло на новый уровень развития науки и это связано с новыми исследованиями в области биофизики и квантовой биологии. По мнению многих исследователей фотосинтез как «самая простая и фундаментальная химическая реакция переноса электронов имеет решающее значение в биологии, химии и в основных аспектах жизни» [39]. С биофизической точки зрения процесс носит название «квантового биологического электронного туннелирования в реальном времени» и может, по мнению ряда исследователей, осуществляться не только в ХФ, но и в других биомолекулах со сходным строением (белок + ион), к которым можно отнести и гем, и ряд ферментов, в т.ч. *цитохромы*, однако у них другие спектры поглощения света. Под действием фотонов света с участием молекулы ХФ реализуются основные принципы квантово-механистической теории: «туннелирования», «колебания индуктора» (фотонные возмущения), «когерентность» и «интерференция», вследствие чего происходит реализация энергии фотонов в энергию, которая приводит в конечном итоге к образованию молекул АТФ [5], необходимых для процесса жизнедеятельности.

ХФ в природе – ключевой хромофорный пигмент фотосинтеза, в процессе поглощения фотонов света он приобретает свойство «экситона» (квазичастицы). Находящиеся в непосредственной близости молекулы каротиноидов «настраивают» энергетические состояния, подобно белкам, участвующим в ферментативных реакциях, защищают их от избытка света, блокируя образование свободных радикалов. Таким образом, вследствие химического строения, молекула ХФ и его производных, сохраняющих

структуру (белок+ион) при поступлении с пищей, способно выступать как фактор, способный преобразовывать «энергию» в АТФ, что определяет его биологические эффекты:

В 20-х годах текущего столетия в зарубежной печати появился ряд работ, которые изучают аспекты «биофотонных» взаимодействий (*биофотонная* активность и передача в нейронных цепях) в организме млекопитающих [12], в особенности ряда *нейротрансмиттеров* [20]; механизм полностью отличается от электрической передачи по нервным волокнам и химической передачи через химические синапсы [13, 33] и может включать механизм «*фотонного квантового мозга*» [7]. В исследованиях китайских ученых под руководством *W. Chai* и *Z. Han* (2021) для возбуждающего нейроны транслимтера глутамата было показано наличие «*нейронной биофотонной активности и передачи (электронов)*», которая укладывается в концепцию «*квантового мозга фотонов*»; было доказано, что действие глутамата на рецепторы мозга мыши приводит к снижению его собственных квантовых уровней энергии, затем глутамат частично или полностью теряет свою функцию, но индуцируется биофотонная активность в срезах мозга мышей. В качестве средств для восстановления квантовых уровней энергии молекулы глутамата, связанных с обменом и переносом энергии электронов на его активном атоме водорода, – авторы использовали электрические разряды постоянного тока и «*переноса энергии фотосинтеза хлоропластов*», полученные из шпината; после чего «*восстановленная квантовая энергия глутамата снова повышала значительную биофотонную активность мозга*». Таким образом, исследователи получили данные в пользу квантового механизма действия нейротрансмиттера, а также способность восстановления его уровней квантовой активности с помощью ХФ растений.

Авторы считают, что хлоропласты достигают эффективной передачи световой энергии гипofункциональному или нефункциональному глутамату посредством фотосинтеза при освещении светом, и, следовательно, реализуют перенос электронов и протонов между молекулами, по механизмам квантовой механики [25]. Свежеприготовленные из шпината хлоропласты при сочетании дневного и ночного освещения «*могли поддерживать определенную степень активности переноса света*», особенно при подкислении среды, для повышения глутаматом биофотонной активности мозга через рецептор *NMDA*, который принимает активное участие в процессах памяти и запоминания, данные результаты могут привести к новой перспективе для выяснения патофизиологических механизмов нейропсихиатрических расстройств (шизофрении, депрессивных состояний). Исходя из вышесказанного возникает вопрос – возможно ли, что использование в диете зеленых компонентов растений, оказывающих благоприятное воздействие на организм и широко применяемое в схемах ЗОЖ, реализует свои эффекты через ХФ хлоропластов на нейротрансмиттеры? Аналогично электромагнитной стимуляции мозга, электрошоку, традиционной натуральной медицины (гомеопатии) и иглоукаливанию [41]? Ведь глутамин и другие нейротрансмиттеры (серотонин, мелатонин, дофамин и др.), имеют белковую природу, а, следовательно, и им через рецепторы тоже возможна передача энергии с последующим повышением уровня «*биофотонной активности*» мозга и/или кишечника?

Современная наука, основываясь на последних достижениях квантовой биологии, в будущем, возможно, будет изучать механизмы коррекции дисбаланса квантовых энергетических уровней молекул (нейротрансмиттеров, ферментов и других функциональных молекул), что позволит разработать методы «*квантовой терапии*» и «*квантовых препаратов*» путем изменения и модуляции квантовых энергетических уровней биологических молекул или лекарств. Если снижение квантовых энергетических уровней нейротрансмиттеров восстанавливается переносом энергии фотосинтеза хлоропластов (ХФ), то и для *гема* (гемоглобин и цитохромы), имеющего схожую структуру (белок+ион), такие механизмы тоже возможны, что открывает новые перспективы изучения биомолекул в организме человека.

Литература

1. Алексеев Ю.В., Дроздова Н.В. Перспективы применения фотодинамической терапии с использованием нового отечественного фотосенсибилизатора с действующим веществом "ЭВОхлорофилл" // Медицинская физика. 2022. № 1(93). С. 12. EDN AMABPM
2. Использование димеглюмин хлорина Е6 в качестве фотосенсибилизатора при фотодинамической терапии неонкологических заболеваниях / Д. Ю. Семенов, В. К. Шубин, Е. Ф. Странадко [и др.] // Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье. 2023. – Т. 13, № 4. С. 57-62. DOI 10.20340/vmi-rvz.2023.4.CLIN.5. EDN STLQJC.
3. Миронов, А. Ф. Химические превращения хлорофилла а и возможные области применения его производных // Российский химический журнал. 2017. Т. 61, № 3. С. 42-68. EDN UQBQBA.
4. Björn, L.O., Papageorgiou, G.C., Blankenship, R.E., Govindjee. A viewpoint: Why chlorophyll a? // Photosynth. Res. 2009. № 99(2). P. 85-98.
5. Brookes J. C. Quantum effects in biology: golden rule in enzymes, olfaction, photosynthesis and magnetodetection // Proc. R. Soc. A. 2017. № 473. P. 20160822

6. Castro D.J., Löhr C. v, Fischer K.A., Waters K.M., Webb-Robertson B-J.M., Dashwood R.H. Identifying efficacious approaches to chemoprevention with chlorophyllin, purified chlorophylls and freeze-dried spinach in a mouse model of transplacental carcinogenesis. // *Carcinogenesis* 2009. №30. P. 315–20.
7. Chai, W., Han, Z., Wang, Z., Li, Z., Xiao, F., Sun, Y.. Biophotonic activity and transmission mediated by mutual actions of neurotransmitters are involved in the origin and altered states of consciousness. *Neuroscience Bulletin*.
8. Chen K., Ríos J.J., Pérez-Gálvez A., Roca M. Comprehensive chlorophyll composition in the main edible seaweeds. // *Food Chemistry* 2017. №228. P. 625–33.
9. Du, L., Zheng, J., Jiang, N., Wang, G., Chu, Y., Lin, W., Jing, Q., Yuanfang, Z., Gang, C. Photodynamic therapy with the novel photosensitizer chlorophyllin f induces apoptosis and autophagy in human bladder cancer cells. // *Lasers Surg. Med.*, 2014. № 46(4). P. 319-334
10. Ferruzzi M.G., Blakeslee J. Digestion, absorption, and cancer preventative activity of 869 dietary chlorophyll derivatives. // *Nutrition Research* 2007. №27. P. 1–12.
11. Gomes B.B., Barros S.B.M., Andrade-Wartha E.R.S., Silva A.M.O., Silva V. V., Lanfer-Marquez U.M. Bioavailability of dietary sodium copper chlorophyllin and its effect on antioxidant defence parameters of Wistar rats. // *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2009. №89. P.:2003–10.
12. Han, Z., Chai, W., Wang, Z. et al. Quantum energy levels of glutamate modulate neural biophotonic signals. // *Photochem Photobiol Sci* 2021. №20, P. 343–356.
13. Hao, T., Dai, Y.. Propagation of action potential mediated by microtubules may involve in the neural quantum mechanism. // *NeuroQuantology*.
14. Harrison Jos W.E., Levin S.E., Trabin B. The Safety and Fate of Potassium Sodium Copper 839 Chlorophyllin and Other Copper Compounds. // *Journal of the American Pharmaceutical Association (Scientific Ed)* 1954. №43. P. 722–37.
15. Hoi, S.W.-H., Wong, H.M., Chan, J.Y.-W., Yue, G.G.L., Tse, G.M.-K., Law, B.K.-B., Fong, W.P., Fung, K.P. Photodynamic therapy of pheophorbide a inhibits the proliferation of human breast tumour via both caspase-dependent and -independent apoptotic pathways in in vitro and in vivo models. // *Phytother. Res.*, 2012. № 26(5). P. 734-742,
16. Hsu C-Y., Chao P-Y., Hu S-P., Yang C-M. The Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Chlorophylls and Pheophytins. // *Food and Nutrition Sciences* 2013. №04. P. 1–8.
17. Hsu C-Y., Yeh T-H., Huang M-Y., Hu S-P., Chao P-Y., Yang C-M. Organ-specific distribution of chlorophyll-related compounds from dietary spinach in rabbits. // *Indian Journal of Biochemistry Biophysics* 2014. №51. P. 388–95.
18. Jubert C, Mata J, Bench G, Dashwood R, Pereira C, Tracewell W. Effects of chlorophyll and chlorophyllin on low-dose aflatoxin B 1 pharmacokinetics in human volunteers. // *Cancer Prevention Research* 2009. №2. P. 1015–22.
19. Karg C.A., Taniguchi M., Lindsey J.S., Moser S. Phyllobilins - Bioactive Natural Products Derived from Chlorophyll - Plant Origins, Structures, Absorption Spectra, and Biomedical Properties. // *Planta Med.* 2023. №89(6). P. 637-662. doi: 10.1055/a-1955-4624.
20. Lambert, N., Chen, Y. N., Cheng, Y. C., Li, C. M., Chen, G. Y., Nori, F. Quantum biology. Nature Physics. Spatiotemporal imaging of glutamate-induced biophotonic activities and transmission in neural circuits. *PLoS ONE*.
21. Li B., Wu Z., Li W., Jia G., Lu J., Fang J. Chlorophyllin e4 is a novel photosensitizer against human bladder cancer cells. // *Oncology Reports* 2012. №27. P. 1455–60.
22. Lin K.H., Hsu C.Y., Huang Y.P., Lai J.Y., Hsieh W.B., Huang M.Y. Chlorophyll-Related Compounds Inhibit Cell Adhesion and Inflammation in Human Aortic Cells. // *Journal of Medicinal Food* 2013. №16. P. 886–98.
23. McQuistan T.J., Simonich M.T., Pratt M.M., Pereira C.B., Hendricks J.D., Dashwood R.H. Cancer chemoprevention by dietary chlorophylls: A 12,000-animal dose-dose matrix biomarker and tumor study. // *Food and Chemical Toxicology* 981 2012. №50. P. 341–52.
24. Micaela Hayes, Mario G. Ferruzzi, Update on the bioavailability and chemopreventative mechanisms of dietary chlorophyll derivatives, // *Nutrition Research*, 2020. Volume 81. Pages 19-37.
25. Monahan, D. M., Whaley-Mayda, L., Ishizaki, A., & Fleming, G. R.. Influence of weak vibrational-electronic couplings on 2D electronic spectra and inter-site coherence in weakly coupled photosynthetic complexes. // *The Journal of Chemical Physics*.
26. Moreira L.M., Lima A, Soares R.R.S., Batistela V.R., Gerola A.P., Hioka N Metallochlorophylls of magnesium, copper and zinc: Evaluation of the influence of the first coordination sphere on their solvatochromism and aggregation properties. // *Journal of the Brazilian Chemical Society* 2009. №20. P. 1653–8.
27. Mortensen A, Geppel A. HPLC-MS analysis of the green food colorant sodium copper chlorophyllin. // *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 2007. №8. P. 419–25.

28. Pal S, Bhattacharjee A, Ali A, Mandal N.C., Mandal S.C., Pal M. Chemoprotection by natural chlorophylls in vivo: inhibition of dibenzo[a,l]pyrene-DNA adducts in rainbow trout liver. // *Journal of Inflammation* 2014. №1. P. 23.
29. Pietrzak M, Halicka H.D., Wieczorek Z, Wieczorek J, Darzynkiewicz Z. Attenuation of acridine mutagen ICR-191 - DNA interactions and DNA damage by the mutagen interceptor chlorophyllin. // *Biophysical Chemistry* 2008. №135. P. 69–75.
30. Priyadarsini R.V., Kumar N, Khan I, Thiyagarajan P, Kondaiah P, Nagini S. Gene expression signature of dmba-induced hamster buccal pouch carcinomas: // *Modulation by chlorophyllin and ellagic acid. PLoS ONE* 2012. №7. P. 1–9.
31. Rapozzi, V., Miculan, M., Xodo, L.E. Evidence that photoactivated pheophorbide a causes in human cancer cells a photodynamic effect involving lipid peroxidation. // *Cancer Biol. Ther.*, 2009., №8(14). P. 1318-1327
32. Roberts J.L., Moreau R. Functional properties of spinach (*Spinacia oleracea* L.) phytochemicals and bioactives. // *Food and Function* 2016. №7. P. 3337–53.
33. Salari, V., Valian, H., Bassereh, H., Bokkon, I., Barkhordari, A. Ultraweak photon emission in the brain. // *Journal of Integrative Neuroscience*.
34. Solymosi K., Mysliwa-Kurdziel B. Chlorophylls and their Derivatives Used in Food Industry and Medicine. // *Mini Rev Med Chem*. 2017. №17(13). P. 1194-1222. doi: 10.2174/1389557516666161004161411.
35. Sporn M.B., Liby K.T. NRF2 and cancer: The Good, the bad and the importance of context. // *Nature Reviews Cancer* 2012. №12. P. 564–71.
36. Thiyagarajan P., Kavitha K, Thautam A, Dixit M, Nagini S. Dietary chlorophyllin abrogates TGF- β signaling to modulate the hallmark capabilities of cancer in an animal model of forestomach carcinogenesis. // *Tumor Biology* 2014. №35. P. 6725–37.
37. Vaňková K, Marková I, Jašprová J, Dvořák A, Subhanová I, Zelenka J Chlorophyll-mediated changes in the redox status of pancreatic cancer cells are associated with its anticancer effects. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2018. №2018. P. 1–11.
38. Vesenick D.C., Aparecida De Paula N., Niwa A., Mantovani M.S. Evaluation of the Effects of Chlorophyllin on Apoptosis Induction, Inhibition of Cellular Proliferation and mRNA Expression of CASP8, CASP9, APC and B-catenin. // *Current Research Journal of Biological Sciences* 2012. №4. P. 315–22.
39. Xin H., Sim W.J., Namgung B., Choi Y., Li B., Lee L.P. Quantum biological tunnel junction for electron transfer imaging in live cells. // *Nat Commun*. 2019. №10(1). P. 3245. doi: 10.1038/s41467-019-11212-x.
40. Yoon, H.-E., Oh, S.-H., Kim, S.-A., Yoon, J.-H., Ahn, S.-G. Pheophorbide a-mediated photodynamic therapy induces autophagy and apoptosis via the activation of MAPKs in human skin cancer cells. // *Oncol. Rep.*, 2013. №31. P. 137-14
41. Yrondi, A., Sporer, M., Peran, P., Schmitt, L., Arbus, C., Sauvaget, A. Electroconvulsive therapy, depression, the immune system and inflammation: A systematic review. // *Brain Stimulation*.
42. Yu J.W., Yang R., Kim Y.S. Differential cytoprotective effect of copper-and iron containing chlorophyllins against oxidative stress-mediated cell death. // *Free Radical Research* 2010. №44. P. 655–67.
43. Zhang C, Wang X, Liu G, Ren H, Liu J, Jiang Z, Zhang Y. CRISPR/Cas9 and Chlorophyll Coordination Micelles for Cancer Treatment by Genome Editing and Photodynamic // *Therapy. Small*. 2023 . №19(17). P. e2206981. doi: 10.1002/sml.202206981
44. Zhang J, Wang W, Yang F, Zhou X, Jin H, Yang P.Y. Comparative proteomic analysis 1025 of drug sodium iron chlorophyllin addition to Hep 3B cell line. // *Analyst* 2012. №137. P. 4287–1026

References

1. Alekseev YuV, Drozdova NV. Perspektivy primeneniya fotodinamicheskoy terapii s ispol'zovaniem novogo otechestvennogo fotosensibilizatora s dejstvuyushchim veshchestvom "EVOhlorofill" [Prospects for the application of photodynamic therapy using a new domestic photosensitizer with the active ingredient "EVOchlorophyll"] *Medicinskaya fizika*. 2022;1(93):12. EDN AMABPM Russian.
2. Ispol'zovanie dimeglyumin hlorina E6 v kachestve fotosensibilizatora pri fotodinamicheskoy terapii neonkologicheskikh zabolevaniyah / D Yu. Semenov, V K. Shubin, E F. Stranadko [i dr.] *Vestnik medicinskogo instituta "REAVIZ": reabilitaciya, vrach i zdorov'e* [The use of dimeglumine chloride E6 as a photosensitizer in photodynamic therapy of non-oncological diseases]. 2023;13:57-62. DOI 10.20340/vmi-rvz.2023.4.CLIN.5. EDN STLQJC. Russian.
3. Mironov, A F. Himicheskie prevrashcheniya hlorofilla a i vozmozhnye oblasti primeneniya ego proizvodnyh [Chemical transformations of chlorophyll a and possible applications of its derivatives]. *Rossijskij himicheskij zhurnal*. 2017; 61:42-68. EDN UQBQBA. Russian.
4. Björn, LO, Papageorgiou, GC. Blankenship, RE. Govindjee. A viewpoint: Why chlorophyll a? *Photosynth. Res.*, 2009, 99(2), 85-98.
5. Brookes J C. Quantum effects in biology: golden rule in enzymes, olfaction, photosynthesis and magnetodetection *Proc. R. Soc. A*. 2017 473:20160822http://doi.org/10.1098/rspa.2016.0822

6. Castro DJ, Löhr C v, Fischer KA, Waters KM, Webb-Robertson 1073 B-JM, Dashwood RH, et al. Identifying efficacious approaches to chemoprevention with chlorophyllin, purified chlorophylls and freeze-dried spinach in a mouse model of transplacental carcinogenesis. *Carcinogenesis* 2009;30:315–20. <https://doi.org/10.1093/carcin/bgn280>
7. Chai, W, Han, Z, Wang, Z, Li, Z, Xiao, F, Sun, Y., et al. (2018). Biophotonic activity and transmission mediated by mutual actions of neurotransmitters are involved in the origin and altered states of consciousness. *Neuroscience Bulletin*. <https://doi.org/10.1007/s12264-018-0215-9>.
8. Chen K, Ríos JJ, Pérez-Gálvez A, Roca M. Comprehensive chlorophyll composition in the main edible seaweeds. *Food Chemistry* 2017;228:625–33. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.036>.
9. Du, L; Zheng, J; Jiang, N; Wang, G; Chu, Y; Lin, W; Jing, Q; Yuanfang, Z; Gang, C. Photodynamic therapy with the novel photosensitizer chlorophyllin f induces apoptosis and autophagy in human bladder cancer cells. *Lasers Surg. Med.*,2014, 46(4), 319-334
10. Ferruzzi MG, Blakeslee J. Digestion, absorption, and cancer preventative activity of 869 dietary chlorophyll derivatives. *Nutrition Research* 2007;27:1–12. 870 <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2006.12.003>.
11. Gomes BB, Barros SBM, Andrade-Wartha ERS, Silva AMO, Silva V. V., Lanfer-Marquez UM. Bioavailability of dietary sodium copper chlorophyllin and its effect on antioxidant defence parameters of Wistar rats. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2009;89:2003–10. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3681>
12. Han, Z., Chai, W., Wang, Z. et al. Quantum energy levels of glutamate modulate neural biophotonic signals. *Photochem Photobiol Sci* 20, 343–356 (2021). <https://doi.org/10.1007/s43630-021-00022-0>
13. Hao, T., & Dai, Y. (2019). Propagation of action potential mediated by microtubules may involve in the neural quantum mechanism. *NeuroQuantology*. <https://doi.org/10.14704/nq.2019.17.02.1975>
14. Harrison JosWE, Levin SE, Trabin B. The Safety and Fate of Potassium Sodium Copper 839 Chlorophyllin and Other Copper Compounds*. *Journal of the American Pharmaceutical Association (Scientific Ed)* 1954;43:722–37. <https://doi.org/10.1002/jps.3030431206>.
15. Hoi, SW-H; Wong, HM; Chan, JY-W; Yue, GGL; Tse, GM-K; Law, BK-B; Fong, WP; Fung, KP. Photodynamic therapy of pheophorbide a inhibits the proliferation of human breast tumour via both caspase-dependent and -independent apoptotic pathways in in vitro and in vivo models. *Phytother. Res.*,2012, 26(5), 734-742,
16. Hsu C-Y, Chao P-Y, Hu S-P, Yang C-M. The Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Chlorophylls and Pheophytins. *Food and Nutrition Sciences* 2013;04:1–8. <https://doi.org/10.4236/fns.2013.48a001>.
17. Hsu C-Y, Yeh T-H, Huang M-Y, Hu S-P, Chao P-Y, Yang C-M. Organ-specific distribution of chlorophyll-related compounds from dietary spinach in rabbits. *Indian Journal of Biochemistry & Biophysics* 2014;51:388–95.
18. Jubert C, Mata J, Bench G, Dashwood R, Pereira C, Tracewell W, et al. Effects of chlorophyll and chlorophyllin on low-dose aflatoxin B 1 pharmacokinetics in human volunteers. *Cancer Prevention Research* 2009;2:1015–22. <https://doi.org/10.1158/1940-1055.6207.CAPR-09-0099>
19. Karg CA, Taniguchi M, Lindsey JS, Moser S. Phyllobilins - Bioactive Natural Products Derived from Chlorophyll - Plant Origins, Structures, Absorption Spectra, and Biomedical Properties. *Planta Med.* 2023 May;89(6):637-662. doi: 10.1055/a-1955-4624.
20. Lambert, N, Chen, Y N, Cheng, Y C, Li, C M, Chen, G Y, Nori, F. (2013). Quantum biology. *Nature Physics*. <https://doi.org/10.1038/nphys.2474>. Tang, R., & Dai, J. (2014). Spatiotemporal imaging of glutamate-induced biophotonic activities and transmission in neural circuits. *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085643>.
21. Li B, Wu Z, Li W, Jia G, Lu J, Fang J, et al. Chlorophyllin e4 is a novel photosensitizer against human bladder cancer cells. *Oncology Reports* 2012;27:1455–60. <https://doi.org/10.3892/or.2012.1656>.
22. Lin K-H, Hsu C-Y, Huang Y-P, Lai J-Y, Hsieh W-B, Huang M-Y, et al. Chlorophyll-Related Compounds Inhibit Cell Adhesion and Inflammation in Human Aortic Cells. *Journal of Medicinal Food* 2013;16:886–98. <https://doi.org/10.1089/jmf.2012.2558>
23. McQuistan TJ, Simonich MT, Pratt MM, Pereira CB, Hendricks JD, Dashwood RH, et al. Cancer chemoprevention by dietary chlorophylls: A 12,000-animal dose-dose matrix biomarker and tumor study. *Food and Chemical Toxicology* 981 2012;50:341–52. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.10.065>.
24. Micaela Hayes, Mario G. Ferruzzi, Update on the bioavailability and chemopreventative mechanisms of dietary chlorophyll derivatives, *Nutrition Research*, Volume 81, 2020, Pages 19-37, ISSN 0271-5317, <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2020.06.010>.
25. Monahan, DM, Whaley-Mayda, L, Ishizaki, A, Fleming, G. R. (2015). Influence of weak vibrational-electronic couplings on 2D electronic spectra and inter-site coherence in weakly coupled photosynthetic complexes. *The Journal of Chemical Physics*. <https://doi.org/10.1063/1.4928068>
26. Moreira LM, Lima A, Soares RRS, Batistela VR, Gerola AP, Hioka N, et al. Metallochloporhylls of magnesium, copper and zinc: Evaluation of the influence of the first coordination sphere on their solvatochromism and aggregation properties. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 2009;20:1653–8. <https://doi.org/10.1590/S0103-89850532009000900013>.
27. Mortensen A, Geppel A. HPLC-MS analysis of the green food colorant sodium copper chlorophyllin. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 2007;8:419–25. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2007.03.018>.
28. Pal S, Bhattacharjee A, Ali A, Mandal NC, Mandal SC, Pal M. Chemoprotection by natural chlorophylls in vivo: inhibition of dibenzo[a,l]pyrene-DNA adducts in rainbow trout liver. *Journal of Inflammation* 2014;11:23. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/1476-9255-11-23>.

29. Pietrzak M, Halicka HD, Wiczorek Z, Wiczorek J, Darzynkiewicz Z. Attenuation of acridine mutagen ICR-191 - DNA interactions and DNA damage by the mutagen interceptor chlorophyllin. *Biophysical Chemistry* 2008;135:69–75. <https://doi.org/10.1016/j.bpc.2008.03.004>
30. Priyadarsini RV, Kumar N, Khan I, Thiyagarajan P, Kondaiah P, Nagini S. Gene expression signature of dmba-induced hamster buccal carcinomas: Modulation by chlorophyllin and ellagic acid. *PLoS ONE* 2012;7:1–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034628>.
31. Rapozzi, V; Miculan, M; Xodo, LE. Evidence that photoactivated pheophorbide a causes in human cancer cells a photodynamic effect involving lipid peroxidation. *Cancer Biol. Ther.*, 2009, 8(14), 1318-1327
32. Roberts JL, Moreau R. Functional properties of spinach (*Spinacia oleracea* L.) phytochemicals and bioactives. *Food and Function* 2016;7:3337–53. <https://doi.org/10.1039/c6fo00051g>
33. Salari, V, Valian, H, Bassereh, H, Bokkon, I, Barkhordari, A. (2015). Ultraweak photon emission in the brain. *Journal of Integrative Neuroscience*. <https://doi.org/10.1142/S0219635215300012>
34. Solymosi K, Mysliwa-Kurdziel B. Chlorophylls and their Derivatives Used in Food Industry and Medicine. *Mini Rev Med Chem*. 2017;17(13):1194-1222. doi: 10.2174/1389557516666161004161411.
35. Sporn MB, Liby KT. NRF2 and cancer: The Good, the bad and the importance of context. *Nature Reviews Cancer* 2012;12:564–71. <https://doi.org/10.1038/nrc3278>.
36. Thiyagarajan P, Kavitha K, Thautam A, Dixit M, Nagini S. Dietary chlorophyllin abrogates TGF- β signaling to modulate the hallmark capabilities of cancer in an animal model of forestomach carcinogenesis. *Tumor Biology* 2014;35:6725–37. <https://doi.org/10.1007/s13277-014-1849-5>
37. Vaňková K, Marková I, Jašprová J, Dvořák A, Subhanová I, Zelenka J, et al. Chlorophyll-mediated changes in the redox status of pancreatic cancer cells are associated with its anticancer effects. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2018;2018:1–11. <https://doi.org/10.1155/2018/4069167>
38. Vesenic DC, Aparecida De Paula N, Niwa A, Mantovani MS. Evaluation of the Effects of Chlorophyllin on Apoptosis Induction, Inhibition of Cellular Proliferation and mRNA Expression of CASP8, CASP9, APC and B-catenin. *Current Research Journal of Biological Sciences* 2012;4:315–22.
39. Xin H, Sim WJ, Namgung B, Choi Y, Li B, Lee LP. Quantum biological tunnel junction for electron transfer imaging in live cells. *Nat Commun*. 2019 Jul 19;10(1):3245. doi: 10.1038/s41467-019-11212-x. PMID: 31324797; PMCID: PMC6642182
40. Yoon, H-E; Oh, S-H; Kim, S-A; Yoon, J-H; Ahn, S-G. Pheophorbide a-mediated photodynamic therapy induces autophagy and apoptosis via the activation of MAPKs in human skin cancer cells. *Oncol. Rep.*, 2013, 31, 137-14
41. Yrondi, A, Sporer, M, Peran, P, Schmitt, L, Arbus, C, Sauvaget, A. (2018). Electroconvulsive therapy, depression, the immune system and inflammation: A systematic review. *Brain Stimulation*. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2017.10.013>.
42. Yu JW, Yang R, Kim YS. Differential cytoprotective effect of copper-and iron containing chlorophyllins against oxidative stress-mediated cell death. *Free Radical Research* 2010;44:655–67. <https://doi.org/10.3109/10715761003733893>
43. Zhang C, Wang X, Liu G, Ren H, Liu J, Jiang Z, Zhang Y. CRISPR/Cas9 and Chlorophyll Coordination Micelles for Cancer Treatment by Genome Editing and Photodynamic Therapy. *Small*. 2023 Apr;19(17):e2206981. doi: 10.1002/sml.202206981
44. Zhang J, Wang W, Yang F, Zhou X, Jin H, Yang PY. Comparative proteomic analysis 1025 of drug sodium iron chlorophyllin addition to Hep 3B cell line. *Analyst* 2012;137:4287–1026 94. <https://doi.org/10.1039/c2an35436e>

Библиографическая ссылка:

Датиева Ф.С., Хадарцева К.А., Хадарцев А.А. Структурные основы клинической эффективности хлорофилла (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 3-1. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/3-1.pdf> (дата обращения: 02.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-3-1. EDN PNWBIV *

Bibliographic reference:

Datieva FS, Khadartseva KA, Khadartsev AA. Strukturnye osnovy klinicheskoy effektivnosti hlorofilla (obzor literatury) [The structural foundations of the clinical efficacy of chlorophyll (literature review)]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2025 [cited 2025 Jul 02];4 [about 9 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/3-1.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-3-1. EDN PNWBIV

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после выгрузки полной версии журнала в eLIBRARY



ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ ПРИ ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ: ОБОСНОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДИК ПРИМЕНЕНИЯ
(обзор литературы)

С.В. МОСКВИН*, А.В. КОЧЕТКОВ*, Н.А. АЛЕКСАНДРОВА*, Е.В. ГАМЕЕВА**

*Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства», Волоколамское ш., д. 91, г. Москва, 125371, Россия

**ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр медицинской реабилитации и курортологии Федерального медико-биологического агентства», Алтуфьевское ш., д. 37А, стр. 1, г. Москва 127410, Россия

Аннотация. Цель исследования. Анализ научных данных об эффективности и оптимизации применения методик лазерной терапии у пациентов с цереброваскулярными заболеваниями с учётом собственного более чем 30-летнего опыта клинического применения метода. **Материал и методы исследования.** Для поиска использованы базы данных и библиотеки: PubMed, Scopus, ResearchGate, Google Scholar, J-STAGE, eLibrary.ru, отобраны публикации, представляющие интерес с точки зрения анализа способов оптимизации методик лазерной терапии и повышения её эффективности, перспектив развития этого метода для лечения. Всего найдено 429 публикаций, в основном, на русском и английском языках. **Результаты и их обсуждение.** Показано, что лазерную терапию обоснованно можно считать перспективным методом лечения, показаны механизмы реализации лечебного действия низкоинтенсивного лазерного излучения, приводятся результаты некоторых клинических исследований, базовые методики лазерной терапии и варианты их оптимизации. **Заключение.** Сделан вывод о необходимости использования всех показателей методики, причём только их оптимальных значений: длина волны, режим работы, мощность, частота, экспозиция и др. Применяют системные методики лазерной терапии: лазерное освещение крови (внутривенно или наружно) и лазерная акупунктура.

Ключевые слова: цереброваскулярные заболевания, хроническая ишемия головного мозга, инсульт, лазерная терапия, методики лечения.

LOW-LEVEL LASER THERAPY FOR CEREBROVASCULAR DISEASES: JUSTIFICATION AND OPTIMIZATION OF APPLICATION TECHNIQUES
(literature review)

S.V. MOSKVIN*, A.V. KOCHETKOV*, N.A. ALEKSANDROVA*, E.V. GAMEEVA**

*Academy of Postgraduate Education of Federal Research and Clinical Center of specialized types of health care and medical technology of the Federal Medical and Biological Agency, Volokolamskoe sh., 91, Moscow, 125371, Russia;

**Federal Scientific and Clinical Center of Medical Rehabilitation and Balneology of the Federal Medical-Biological Agency, Altufyevskoe sh., 37A, bldg 1, Moscow 127410, Russia

Abstract. Purpose of the study. Analysis of scientific data on the effectiveness and optimization of low-level laser therapy techniques in patients with cerebrovascular diseases, taking into account our own more than 30-year experience in the clinical application of the method. **Material and methods.** For the search, databases and libraries were used: PubMed, Scopus, ResearchGate, Google Scholar, J-STAGE, eLibrary.ru. The publications of interest from the point of view of analyzing the ways to optimize low-level laser therapy methods and increase their efficiency and perspectives for the development of this method of treatment were selected. A total of 429 publications were found, mainly in Russian and English. **Results and discussion.** It is shown that low-level laser therapy can be reasonably considered a promising method of treatment, the mechanisms for implementing the therapeutic effect of low-intensity laser illumination are shown, the results of some clinical studies, basic techniques of low-level laser therapy and options for their optimization are presented. **Conclusion.** It is concluded that it is necessary to use all the parameters of the technique, and only their optimal values: wavelength, mode of operation, power, frequency, exposure, etc. Systemic low-level laser therapy techniques are used: laser blood illumination (intravenously or externally) and laser acupuncture.

Keywords: cerebrovascular diseases, chronic cerebral ischemia, stroke, low-level laser therapy, treatment methods.

Введение. *Цереброваскулярные заболевания* (ЦВЗ) – нарушение мозгового кровообращения вследствие патологических изменений в сосудистой системе. По смертности занимают второе место (39 %) среди смертей от болезней системы кровообращения. Органы официальной статистики Российской Федерации рассматривают ЦВЗ, не выделяя инсульт, как отдельную нозологическую форму, при этом доля *острых нарушений мозгового кровообращения* (ОНМК) составляет 21,4 %, летальность в острый период инсульта достигает 35 %, а в первый год с момента развития заболевания умирают 50 % больных [40].

Состояния, имитирующие ишемический инсульт или «маски» инсульта, наблюдаются в 3 % случаев, наиболее частыми из них являются эпилепсия и конверсивные расстройства. Для правильной постановки диагноза следует уделять внимание тщательному сбору анамнеза. Клиническая картина *транзиторной ишемической атаки* (ТИА) / ишемического церебрального инсульта определяется территорией кровоснабжения поражённого сосуда [17].

Ангиогенез, нарушенный вследствие инсульта, можно корректировать различными средствами, в том числе, лазерной терапией. Хотя рост новых кровеносных сосудов может быть временным и локализован только пограничной ишемической зоной, стойкое выздоровление часто объясняют именно его связью с пластичностью нейронов, особенно в контрлатеральном полушарии [86].

Выделяют четыре основных патогенетических варианта ишемического инсульта: атеротромботический, эмболический, гемодинамический, микроциркуляторный, а формирование инфаркта мозга развивается по двум основным механизмам: некроз и апоптоз. Первый этап заканчивается уже через 3-6 ч с момента появления первых симптомов инсульта и продолжается на протяжении 48-72 ч, иногда дольше. Нами ранее была предложена схема последовательных этапов «ишемического каскада» на основе их причинно-следственных связей, которая важна для выбора тактики лечения на каждом этапе:

- 1) снижение мозгового кровотока;
- 2) глутаматная «эксайтотоксичность»;
- 3) внутриклеточное накопление кальция;
- 4) активация внутриклеточных ферментов;
- 5) повышение синтеза окиси азота и развитие оксидантного стресса;
- 6) экспрессия генов раннего реагирования;
- 7) отдалённые последствия ишемии (реакция местного воспаления, микрососудистые нарушения, повреждение гематоэнцефалического барьера);
- 8) апоптоз [23].

Особое место по своей значимости занимает *хроническая ишемия мозга* (ХИМ) или *дисциркуляторная энцефалопатия* (ДЭ) – медленно прогрессирующая дисфункция головного мозга, возникшая вследствие диффузного и/или мелкоочагового повреждения мозговой ткани в условиях длительно существующей недостаточности церебрального кровоснабжения. Достаточно часто развиваются осложнения, наиболее значимыми из которых являются мозговые инсульты и сосудистая деменция [56].

Хорошо задокументированная способность *лазерной терапии* (ЛТ) корректировать гемостаз со снижением коагуляционного и повышением фибринолитического потенциала крови, церебральную гемодинамику и периферический кровоток, кислородотранспортную функцию крови и др., послужило основанием для использования различных методик ЛТ в комплексном лечении больных с ОНМК ишемического характера [23].

Многочисленные обзоры подтверждают высокую эффективность лазерной терапии [34, 45, 51, 55, 63, 72, 74, 77, 79, 80].

Даже Американская ассоциация инсульта рекомендовала ЛТ в раннем периоде ведения больных с острым ишемическим инсультом [57], хотя через пять лет это решение было отменено. Причём, на наш взгляд, справедливо, по причине крайне низкой эффективности лечебного действия *инфракрасного* (ИК) *низкоинтенсивного лазерного излучения* (НИЛИ) с длиной волны 808-810 нм в непрерывном режиме (когда используются мощности десятки милливатт).

Таким образом, нет сомнений в перспективности применения ЛТ в комплексном лечении больных ЦВЗ, однако по-прежнему актуальны вопросы оптимизации методик ЛТ, выбора наиболее эффективных спектральных диапазонов НИЛИ, режимов и других параметров.

Цель исследования – анализ научных данных, касающихся повышению эффективности лазерной терапии у пациентов с цереброваскулярными заболеваниями головного мозга.

Материал и методы исследования. Проведён анализ публикаций, касающихся применения ЛТ для лечения больных ЦВЗ за период 1970-2023 гг. Для поиска работ использовали базы данных и библиотеки: *PubMed, Scopus, ResearchGate, Google Scholar, J-STAGE, eLibrary.ru*. Были отобраны материалы, представляющие интерес с точки зрения совершенствования методик, анализа допущенных ошибок, понимания механизмов лечебного действия НИЛИ, оценки перспектив развития метода.

Результаты и их обсуждение. Экспериментальные исследования раскрывают основные механизмы биомодулирующего (лечебного) действия, обосновывающие применение лазерной терапии при раз-

личных вариантах ЦВЗ:

- антигипоксический эффект, нормализация микроциркуляции, основных гемодинамических и гематологических показателей [5, 16, 60, 65, 75];
- защите и восстановление нейронов [53, 69, 83];
- ускоренное восстановление неврологических показателей и биоэлектрической активности головного мозга [5, 16, 54, 59];
- увеличение экспрессии основного фактора роста фибробластов (*bFGF*) [58], нейротрофического фактора мозга (*BDNF*) [66, 67], трансформирующего фактора роста бета (*TGF-β1*) [68];
- нормализация клеточного и гуморального иммунитета [53, 66, 67, 70, 75];
- предотвращение окислительного стресса [61, 62, 78, 82, 85];
- улучшение энергетического баланса [78, 83].

Использовали несколько методов освечивания НИЛИ различных животных (кошки, собаки, кролики, мыши, крысы) с экспериментальными повреждениями головного мозга:

- внутривенное лазерное освечивание крови (ВЛОК) [5];
- рефлексотерапия, в т. ч. лазерная акупунктура [16, 62, 75, 85];
- транскраниально [53, 54, 59, 65, 66, 67, 68, 70, 78, 82, 83];
- непосредственно на головной мозг через имплантированный световод [58, 69] или открытую черепную коробку [60].

Как мы видим, благотворное влияние НИЛИ затрагивает практически все звенья патогенеза ЦВЗ, что позволяет рассматривать ЛТ в качестве не просто эффективного, но и в качестве базового метода лечения.

Анализ клинических исследований в большей степени проводился с точки зрения параметров применяемых методик ЛТ и полученного клинического результата.

Если говорить о первой составляющей исследования, то, к сожалению, в большинстве работ, особенно, зарубежных авторов, применяли совершенно неприемлемые методики. Если положительные результаты получены даже в этом случае, то возникает закономерный вопрос – а если делать всё правильно? Работ огромное число, мы приводим лишь малую часть из них, и в качестве примера оптимальной работы, так и с точки зрения «не допускайте ошибок других».

Интересно, что наиболее оптимальные режимы в работах 30-40 летней давности, в публикациях последний 10 лет, количество которых растёт чуть ли не в геометрической прогрессии, качество методик становится всё хуже. Причины этого многочисленны, не будем их рассматривать в этом исследовании.

Основные используемые методы лазерной терапии и представленная эффективность (табл.).

Таблица 1

Параметры методик и основные результаты лазерной терапии при цереброваскулярных заболеваниях

Методика и основные результаты клинического применения	Литература
<i>Внутривенное лазерное освечивание крови (ВЛОК): длина волны 633-635 нм, непрерывный режим, мощность 1-5 мВт, экспозиция 10-20 мин, на курс 5-7 ежедневных процедур</i>	
100 больных ДЭ; нормализация липидного метаболизма, улучшение микроциркуляции, иммуномодулирующее действие, ↑ активности ферментных систем <i>антиоксидантной защиты</i> (АОЗ)	[29]
123 больных атеросклеротической ДЭ; значительный регресс неврологической симптоматики и показателей <i>электроэнцефалограммы</i> (ЭЭГ), улучшение мозгового кровообращения	[44]
137 мужчин с ДЭ; нормализация показателей ЭЭГ, иммунитета и гемостаза, ВЛОК эффективнее <i>неинвазивного лазерного освечивания крови</i> (НЛОК) одиночным ИК лазером (параметры см. ниже)	[38]
160 больных: 68 – ОНМК и 92 – ДЭ I-III стадий; регресс общемозгового, астено-невротического и вестибуло-мозжечкового синдромов, нормализация психоневрологической симптоматики	[4]
482 больных ДЭ; улучшение гемоперфузии головного мозга и снижение активности аутоиммунного процесса	[15]
549 пациентов с ДЭ; снижение выраженности клинической симптоматики, адаптивный ответ АОС и улучшение стабильности показателей	[18]
380 больных ХИМ; улучшение центральной церебральной гемодинамики за счёт скорости включения анастомозо-коллатерального кровообращения	[19]

Продолжение таблицы

57 больных с ОНМК и 44 – с остаточными явлениями перенесенного ранее мозгового инсульта; в острой и острой фазе нарушения мозгового кровообращения ускоряется регресс общемозговых симптомов и очаговых неврологических проявлений, улучшение реологии, снижение агрегации тромбоцитов	[26]
35 пациентов с инфарктом головного мозга; улучшение церебральной гемодинамики и функций головного мозга	[84]
<i>ВЛОК-365 (ЛУФОК®): длина волны 365-405 нм, непрерывный режим, мощность 1-3 мВт, экспозиция 3-5 мин, на курс 5-8 ежедневных процедур</i>	
82 больных с ДЭ I-II стадии на фоне церебрального атеросклероза и АГ; улучшение клинической симптоматики, положительная динамика мозгового кровообращения, нормализации артериального давления и липидного спектра крови	[8]
<i>Неинвазивное лазерное осветивание крови (НЛОК): длина волны 890-904 нм, импульсный режим, мощность 4-10 Вт, частота 80-1500 Гц, экспозиция 2-5 мин, на курс 5-10 ежедневных процедур</i>	
137 мужчин с начальными проявлениями недостаточности кровоснабжения мозга; быстрое улучшение неврологической симптоматики	[38]
45 больных ДЭ I стадии; улучшение мозгового кровообращения, успокаивающее действие, улучшение эмоционального состояния, регресс неврологического дефицита, мнестических нарушений, уменьшение тревожно-депрессивного синдрома	[3]
160 больных: 68 – ОНМК и 92 – ДЭ I-III стадий; улучшение мозгового кровообращения, ВЛОК и НЛОК сопоставимы по эффективности	[4]
350 больных с церебральным инсультом в возрасте от 28 до 69 лет; артериодилатирующий и антитромботический эффекты	[22]
<i>НЛОК: длина волны 890-904 нм, импульсный режим, мощность 40-50 Вт (матрица лазерных диодов), частота 80 Гц, экспозиция 2-5 мин, на курс 5-10 ежедневных процедур</i>	
120 больных с ВБН; улучшение клинических и гемодинамических показателей	[2]
92 больных (мужчины), в возрасте 52-69 лет с ДЭ II ст., преимущественно атеросклеротического генеза; улучшение клинико-неврологического состояния, коррекция сопутствующих болевых и мышечно-тонических нарушений, артериодилатирующий и вентонический эффекты, уменьшение вязкости крови	[21]
<i>Лазерная акупунктура</i>	
80 больных после инсульта; снижение спастичности в паретичных конечностях, уменьшение коагуляционных свойств крови	[1]
130 больных ДЭ; значительный регресс болевого синдрома и улучшение церебральной гемодинамики	[48]
7 пациентов от 10 мес. до 6,5 лет после инсульта; улучшение двигательных функций	[76]
<i>Паравертебрально: длина волны 890-904 нм, импульсный режим, мощность 10-50 Вт, частота 80-150 Гц, экспозиция 1 мин, на курс до 10 ежедневных процедур</i>	
48 больных ДЭ I-II стадии; улучшение кровообращения и общего состояния, проявляющееся уменьшением интенсивности головных болей, головокружений, улучшением процессов засыпания, снижения атактических и координаторных расстройств	[12]
20 больных с нарушением мозгового кровотока на фоне (АГ); уменьшение головных болей, головокружений, слабости, шума в ушах и болей в области сердца, снижение артериального давления	[25]
<i>Транскраниально (методики крайне различны)</i>	
120 пациентов 40-85 лет с острым ишемическим инсультом; значительное снижение тяжести заболевания	[64]

Кроме представленных в табл. 1 методик, у больных с острым инсультом также часто добавляют осветивание мышц паретичных конечностей и паравертебрально в соответствующих локализациях, что позволяет быстрее уменьшить болевой синдром и улучшить реабилитацию [50, 52, 81].

Мы проанализировали типичные ошибки, которые позволили выработать чёткие рекомендации по применению лазерной терапии больных ЦВЗ и разработаны частные методики для различных клинических ситуаций.

Насколько важно выбрать корректные параметры методики ЛТ (пациенты с ДЭ, сопоставимые группы, отличие только в методике НЛОК) видно на примере нескольких исследований, в одной работе

говорится о преимуществах ВЛОК [38], в других об идентичных результатах [4, 14, 39], а в некоторых исследованиях эффективность НЛОК оказалась выше ВЛОК [21, 27, 28]. Действительно, применение одиночного лазера малой мощности для этой методики малопродуктивно, нужны матричные лазеры с оптимизированной длиной волны, частотой и экспозицией (см. ниже).

Обратим внимание на необходимость комплексного подхода, использования различных сочетанных и комбинированных вариантов лечения, среди которых лазерная терапия занимает не последнее место [6, 7].

Применять ВЛОК у больных с ишемическими поражениями головного мозга одними из первых предложили В.В. Скупченко и Т.Г. Маховская (1993) [43], несомненной заслугой которых является обоснование оптимальных параметров методики: $\lambda = 635$ нм, мощность 1,5-2 мВт, экспозиция 10-12 мин на первой процедуре и 15-20 мин последующие 7-10 процедур. Теперь это общепринятый стандартный метод – ВЛОК-635, который применяют при самых различных заболеваниях.

Были выявлены некоторые особенности ВЛОК-635 у больных с ХИМ. В частности, хорошие результаты лечения достигаются чаще всего у пациентов с длительностью заболевания до 1 года в возрасте до 45 лет с преобладанием тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы (при исходной парасимпатикотонии перспективы выздоровления значительно ниже). Результаты реоэнцефалографических исследований подтвердили, что ВЛОК способствует улучшению микроциркуляции и восстановлению симметрии между бассейнами каротидных и вертебрально-базилярных артерий за счёт увеличения кровенаполнения в поражённом бассейне [20, 36, 42, 43]. Также ВЛОК-635 способствует нормализации липопротеидного состава плазмы крови, снижается интенсивность ПОЛ, устраняется избыток холестерина из мембран, улучшая соотношение «фосфолипиды/холестерин», что свидетельствует об антиатеросклеротическом эффекте. На фоне лазерной терапии происходит восстановление структурно-функциональных свойств эритроцитов, что способствует улучшению микрососудистого кровотока [20, 30, 31, 35, 42, 44].

Аналогичные результаты продемонстрированы и после применения неинвазивного НЛОК, – снижение изначально повышенного содержания общего холестерина, повышение концентрации антиатерогенного α -холестерина и каолин-кефалинового времени коррелировало с улучшением клинической симптоматики: уменьшение головных болей, головокружения, шума в голове, нормализация артериального давления [47, 49]. Что подтвердилось нами в ходе клинических исследований с использованием более оптимальных параметров НЛОК – применяли матричные импульсные лазерные излучающие головки красного ($\lambda = 635$ нм) и ИК ($\lambda = 904$ нм) спектров [21, 22, 27, 28]. Гипотензивное действие ЛОК более выражено у больных с исходной гиперсимпатотонией.

На вертебрально-базилярный бассейн приходится 70 % всех преходящих нарушений мозгового кровообращения и 30 % инсультов. В комплексном лечении больных с вертебрально-базилярной недостаточностью (ВБН) широко применяются различные сочетанные и комбинированные методы физиотерапии. Так после 8-10 процедур НЛОК (аппарат «Лазмик-03»), проводимых через день ($\lambda = 904$ нм, импульсный режим, мощность 15 Вт, частота 80 Гц) по 5 мин на зоны шейного отдела позвоночника в проекции *позвоночных артерий* (ПА) и интегрированный показатель улучшения и нормализации достигал 75 % уже к 5-му дню [32].

В части повышения эффективности лечения рекомендации некоторых специалистов касаются необходимости определения состояния перекисного окисления липидов и АОЗ, что может служить прогностическим критерием в определении характера течения ЦВЗ и позволяет обосновать своевременное применение дополнительной антиоксидантной терапии [18, 19].

По данным А.Н. Карнеева (2007) [19], у большинства больных после ВЛОК отмечается развитие и усиление коллатерального кровообращения на 6-7-е сутки от начала лечения, отсутствие эффекта рассматривается как снижение или истощение цереброваскулярного резерва. После курса НЛОК ($\lambda = 635$ нм, импульсный режим, мощность 40 Вт, частота 80 Гц, экспозиция 5 мин), по данным УЗДГ, отмечается развитие коллатерального кровообращения. Компрессионные и лазерные тесты диагностики церебрального гемодинамического резерва показали его развитие у 85 % больных уже через 10-12 процедур, но только в бассейнах тех магистральных артерий головы, которые не были затронуты гемодинамически значимым стенозом. При использовании программы санаторной реабилитации у больных с инфарктом мозга эффективнее НЛОК с использованием матричных лазерных излучающих головок с импульсными лазерными диодами.

Другой системный метод ЛТ – *лазерная акупунктура* (ЛА), на практике используется реже, хотя исследований, демонстрирующих его эффективность, также достаточно много [1, 11, 13, 24, 37].

Транскраниальное освечивание российские специалисты рекомендуют проводить импульсным ИК НИЛИ ($\lambda = 904$ нм, длительность светового импульса 100 нс), отдавая предпочтение матричным лазерным излучающим головкам [22, 33].

Эффективность лазерной терапии значительно возрастает при сочетании с лекарственными препаратами, улучшая функциональное состояние больных ХИМ. Происходит снижение агрегации тромбоци-

тов, что существенно улучшает прогноз и исход заболевания при инфаркте мозга [46].

Частные методики лазерной терапии. С показаниями и противопоказаниями для применения ЛТ можно ознакомиться в наших работах, специалистам они также хорошо известны [22].

Курс лазерной терапии необходимо начинать по возможности быстрее, желательно, в первые часы после инсульта. Реабилитация максимально эффективна в первый год, возможно проведение нескольких курсов комплексного лечения. При ДЭ рекомендуются профилактические курсы лазерной терапии (1-2 раза в год), например, лазерное освечивание крови.

Транскраниально. Аппарат лазерной терапии «Лазмик», матричная лазерная импульсная излучающая головка МЛ-904-80 ($\lambda = 904$ нм, ИР, ДСИ 100 нс, мощность максимальная – 60-80 Вт, частота 80 Гц, экспозиция 2 мин). Наиболее эффективно проводить транскраниальное ЛО в проекцию очага поражения после в/в введения цереброактивного препарата (церебролизин, ноотропил, кавинтон и т. д.) через 20-30 мин (на пике концентрации препарата в мозге). Активация НИЛИ микроциркуляции в очаге поражения позволяет на порядок улучшить фармакодинамику лекарственных средств и обеспечить доступ препарата (отсутствующий в силу имеющихся нарушений в гемодинамических процессах) непосредственно к нужному участку головного мозга [22]. Речь может идти не только о ноотропных препаратах, но и других из соответствующего перечня [41].

При инсультах в каротидном бассейне транскраниальная ЛТ проводится стабильно на поражённую теменно-височную область головы, а при инсультах в вертебробазиллярном бассейне – на височную, окципитальную и субокципитальную (ниже затылочного выступа) область головы с двух сторон. В исходной версии рекомендации составлены для лазерной излучающей головки с одним лазером, поэтому количество зон варьируется от 1 до 6 в зависимости от локализации и размеров области поражения, при использовании матричной лазерной головки МЛ-904-80 зона воздействия перекрывает все необходимые внутричерепные объёмы.

У пациентов с ХИМ (ДЭ) выбор зон воздействия осуществляется в зависимости от «клинического акцента», указывающего на преимущественное поражение сосудистого бассейна. При диффузной недостаточности гемодинамики во всех бассейнах (например, при церебральном атеросклерозе) воздействие необходимо проводить на зоны каждого из бассейнов кровообращения поочередно через день. При артериальной гипертензии транскраниальное воздействие дополняют воздействием на зоны воротниковой, синокаротидной зон и симпатических ганглиев. При вертеброгенном синдроме ПА воздействуют на их проекции. При нарушении канализации сонных артерий используют дополнительное освечивание симпатических ганглиев и синокаротидных зон (проекция общей сонной артерии).

Лазерная акупунктура. Лазерная излучающая головка КЛЮ-635-5 или КЛЮ-635-15 с уменьшением мощности, с акупунктурной насадкой А-3 ($\lambda = 635$ нм, НР или МР, мощность 2-3 мВт) [71]. Для составления рецепта необходимо обратиться к специалисту-рефлексотерапевту.

К наиболее часто используемым корпоральным точкам относятся: *GI4* (хэ гу), *GI10* (шоу сань ли), *GI11* (цюй чи), *GI15* (цзянь юй), *E36* (цзу сань ли), *E41* (це си), *TR5* (вай гуань), *TR10* (тянь цзин), *VB20* (фэн чи), *VB21* (цзянь цзин), *VB30* (хуань тяо), *VB34* (ян лин цюань); *V11* (да чжу), *V40* (вэй чжун), *V62* (шэнь май), *MC6* (нэй гуань), *MC7* (да лин), *MC8* (лао гун), *IG3* (хоу си), *VG4* (мин мэнь), *VG14* (да чжуй), *VG20* (бай хуэй), *VC24* (чэн цзян), *VC6* (ци хай) и др.

При параличах можно использовать, например, следующие ТА (экспозиция 20 с) [76]:

- на парализованной руке: *GI4* (хэ гу), *GI11* (цюй чи), *GI15* (цзянь юй), *TR5* (вай гуань), *TR9* (сы ду) и точки *Vaxie* (расположены между головками пястных костей);
- на парализованной ноге: *E31* (би гуань), *E36* (цзу сань ли), *VB34* (ян лин цюань), *VB39* (сюань чжун), *F3* (тай чун);
- на непарализованной стороне: *GI4* (хэ гу), *E36* (цзу сань ли);
- при наличии паралича лицевого нерва воздействие на парализованной стороне: *E4* (ди цан), *E6* (цзя чэ), *E7* (ся гуань), *GI20* (ин сянь), *IG18* (цюань ляо).

При парезах воздействие проводится на зону поражения (мышцы) с использованием сочетанных методик, например, лазерно-вакуумный массаж и лазерофорез.

Лазерное освечивание крови. Методика ВЛОК-525 + ЛУФОК®. Лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-525-2 (зелёный спектр, $\lambda = 525$ нм, мощность на выходе световода 1,5-2 мВт, экспозиция 7-10 мин) и лазерная излучающая головка КЛ-ВЛОК-365-2 (УФ-спектр, $\lambda = 365 - 405$ нм, мощность на выходе световода 1,5-2 мВт, экспозиция 3-5 мин). На курс не менее 5-7 ежедневных процедур с чередованием спектра через день. Например, начинают с понедельника ВЛОК-525, во вторник ЛУФОК®, в среду ВЛОК-525, в четверг ЛУФОК® и в пятницу ВЛОК-525.

Крайне важна профилактика хронических нарушений мозгового кровообращения, и как следствие, развитие инсульта, которую нужно проводить всем, кто старше 30 лет, 1-2 раза в год ежедневно, 2-3 процедуры матричной импульсной лазерной излучающей головкой МЛ-635-40 (длина волны 635 нм, ИР, мощность 40 Вт, частота 80 Гц, экспозиция 2 мин) на синокаротидную зону симметрично, последовательно. Это позволит на порядок снизить вероятность развития инсульта.

Неинвазивное лазерное осветивание крови (НЛОК). Многолетней клинической практикой подтверждена эффективность базового, «стандартного» варианта методики. При инсультах в каротидном бассейне воздействие необходимо начинать с осветивания верхних шейных звёздчатых ганглиев ($\lambda = 904$ нм, импульсный режим ИР), *длительность светового импульса* (ДСИ) 100 нс, лазерная излучающая головка ЛО-904-20 с зеркальной насадкой ЗН-35, мощность 15-20 Вт, частота 80 Гц, по 1 мин), затем синокаротидной зоны симметрично ($\lambda = 904$ нм, ИР, ДСИ 100 нс, матричная излучающая головка МЛ-904-80, мощность максимальная – 60-80 Вт, частота 80 Гц, по 2 мин). При инсультах в вертебрально-базилярном бассейне после осветивания звёздчатых ганглиев проводится воздействие по 2 мин на воротниковую область: 2 зоны в центре надплечий, одна в межкостистом промежутке C_7-Th_1 , затем проекции ПА ($\lambda = 904$ нм, ИР, ДСИ 100 нс, матричная излучающая головка МЛ-904-80, мощность максимальная – 60-80 Вт, частота 80 Гц) [9, 10].

Литература

1. Анищенко Г.Я., Кочетков В.Д., Парфенова Л.А. Лазеропунктура в комплексном лечении постинсультных спастических гемипарезов. Тезисы докладов Всесоюзной конференции по применению лазеров в медицине (Красноярск, 1983 г.). М., 1984. С. 161-163.
2. Бендлин И.Д. Транскраниальная электростимуляция и магнитолазерная терапия больных с вертебрально-базилярной недостаточностью: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб, 2015.
3. Вайсова Б.А., Черващенко Л.А. Комплексная санаторно-курортная реабилитация больных с хронической ишемией головного мозга. // Врач-аспирант. 2017. №81(2.2). С. 234-240.
4. Вырыпаева О.В. Лазерная терапия в комплексном лечении нарушений мозгового кровообращения: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1997.
5. Галеева О.П. Кранио-церебральная инфузия и эндовазкулярное лазерное воздействие при острой гипоксии головного мозга: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1992.
6. Герасименко М.Ю., Афошин С.А. Физические факторы в комплексной реабилитации больных с острым нарушением мозгового кровообращения (часть 1) // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2011. №10(4). С. 46-50. doi:10.17816/41241
7. Герасименко М.Ю., Афошин С.А., Лазаренко Н.Н. Физические факторы в комплексной реабилитации больных с острым нарушением мозгового кровообращения (часть 3) // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2011. №10(6). С. 51-56. doi:10.17816/41289.
8. Гильмутдинова Л.Т., Исеева Д.Р., Ямилова Г.Т., Гильмутдинов Б.Р., Назарова Э.М., Мустафин Х.М., Боговазова Л.Р., Ахмадуллин Р.Р. Применение лазеротерапии в комплексном лечении больных с дисциркуляторной энцефалопатией // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2012. №4. С. 56.
9. Горбунов Ф.Е., Кочетков А.В., Миненков А.А., Стрельцова Е.Н., Кончугова Т.В. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения инфракрасного диапазона в ранней реабилитации больных после острых нарушений мозгового кровообращения. М.: НПЛЦ «Техника», 2003.
10. Горбунов Ф.Е., Кочетков А.В., Миненков А.А., Стрельцова Е.Н., Кончугова Т.В. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения инфракрасного диапазона в ранней реабилитации больных после острых нарушений мозгового кровообращения // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. 2005. №2. С.49-52.
11. Денисова Е.В. Совершенствование амбулаторно-поликлинической помощи больным цереброваскулярными заболеваниями в трудоспособном возрасте (на примере Хабаровского края): Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Хабаровск, 2012.
12. Долгих Г.Б. Лазеротерапия дисциркуляторной энцефалопатии у больных различных возрастных групп. // Лазерная медицина. 2005. №9(4). С. 27-31.
13. Долгих Г.Б. Церебральные артериальные и венозные дистонии у детей (механизмы, клинические проявления и лечение): Автореф. дис. ... докт. мед. наук. Казань, 2009.
14. Ельцова Г.Н. Сравнительная эффективность накожной и внутривенной лазерной терапии у больных атеросклеротической дисциркуляторной энцефалопатией: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2000.
15. Ельчанинов А.П. Наследственные и приобретенные факторы тромбофилии и терапия хронической ишемии мозга у молодых лиц: Автореф. ... докт. мед. наук. СПб., 2002.
16. Ипатова А.Г. Влияние красного лазерного света на функциональное состояние коры головного мозга, мозговое кровообращение и регенерацию ран: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1975.
17. Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака у взрослых. Клинические рекомендации. М., 2021.
18. Кандыба Д.В. Ишемические нарушения мозгового кровообращения при патологии экстракраниальных артерий: Автореф. ... докт. мед. наук. СПб, 2002.

19. Карнеев А.Н. Церебральная резистентность к окислительному стрессу у больных хронической ишемией мозга: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2007.
20. Карнеев А.Н., Соловьева Э.Ю., Румянцев О.Н. Внутрисосудистое лазерное облучение крови в комплексном энергокорректирующем лечении больных с хронической ишемией мозга // Лазерная медицина. 2007. №11(1). С. 13-18.
21. Космынин А.Г. Применение лазерных терапевтических матриц при атеросклеротической дисциркуляторной энцефалопатии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2005.
22. Кочетков А.В. Лечебные физические факторы на этапе ранней реабилитации больных церебральным инсультом: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 1998.
23. Кочетков А.В., Москвин С.В., Карнеев А.Н. Лазерная терапия в неврологии. М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2012.
24. Красноярова Н.А. Значение функциональных биомеханических нарушений шейного отдела позвоночника в патогенезе дисциркуляторных энцефалопатий и их коррекция: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. Казань, 1997.
25. Кудинова М.А. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на мозговой и почечный кровотоки у больных артериальными гипертензиями // Лазерная медицина. 1999. №3(1). С. 17–21.
26. Кулес В.Г., Стеблюкова И.А., Козлова Т.В., Князев Р.П., Хайретдинова Н.Б. О дозировании низкоэнергетического лазерного излучения при острых нарушениях мозгового кровообращения // Клиническая медицина. 1990. №68(1). С. 57-60.
27. Лейдерман Н.Е. Применение импульсных матричных лазеров 0,63 мкм в комплексном лечении больных дисциркуляторной энцефалопатией: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2010.
28. Лейдерман Н.Е., Москвин С.В., Кочетков А.В. Технология ЛАЗМИК® в комплексном восстановительном лечении больных с хронической ишемией мозга // Вестник новых медицинских технологий. 2009. № XVI(4). С. 104-106.
29. Лившиц Л.Я., Агеева Т.С., Рассомахин А.А., Прошина О.В., Филимоновская Л.С., Тихонова Л.А. Влияние эндоваскулярной лазертерапии на липидный метаболизм и показатели микрореологии у больных с цереброваскулярной патологией. Низкоинтенсивные лазеры в эксперименте и клинике. Самара, 1992. С. 84-90.
30. Лукина Е.В., Балацкая М.В. Влияние НЕ-НЕ-лазерного излучения на мозговую гемодинамику у детей с минимальной мозговой дисфункцией. Сборник научных трудов, посвященных 90-летию кафедры нервных болезней СГМУ. Саратов, 2003.
31. Лутошкина Е.В. Динамика нейропсихологического статуса и «качества жизни» как критерий эффективности дифференцированного комплексного лечения больных хронической ишемией головного мозга: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Саратов, 2005.
32. Малыгин А.В., Хадарцев А.А., Токарев А.Р., Наумова Э.М., Валентинов Б.Г., Трусов С.В. Транскраниальная электростимуляция. Тула, 2021.
33. Манучарян Г.Г. Механизмы нейропротекторного и корригирующего действия физических факторов при ишемических поражениях головного мозга (клинико-экспериментальное исследование): Автореф. дис. ... докт. мед. наук. Ереван, 1996.
34. Маслов А.С., Новиков А.Е., Основина И.П., Алексева Н.В., Пахрова О.А. Низкоинтенсивное лазерное облучение крови в комплексной терапии пациентов с ишемическим инсультом // Тромбоз, гемостаз и реология. 2018. №73(1). С. 5-15. doi:10.25555/THR.2018.1.0818
35. Махмутова Г.Ф. Применение лазерорефлексотерапии в комплексном лечении больных атеросклеротической дисциркуляторной энцефалопатией // Врачебное дело. 1997. №1. С. 58–61.
36. Маховская Т.Г. Внутрисосудистая лазеротерапия при ишемических нарушениях мозгового кровообращения: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Пермь, 1993.
37. Молчанова Е.Е. Совершенствование медицинской реабилитации больных в остром периоде ишемического инсульта применением немедикаментозных технологий: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2021.
38. Пензина Е.Б. Нейро-иммунные нарушения и их коррекция с помощью низкоинтенсивного лазерного излучения у мужчин с начальными проявлениями недостаточности кровоснабжения мозга: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Екатеринбург, 2008.
39. Перегудов А.В. Клинические и диагностические аспекты нейровизуализационных критериев при церебральной ишемии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2003.
40. Пирадов М.А., Максимова М.Ю., Танащян М.М. Инсульт: пошаговая инструкция. М.: «ГЭО-ТАР-Медиа», 2020.
41. Приказ Минздравсоцразвития РФ № 395 от 26.05.2006 «Об утверждении стандарта оказания медицинской помощи больным с уточненными поражениями головного мозга». Ссылка активна на 19.07.2024.
42. Рассомахин А.А. Клинико-биохимические и клинико-иммунологические параллели при эн-

доваскулярной лазеротерапии у больных дисциркуляторной энцефалопатией: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Саратов, 1996.

43. Скупченко В.В., Маховская Т.Г. Лазерная терапия в неврологии. Самара-Хабаровск, 1993.
44. Соловьева Э.Ю. Применение внутривенной лазерной терапии у больных атеросклеротической энцефалопатией: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1993.
45. Соловьева Э.Ю., Миронова О.П., Баранова О.А., Бекман Э.М., Карнеев А.Н., Федин А.И., Азизова О.А. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения и антиоксидантной терапии в лечении хронической ишемии мозга // Неврологический вестник. 2009. №41(2). С. 59-65.
46. Стеблюкова И.А. Клиническая эффективность внутривенной лазерной терапии и ее сочетание с лекарственными средствами при сосудистых поражениях головного мозга ишемического характера: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1989.
47. Улащик В.С., Евстигнеев В.В., Рыбин И.А., Козловская Л.Е., Рыбина Л.Н., Мазюк Т.Н. Комбинированная многоцветная магнитолазерная терапия при цереброваскулярной патологии. Минск, 2003.
48. Цой У.Т. Патогенез и лечение расстройств кровообращения в вертебробазилярной системе: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1990.
49. Штоббе А.А. Клинико-функциональные изменения при ишемическом инсульте в динамике программ реабилитации: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 2007.
50. Asagai Y, Imakire A, Ohshiro T. Thermographic effects of laser therapy in patients with cerebral palsy. // *Laser Therapy*. 2000. №12(1). С. 12-15. doi:10.5978/islsm.12.12.
51. Bacelete V.S.B., Gama A.C.C. Therapeutic effects of photobiomodulation in the speech-language-hearing clinic: an integrative literature review. *Rev. // CEFAC*. 2021. №23(1). P. e9120. doi:10.1590/1982-0216/20212319120.
52. Casalechi H.L., Dumont A.J.L., Ferreira L.A.B., de Paiva P.R.V., Machado C.D.S.M., de Carvalho P.T.C., Oliveira C.S, Leal-Junior E.C.P. Acute effects of photobiomodulation therapy and magnetic field on functional mobility in stroke survivors: a randomized, sham-controlled, triple-blind, crossover, clinical trial. *Lasers // Med Sci*. 2020. №35(6). P. 1253-1262. doi:10.1007/s10103-019-02898-y.
53. Choi D.H., Lim J.H., Lee K.H., Kim M.Y., Kim H.Y., Shin C.Y., Han S.H., Lee J. Effect of 710-nm visible light irradiation on neuroprotection and immune function after stroke. // *Neuroimmunomodulation*. 2012. №19(5). P. 267-276. doi:10.1159/000335547.
54. De Taboada L, Ilic S, Lechlitter-Martha S, Oron U, Oron A, Streeter J. Transcranial application of low-energy laser irradiation improves neurological deficits in rats following acute stroke. // *Lasers in Surgery and Medicine*. 2006. №38(1). P. 70-73. doi:10.1002/lsm.20256.
55. Dole M, Auboiroux V, Langar L, Mitrofanis J. A systematic review of the effects of transcranial photobiomodulation on brain activity in humans. // *Rev Neurosci*. 2023. №34(6). P. 671-693. doi:10.1515/revneuro-2023-0003.
56. Haan M.N., Wallace R. Can dementia be prevented? Brain aging in a population-based context. *Annu Rev Public // Health*. 2004. №25. P. 1-24. doi:10.1146/annurev.publhealth.25.101802.122951.
57. Jauch E.C., Saver J.L., Adams H.P., Bruno A, Connors J.J., Demaerschalk B.M., Khatri P, McMullan P.W. Jr, Qureshi A.I., Rosenfield K, Scott P.A., Summers D.R., Wang D.Z., Wintermark M, Yonas H Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke. A guideline for healthcare professionals from the American heart Association/American stroke association. // *Stroke*. 2013. №44(3). P. 870-947. doi:10.1161/STR.0b013e318284056a.
58. Jiang L, Li W, Mamtilahun M, Song Y, Ma Y, Qu M, Lu Y, He X, Zheng J, Fu Z, Zhang Z, Yang GY, Wang Y. Optogenetic inhibition of striatal GABAergic neuronal activity improves outcomes after ischemic brain injury. // *Stroke*. 2017. №48(12). P. 3375-3383. doi:10.1161/STROKEAHA.117.019017.
59. Jiang W, Chen L, Zhang X.J., Chen J, Li X.C., Hou W.S., Xiao N. Red photon treatment inhibits apoptosis via regulation of bcl-2 proteins and ROS levels, alleviating hypoxic-ischemic brain damage. // *Neuroscience*. 2014. №268. P. 66-74. doi:10.1016/j.neuroscience.2014.02.034.
60. Jiang W, Gu W, Hossmann K.A., Mies G, Wester P. Establishing a photothrombotic 'ring' stroke model in adult mice with late spontaneous reperfusion: quantitative measurements of cerebral blood flow and cerebral protein synthesis. // *J Cereb Blood Flow Metab*. 2006. №26(7). P. 927-936. doi:10.1038/sj.jcbfm.9600245.
61. Jittiwat J. Baihui point laser acupuncture ameliorates cognitive impairment, motor deficit, and neuronal loss partly via antioxidant and anti-inflammatory effects in an animal model of focal ischemic stroke. *Evid Based Complement Alternat // Med*. 2019. №2019. P. 1204709. doi:10.1155/2019/1204709.
62. Jittiwat J. Laser acupuncture at GV20 improves brain damage and oxidative stress in animal model of focal ischemic stroke. // *J Acupunct Meridian Stud*. 2017. №10(5). P. 324-330. doi:10.1016/j.jams.2017.08.003.
63. Lampl Y. The translation procedure of low-level laser therapy in acute ischemic stroke: a nonpharmaceuticals noninvasive method. In: Lapchak P.A., Zhang J.H., eds. *Translational Stroke Research*.

Springer Science+Business Media, LLC, 2012. P. 721-743. doi:10.1007/978-1-4419-9530-8_35.

64. Lapchak P.A. Taking a light approach to treating acute ischemic stroke patients: transcranial near-infrared laser therapy translational science. // *Ann Med.* 2010. №42(8). P. 576-586. doi:10.3109/07853890.2010.532811.

65. Lee D.J., Jang H.Y., Moon K.W., Lee E.J., Yoo A.R., Choi W.S., Sung C.K., Kim D.Y. Photobiomodulation therapy in mice with chronic cerebral hypoperfusion using application-specific near-infrared light-emitting diode system.// *Trans Electr Electron Mater.* 2019. №20. P. 420-425. doi:10.1007/s42341-019-00132-8.

66. Lee H.I., Lee S.W., Kim N.G., Park K.J., Choi B.T., Shin Y.I., Shin H.K. Low-level light emitting diode therapy promotes long-term functional recovery after experimental stroke in mice. // *J Biophotonics.* 2017. №10(12). P. 1761-1771. doi:10.1002/jbio.201700038.

67. Lee H.I., Park J.H., Park M.Y., Kim N.G., Park K.J., Choi B.T., Shin Y.I., Shin H.K. Pre-conditioning with transcranial low-level light therapy reduces neuroinflammation and protects blood-brain barrier after focal cerebral ischemia in mice. // *Restor Neurol Neurosci.* 2016. №34(2). P. 201-214. doi:10.3233/RNN-150559

68. Leung M.C.P., Lo S.C., Siu F.K., So K.-F. Treatment of experimentally induced transient cerebral ischemia with low energy laser inhibits nitric oxide synthase activity and up-regulates the expression of transforming growth factor-beta 1. // *Lasers Surg Med.* 2002. №31(4). P. 283-288. doi:10.1002/lsm.10096

69. Lu Y, Jiang L, Li W, Qu M, Song Y, He X, Zhang Z, Yang G.Y., Wang Y. Optogenetic inhibition of striatal neuronal activity improves the survival of transplanted neural stem cells and neurological outcomes after ischemic stroke in mice. // *Stem Cells Int.* 2017. № 2017. P. 4364302. doi:10.1155/2017/4364302.

70. Mehrad H, Sharifipour E, Mehrvar K, Hosseinian zakariya M.M. Effect of intravenous lipid-based encapsulated methotrexate nanoparticles administration on ultrasound-guided low-level laser photobiomodulation therapy of carotid artery model of endothelial dysfunction. // *Int J Stroke.* 2018. №13(2S). P. 152. doi:10.1177/1747493018789543.

71. Moskvin S.V., Agasarov L.G. Laser acupuncture: 35 years of successful application in Russia (narrative review). // *J Lasers Med Sci.* 2020. №11(4). P. 381-389. doi:10.34172/jlms.2020.61.

72. Moskvin S.V., Kochetkov A.V. Russian low level laser therapy techniques for brain disorders. In: Hamblin M.R., Huang Y.-Y., eds. *Photobiomodulation in the Brain. Low-Level Laser (Light) Therapy in Neurology and Neuroscience.* London: Academic Press; 2019. P. 545-572. doi:10.1016/B978-0-12-815305-5.00040-3.

73. Moskvin S.V. A brief literature review of low-level laser therapy for treating amyotrophic lateral sclerosis and confirmation of its effectiveness. // *BioMedicine.* 2024. №14(1). P. 1-9. doi:10.37796/2211-8039.1430.

74. Moskvin S.V. Low-level laser therapy and light energy. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery.* 2019. №37(5). P. 267-268. doi:10.1089/photob.2019.4622.

75. Na C-S, Kim W-I, Jang H-S, Youn D-H, Moon Y-M, Jeong S-H, Cheon M-W. Low-level green and red laser treatment of Shaochong (HT9)-Dadun (LR1) and Shaohai (HT3)-Yingu (KI10) acupoints in a rat model of focal cerebral ischemia. // *Trans. Electr. Electron. Mater.* 2015. №16(2). P. 65-69. doi:10.4313/TEEM.2015.16.2.65.

76. Naeser M.A., Alexander M.P., Stiassny-Eder D, Galler V, Hobbs J, Bachman D, Lannin L.N. Laser acupuncture in the treatment of paralysis in stroke patients: a CT scan lesion site study. // *American Journal of Acupuncture.* 1995. № 23 (1). P. 13-28.

77. Naeser M.A., Martin P.I., Ho M.D., Kregel M.H., Bogdanova Y, Knight J.A., Yee M.K., Zafonte R, Koo B.B., Roubil J.G., Hamblin M.R. Low-level laser (light) therapy for rehabilitation in traumatic brain injury and stroke, including chronic aphasia. In: Hamblin MR, de Sousa MVP, Agrawal T, eds. *Handbook of Low-Level Laser Therapy.* Pan Stanford Publishing, 2017. P. 761-807.

78. Salehpour F, Farajdokht F, Mahmoudi J, Erfani M, Farhoudi M, Karimi P, Rasta S.H., Sadigh-Eteghad S, Hamblin M.R., Gjedde A. Photobiomodulation and coenzyme Q10 treatments attenuate cognitive impairment associated with model of transient global brain ischemia in artificially aged mice. // *Front Cell Neurosci.* 2019. №13. P. 74. doi:10.3389/fncel.2019.00074.

79. Salehpour F, Sadigh-Eteghad S, Mahmoudi J, Kamari F, Cassano P, Hamblin M.R. Photobiomodulation therapy for stroke. In: Salehpour F, Sadigh-Eteghad S, Mahmoudi J, Kamari F, Cassano P, Hamblin M.R. *Photobiomodulation for the Brain. Synthesis Lectures on Biomedical Engineering.* Springer, Cham, 2023:221-258. doi:10.1007/978-3-031-36231-6_11.

80. Schellinger P.D., Köhrmann M. Near-infrared laser treatment of acute stroke: from bench to bedside. // *Nervenarzt.* 2012. №83(8). P. 966-974. (in German) doi:10.1007/s00115-012-3567-9.

81. Tsuchiya K, Harada T, Ushigome N, Ohkuni I, Ohshiro T, Musya Y, Mizutani K, Maruyama Y, Suguro T. Low level laser therapy for cerebral palsy. // *Laser Therapy.* 2008. №17(1). P. 29-33. doi:10.5978/islm.17.29.

82. Vogel D.D.S., Ortiz-Villatoro N.N., Araújo N.S., Marques M.J.G., Aimbire F, Scorza F.A., Scorza C.A., Albertini R. Transcranial low-level laser therapy in an in vivo model of stroke: Relevance to the brain infarct, microglia activation and neuroinflammation. // *J Biophotonics*. 2021. №14(6). P. e202000500. doi:10.1002/jbio.202000500
83. Wang R, Dong Y, Lu Y, Zhang W, Brann D.W., Zhang Q. Photobiomodulation for global cerebral ischemia: targeting mitochondrial dynamics and functions. // *Mol Neurobiol*. 2019. №56(3). P. 1852-1869. doi:10.1007/s12035-018-1191-9.
84. Xiaoa X, Donga J, Chua X, Jiaob J-L, Jiaa S, Zhenga X, Zhoua C, Liucd T.C.-Y, Liub S-H. A single photon emission computed tomography study of the therapy of intravascular low intensity laser irradiation on blood for brain infarction. // *Laser Therapy*. 2000. №13(1). P. 110–113. doi:10.5978/islsm.13.110.
85. Xiong G, Li X. Effects of laser acupoint irradiation on energy metabolism of brain tissue of rats with cerebral ischemia-reperfusion. // *Laser Physics*. 2017. №27(12). P. 125601. doi:10.1088/1555-6611/aa8e7b.
86. Zong X, Feng Y, Huang Z, Ma X, Zhang Q. Photobiomodulation treatment enhances and sustains neurogenesis following acute ischemic stroke. // *Stroke*. 2024. №55(Suppl_1). P. 14. doi:10.1161/str.55.suppl_1.WP14.

References

1. Anishchenko GYa, Kochetkov VD, Parfenova LA. Lazeropunktura v kompleksnom lechenii postinsul'tnykh spasticheskikh gemiparezov. Proceedings of the All-Union Conference on application of lasers in medicine (Krasnoyarsk, 1983). Moscow; 1984:161-163. Russian.
2. Bendlin ID. Transkraniyal'naya elektrostimulyatsiya i magnitolazernaya terapiya bol'nykh s vertebral'no-bazilyarnoy nedostatochnost'yu: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. St. Petersburg; 2015. Russian.
3. Vaisova BA, Cherevashchenko LA. Kompleksnaya sanatorno-kurortnaya reabilitatsiya bol'nykh s khronicheskoy ishemiyey golovnoy mozga. *Vrach-aspirant*. 2017;81(2.2):234-240. Russian.
4. Vyrypayeva OV. Lazernaya terapiya v kompleksnom lechenii narusheniy mozgovogo krovoobrashcheniya: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow, 1997. Russian.
5. Galeyeva OP. Kranio-tserebral'naya infuziya i endovaskulyarnoye lazernoye vozdeystviye pri ostroy gipoksii golovnoy mozga: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow; 1992. Russian.
6. Gerasimenko MY, Afoshin SA. The application of physical factors for the combined rehabilitation of patients suffering acute disturbances of cerebral circulation (part 1). *Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*. 2011;10(4):46-50. doi:10.17816/41241. Russian.
7. Gerasimenko MY, Afoshin SA, Lazarenko NN. The application of physical factors for the combined rehabilitative treatment of the patients suffering from acute disturbances of cerebral blood circulation (part 3). *Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*. 2011;10(6):51-56. doi:10.17816/41289. Russian.
8. Gil'mutdinova LT, Iseyeva DR, Yamilova GT, Gil'mutdinov BR, Nazarova EM, Mustafin KhM, Bogovazova LR, Akhmadullin RR. Primneniye lazeroterapii v kompleksnom lechenii bol'nykh s distsirkulyatornoy entsefalopatiyey. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2012;4:56. Russian.
9. Gorbunov FE, Kochetkov AV, Minenkov AA, Strel'tsova YeN, Konchugova TV. Primneniye nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya infrakrasnogo diapazona v ranney reabilitatsii bol'nykh posle ostrykh narusheniy mozgovogo krovoobrashcheniya. Moscow: NPLTS «Tekhnika», 2003. Russian.
10. Gorbunov FE, Kochetkov AV, Minenkov AA, Strel'tsova YeN, Konchugova TV. Low intensive infrared laser radiation in early rehabilitation of patients after acute disorders of cerebral circulation (guidelines for physicians). *Problems of balneology, physiotherapy and exercise therapy*. 2005;2:49-52. Russian.
11. Denisova EV. Sovershenstvovaniye ambulatorno-poliklinicheskoy pomoshchi bol'nym tserebrovaskulyarnymi zabolevaniyami v trudospobnom vozraste (na primere Khabarovskogo kraya): Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Khabarovsk, 2012. Russian.
12. Dolgikh GB. Lazeroterapiya distsirkulyatornoy entsefalopatii u bol'nykh razlichnykh vozrastnykh grupp. *Laser medicine*. 2005;9(4):27-31. Russian.
13. Dolgikh G.B. Tserebral'nyye arterial'nyye i venoznyye distonii u detey (mekhanizmy, klinicheskiye proyavleniya i lecheniye): Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. Kazan'; 2009. Russian.
14. Yel'tsova GN. Sravnitel'naya effektivnost' nakozhnoy i vnutrivennyoy lazernoy terapii u bol'nykh ateroskleroticheskoy distsirkulyatornoy entsefalopatiyey: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow; 2000. Russian.
15. Yel'chaninov AP. Nasledstvennyye i priobretennyye faktory trombofilii i terapiya khronicheskoy ishemii mozga u molodykh lits: Avtoref. ... dokt. med. nauk. St. Petersburg; 2002. Russian].
16. [Ipatova AG. Vliyaniye krasnogo lazernogo sveta na funktsional'noye sostoyaniye kory golovnoy mozga, mozgovoye krovoobrashcheniye i regeneratsiyu ran: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Moscow; 1975.

Russian.

17. Ishemicheskij insul't i tranzitornaya ishemicheskaya ataka u vzroslykh. Kliniche-skiye rekomendatsii. Moscow; 2021. Russian.

18. Kandyba DV. Ishemicheskiye narusheniya mozgovogo krovoobrashcheniya pri patologii ekstrakranial'nykh arteriy: Avtoref. ... dokt. med. nauk. St. Petersburg; 2002. Russian.

19. Karneyev AN. Tserebral'naya rezistentnost' k oksitel'nomu stressu u bol'nykh khronicheskoy ishemiyey mozga: Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. Moscow; 2007. Russian.

20. Karneyev AN, Solov'yeva EYu, Rummyantsev ON. Vnutrisosudistoye lazernoye oblucheniye krovi v kompleksnom energokorrigiruyushchem lechenii bol'nykh s khronicheskoy ishemiyey mozga. Lazernaya meditsina. 2007;11(1):13-18. Russian.

21. Kosmynin AG. Primeneniye lazernykh terapevticheskikh matrits pri ateroskleroticheskoy distsirkulyatornoy entsefalopatii: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow; 2005. Russian.

22. Kochetkov AV. Lechebnyye fizicheskiye faktory na etape ranney rehabilitatsii bol'nykh tserebral'nym insul'tom: Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. Moscow; 1998. Russian.

23. Kochetkov AV, Moskvina SV, Karneyev AN. Lazernaya terapiya v nevrologii. Moscow–Tver': OOO «Izdatel'stvo «Triada»; 2012. Russian.

24. Krasnoyarova NA. Znacheniyе funktsional'nykh biomekhanicheskikh narusheniy sheynogo otdela pozvonochnika v patogeneze distsirkulyatornykh entsefalopatiy i ikh korrektsiya: Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. Kazan'; 1997. Russian.

25. Kudina MA. Vliyaniye nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya na mozgovoy i pochechnyy krovotok u bol'nykh arterial'nymi gipertenziyami. Laser medicine. 1999;3(1):17–21. Russian.

26. Kukes VG, Stebliukova IA, Kozlova TV, Kniazev RP, Khairetdinova NB. Dosage of low-energy laser irradiation in acute disorders of cerebrovascular circulation. Klin Med (Mosk). 1990;68(1):57-60. Russian.

27. Leyderman NE. Primeneniye impul'snykh matrichnykh lazerov 0,63 mkm v kompleksnom lechenii bol'nykh distsirkulyatornoy entsefalopatiyey: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow; 2010. Russian.

28. Leyderman NE, Moskvina SV, Kochetkov AV. Tekhnologiya LAZMIK® v kompleksnom vosstanovitel'nom lechenii bol'nykh s khronicheskoy ishemiyey mozga. Journal of New Medical Technologies. 2009; XVI(4):104-106. Russian.

29. Livshits LYa, Ageyeva TS, Rassomakhin AA, Proshina OV, Filimonovskaya LS, Tikhonova LA. Vliyaniye endovaskulyarnoy lazerterapii na lipidnyy metabolizm i pokazateli mikroreologii u bol'nykh s tserebrovaskulyarnoy patologiyey. Nizkointensivnyye lazery v eksperimente i klinike. Samara; 1992:84-90. Russian.

30. Lukina EV, Balatskaya MV. Vliyaniye HE-NE-lazernogo izlucheniya na mozgovuyu gemodinamiku u detey s minimal'noy mozgovoy disfunktsiyey. Sbornik nauchnykh trudov, posvyashchennykh 90-letiyu kafedry nervnykh bolezney SGMU. Saratov; 2003. Russian.

31. Lutoshkina EV. Dinamika neyropsikhologicheskogo statusa i «kachestva zhizni» kak kriteriy effektivnosti differentsirovannogo kompleksnogo lecheniya bol'nykh khronicheskoy ishemiyey golovnogo mozga: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Saratov; 2005. Russian.

32. Malygin AV, Hadarcev AA, Tokarev AR, Naumova EM, Valentinov BG, Trusov SV. Transkranial'naya elektrostimulyaciya. Tula; 2021. Russian.

33. Manucharyan G.G. Mekhanizmy neyroprotektornogo i korigiruyushchego deystviya fizicheskikh faktorov pri ishemicheskikh porazheniyakh golovnogo mozga (kliniko-eksperimental'noye issledovaniye): Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. Yerevan, 1996. Russian.

34. Maslov AS, Novikov AE, Osnovina IP, Alekseyeva NV, Pakhrova OA. Low-intensive laser irradiation of blood in complex therapy of patients with ischemic stroke. Tromboz, gemostaz i reologiya. 2018;73(1):5-15. doi:10.25555/THR.2018.1.0818. Russian.

35. Makhmutova GF. Primeneniye lazerorefleksoterapii v kompleksnom lechenii bol'nykh ateroskleroticheskoy distsirkulyatornoy entsefalopatiyey. Vrachebnoye delo. 1997;1:58–61. Russian.

36. Makhovskaya TG. Vnutrisosudistaya lazeroterapiya pri ishemicheskikh narusheniyakh mozgovogo krovoobrashcheniya: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Perm'; 1993. Russian.

37. Molchanova EE. Sovershenstvovaniye meditsinskoy rehabilitatsii bol'nykh v ostrom periode ishemicheskogo insul'ta primeneniym nemedikamentoznykh tekhnologiy: Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk. Moscow; 2021. Russian.

38. Penzina EB. Neyro-immunnye narusheniya i ikh korrektsiya s pomoshch'yu nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya u muzhchin s nachal'nymi proyavleniyami nedostatochnosti krovosnabzheniya mozga: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Ekaterinburg; 2008. Russian.

39. Peregudov AV. Klinicheskiye i diagnosticheskiye aspekty neyrovizualizatsionnykh kriteriyev pri tserebral'noy ishemii: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow; 2003. Russian.

40. Piradov MA, Maksimova MYu, Tanashyan MM. Isul't: poshagovaya instruktsiya. Moscow: «GEOTAR-Media»; 2020. Russian.

41. Order of the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation No. 395 of 26.05.2006 «Ob utverzhdenii standarta okazaniya meditsinskoy pomoshchi bol'nym s utochnennymi porazheniyami golovnoy mozga» Russian.
42. Rassomakhin AA. Kliniko-biokhimicheskiye i kliniko-immunologicheskiye paralleli pri endovaskulyarnoy lazeroterapii u bol'nykh distsirkulyatornoy entsefalopatiyey: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Saratov; 1996. Russian.
43. Skupchenko VV, Makhovskaya TG. Lazernaya terapiya v nevrologii. Samara-Khabarovsk; 1993. Russian.
44. Solov'yeva EYu. Primeneniye vnutrivennoy lazernoy terapii u bol'nykh ateroskleroticheskoy entsefalopatiyey: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow; 1993. Russian.
45. Solov'yeva EYu, Mironova OP, Baranova OA, Bekman EM, Karneev AN, Fedin AI, Azizova OA. Usage of low-energy laser radiation and antioxidative therapy in chronic cerebral blood circulation disorders. *Neurology Bulletin*. 2009;41(2):59-65. Russian.
46. Steblyukova IA. Klinicheskaya effektivnost' vnutrivennoy lazernoy terapii i yeye sochetaniye s lekarstvennymi sredstvami pri sosudistyx porazheniyakh golovnoy mozga ishemicheskogo kharaktera: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow; 1989. Russian.
47. Ulashchik VS, Yevstigneyev VV, Rybin IA, Kozlovskaya LE, Rybina LN, Mazyuk TN. Kombinirovannaya mnogotsvetnaya magnitolazernaya terapiya pri tserebrovaskulyarnoy patologii. Minsk, 2003. Russian.
48. Tsoy UT. Patogenez i lecheniye rasstroystv krovoobrashcheniya v vertebrobazilyarnoy sisteme: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Moscow, 1990. Russian.
49. Shtobbe AA. Kliniko-funktional'nyye izmeneniya pri ishemicheskoy insul'te v dinamike programm reabilitatsii: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Novosibirsk, 2007. Russian.
50. Asagai Y, Imakire A, Ohshiro T. Thermographic effects of laser therapy in patients with cerebral palsy. *Laser Therapy*. 2000;12(1):12-15. doi:10.5978/islm.12.12.
51. Bacelete VSB, Gama ACC. Therapeutic effects of photobiomodulation in the speech-language-hearing clinic: an integrative literature review. *Rev. CEFAC*. 2021;23(1):e9120. doi:10.1590/1982-0216/20212319120.
52. Casalechi HL, Dumont AJL, Ferreira LAB, de Paiva PRV, Machado CDSM, de Carvalho PTC, Oliveira CS, Leal-Junior ECP. Acute effects of photobiomodulation therapy and magnetic field on functional mobility in stroke survivors: a randomized, sham-controlled, triple-blind, crossover, clinical trial. *Lasers Med Sci*. 2020;35(6):1253-1262. doi:10.1007/s10103-019-02898-y.
53. Choi DH, Lim JH, Lee KH, Kim MY, Kim HY, Shin CY, Han SH, Lee J. Effect of 710-nm visible light irradiation on neuroprotection and immune function after stroke. *Neuroimmunomodulation*. 2012;19(5):267-276. doi:10.1159/000335547.
54. De Taboada L, Ilic S, Leichter-Martha S, Oron U, Oron A, Streeter J. Transcranial application of low-energy laser irradiation improves neurological deficits in rats following acute stroke. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2006;38(1):70-73. doi:10.1002/lsm.20256.
55. Dole M, Auboiroux V, Langar L, Mitrofanis J. A systematic review of the effects of transcranial photobiomodulation on brain activity in humans. *Rev Neurosci*. 2023;34(6):671-693. doi:10.1515/revneuro-2023-0003.
56. Haan MN, Wallace R. Can dementia be prevented? Brain aging in a population-based context. *Annu Rev Public Health*. 2004;25:1-24. doi:10.1146/annurev.publhealth.25.101802.122951.
57. Jauch EC, Saver JL, Adams HP, Bruno A, Connors JJ, Demaerschalk BM, Khatri P, McMullan PW Jr, Qureshi AI, Rosenfield K, Scott PA, Summers DR, Wang DZ, Wintermark M, Yonas H Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke. A guideline for healthcare professionals from the American heart Association/American stroke association. *Stroke*. 2013;44(3):870-947. doi:10.1161/STR.0b013e318284056a.
58. Jiang L, Li W, Mamtilahun M, Song Y, Ma Y, Qu M, Lu Y, He X, Zheng J, Fu Z, Zhang Z, Yang GY, Wang Y. Optogenetic inhibition of striatal GABAergic neuronal activity improves outcomes after ischemic brain injury. *Stroke*. 2017;48(12):3375-3383. doi:10.1161/STROKEAHA.117.019017.
59. Jiang W, Chen L, Zhang XJ, Chen J, Li XC, Hou WS, Xiao N. Red photon treatment inhibits apoptosis via regulation of bcl-2 proteins and ROS levels, alleviating hypoxic-ischemic brain damage. *Neuroscience*. 2014;268:66-74. doi:10.1016/j.neuroscience.2014.02.034.
60. Jiang W, Gu W, Hossmann KA, Mies G, Wester P. Establishing a photothrombotic 'ring' stroke model in adult mice with late spontaneous reperfusion: quantitative measurements of cerebral blood flow and cerebral protein synthesis. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2006;26(7):927-936. doi:10.1038/sj.jcbfm.9600245.
61. Jittiwat J. Baihui point laser acupuncture ameliorates cognitive impairment, motor deficit, and neuronal loss partly via antioxidant and anti-inflammatory effects in an animal model of focal ischemic stroke. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2019;2019:1204709. doi:10.1155/2019/1204709.

62. Jittiwat J. Laser acupuncture at GV20 improves brain damage and oxidative stress in animal model of focal ischemic stroke. *J Acupunct Meridian Stud.* 2017;10(5):324-330. doi:10.1016/j.jams.2017.08.003.
63. Lampl Y. The translation procedure of low-level laser therapy in acute ischemic stroke: a nonpharmaceuticals noninvasive method. In: Lapchak PA, Zhang JH, eds. *Translational Stroke Research.* Springer Science+Business Media, LLC; 2012:721-743. doi:10.1007/978-1-4419-9530-8_35.
64. Lapchak PA. Taking a light approach to treating acute ischemic stroke patients: transcranial near-infrared laser therapy translational science. *Ann Med.* 2010;42(8):576-586. doi:10.3109/07853890.2010.532811.
65. Lee DJ, Jang HY, Moon KW, Lee EJ, Yoo AR, Choi WS, Sung CK, Kim DY. Photobiomodulation therapy in mice with chronic cerebral hypoperfusion using application-specific near-infrared light-emitting diode system. *Trans Electr Electron Mater.* 2019;20:420-425. doi:10.1007/s42341-019-00132-8
66. Lee HI, Lee SW, Kim NG, Park KJ, Choi BT, Shin YI, Shin HK. Low-level light emitting diode therapy promotes long-term functional recovery after experimental stroke in mice. *J Biophotonics.* 2017;10(12):1761-1771. doi:10.1002/jbio.201700038.
67. Lee HI, Park JH, Park MY, Kim NG, Park KJ, Choi BT, Shin YI, Shin HK. Pre-conditioning with transcranial low-level light therapy reduces neuroinflammation and protects blood-brain barrier after focal cerebral ischemia in mice. *Restor Neurol Neurosci.* 2016;34(2):201-214. doi:10.3233/RNN-150559.
68. Leung MCP, Lo SC, Siu FK, So K-F. Treatment of experimentally induced transient cerebral ischemia with low energy laser inhibits nitric oxide synthase activity and up-regulates the expression of transforming growth factor-beta 1. *Lasers Surg Med.* 2002;31(4):283-288. doi:10.1002/lsm.10096.
69. Lu Y, Jiang L, Li W, Qu M, Song Y, He X, Zhang Z, Yang GY, Wang Y. Optogenetic inhibition of striatal neuronal activity improves the survival of transplanted neural stem cells and neurological outcomes after ischemic stroke in mice. *Stem Cells Int.* 2017; 2017:4364302. doi:10.1155/2017/4364302.
70. Mehrad H, Sharifipour E, Mehrvar K, Hosseinian zakariya MM. Effect of intravenous lipid-based encapsulated methotrexate nanoparticles administration on ultrasound-guided low-level laser photobiomodulation therapy of carotid artery model of endothelial dysfunction. *Int J Stroke.* 2018;13(2S):152. doi:10.1177/1747493018789543.
71. Moskvin SV, Agasarov LG. Laser acupuncture: 35 years of successful application in Russia (narrative review). *J Lasers Med Sci.* 2020;11(4):381-389. doi:10.34172/jlms.2020.61.
72. Moskvin SV, Kochetkov AV. Russian low level laser therapy techniques for brain disorders. In: Hamblin MR, Huang Y-Y, eds. *Photobiomodulation in the Brain. Low-Level Laser (Light) Therapy in Neurology and Neuroscience.* London: Academic Press; 2019:545-572. doi:10.1016/B978-0-12-815305-5.00040-3.
73. Moskvin SV. A brief literature review of low-level laser therapy for treating amyotrophic lateral sclerosis and confirmation of its effectiveness. *BioMedicine.* 2024;14(1):1-9. doi:10.37796/2211-8039.1430.
74. Moskvin SV. Low-level laser therapy and light energy. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery.* 2019;37(5):267-268. doi:10.1089/photob.2019.4622.
75. Na C-S, Kim W-I, Jang H-S, Youn D-H, Moon Y-M, Jeong S-H, Cheon M-W. Low-level green and red laser treatment of Shaochong (HT9)-Dadun (LR1) and Shaohai (HT3)-Yingu (KI10) acupoints in a rat model of focal cerebral ischemia. *Trans. Electr. Electron. Mater.* 2015;16(2):65-69. doi:10.4313/TEEM.2015.16.2.65.
76. Naeser MA, Alexander MP, Stiassny-Eder D, Galler V, Hobbs J, Bachman D, Lannin LN. Laser acupuncture in the treatment of paralysis in stroke patients: a CT scan lesion site study. *American Journal of Acupuncture.* 1995; 23 (1): 13-28.
77. Naeser MA, Martin PI, Ho MD, Krengel MH, Bogdanova Y, Knight JA, Yee MK, Zafonte R, Koo BB, Roubil JG, Hamblin MR. Low-level laser (light) therapy for rehabilitation in traumatic brain injury and stroke, including chronic aphasia. In: Hamblin MR, de Sousa MVP, Agrawal T, eds. *Handbook of Low-Level Laser Therapy.* Pan Stanford Publishing; 2017:761-807.
78. Salehpour F, Farajdokht F, Mahmoudi J, Erfani M, Farhoudi M, Karimi P, Rasta SH, Sadigh-Eteghad S, Hamblin MR, Gjedde A. Photobiomodulation and coenzyme Q10 treatments attenuate cognitive impairment associated with model of transient global brain ischemia in artificially aged mice. *Front Cell Neurosci.* 2019;13:74. doi:10.3389/fncel.2019.00074.
79. Salehpour F, Sadigh-Eteghad S, Mahmoudi J, Kamari F, Cassano P, Hamblin MR. Photobiomodulation therapy for stroke. In: Salehpour F, Sadigh-Eteghad S, Mahmoudi J, Kamari F, Cassano P, Hamblin MR. *Photobiomodulation for the Brain. Synthesis Lectures on Biomedical Engineering.* Springer, Cham; 2023:221-258. doi:10.1007/978-3-031-36231-6_11.
80. Schellinger PD, Köhrmann M. Near-infrared laser treatment of acute stroke: from bench to bedside. *Nervenarzt.* 2012;83(8):966-974. (in German) doi:10.1007/s00115-012-3567-9.
81. Tsuchiya K, Harada T, Ushigome N, Ohkuni I, Ohshiro T, Musya Y, Mizutani K, Maruyama Y, Suguro T. Low level laser therapy (LLLT) for cerebral palsy. *Laser Therapy.* 2008;17(1):29-33. doi:10.5978/islsm.17.29.
82. Vogel DDS, Ortiz-Villatoro NN, Araújo NS, Marques MJG, Aimbire F, Scorza FA, Scorza CA, Albertini R. Transcranial low-level laser therapy in an in vivo model of stroke: Relevance to the brain infarct,

microglia activation and neuroinflammation. *J Biophotonics*. 2021;14(6):e202000500. doi:10.1002/jbio.202000500.

83. Wang R, Dong Y, Lu Y, Zhang W, Brann DW, Zhang Q. Photobiomodulation for global cerebral ischemia: targeting mitochondrial dynamics and functions. *Mol Neurobiol*. 2019;56(3):1852-1869. doi:10.1007/s12035-018-1191-9.

84. Xiaoa X, Donga J, Chua X, Jiaob J-L, Jiaa S, Zhenga X, Zhoua C, Liucd TC-Y, Liub S-H. A single photon emission computed tomography study of the therapy of intravascular low intensity laser irradiation on blood for brain infarction. *Laser Therapy*. 2000;13(1):110–113. doi:10.5978/islsm.13.110.

85. Xiong G, Li X. Effects of laser acupoint irradiation on energy metabolism of brain tissue of rats with cerebral ischemia-reperfusion. *Laser Physics*. 2017;27(12):125601. doi:10.1088/1555-6611/aa8e7b.

86. Zong X, Feng Y, Huang Z, Ma X, Zhang Q. Photobiomodulation treatment enhances and sustains neurogenesis following acute ischemic stroke. *Stroke*. 2024;55(Suppl_1):AWP14. doi:10.1161/str.55.suppl_1.WP14.

Библиографическая ссылка:

Москвин С.В., Кочетков А.В., Александрова Н.А., Гамеева Е.В. Лазерная терапия при cerebrovasкулярных заболеваниях: обоснование и оптимизация методик применения (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 3-2. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/3-2.pdf> (дата обращения: 03.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-3-2. EDN QNLEDK*

Bibliographic reference:

Moskvin SV, Kochetkov AV, Aleksandrova NA, Gameeva EV. Lazernaya terapiya pri cerebrovasulyarnyh zabolovaniyah: obosnovanie i optimizaciya metodik primeneniya (obzor literatury) [Low-level laser therapy for cerebrovascular diseases: justification and optimization of application techniques (literature review)]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2025 [cited 2025 Jul 03];4 [about 15 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/3-2.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-3-2. EDN QNLEDK

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY



**ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ
ОБОСНОВАНИЕ И МЕХАНИЗМЫ
(обзор литературы. Часть 1)**

С.В. МОСКВИН *, А.В. КОЧЕТКОВ *, Н.А. АЛЕКСАНДРОВА *, Е.В. ГАМЕЕВА **

* Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства», Волоколамское ш., 91, г. Москва, 125371, Россия

** ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр медицинской реабилитации и курортологии Федерального медико-биологического агентства», Алтуфьевское ш., д. 37А, стр. 1, Москва 127410, Россия

Аннотация. Болезнь Паркинсона (БП) – мультисистемное нейродегенеративное заболевание, при котором развиваются моторные и немоторные нарушения, приводящие к социальной, бытовой и профессиональной дезадаптации, снижению качества жизни. **Цель исследования** – анализ экспериментальных научных данных о возможных механизмах *биомодулирующего действия* (БД) *низкоинтенсивного лазерного излучения* (НИЛИ) у пациентов с БП. **Материал и методы исследования.** Для поиска использованы базы данных и библиотеки: *PubMed, Scopus, ResearchGate, Google Scholar, J-STAGE, eLibrary.ru*; отобраны публикации, в которых представлены результаты экспериментальных исследований с потенциальной возможностью применения *лазерной терапии* (ЛТ) при БП. Всего найдена 41 публикация, в основном английском языке. **Результаты и их обсуждение.** Экспериментальные исследования *in vitro* и *in vivo* на различных моделях БП наглядно демонстрируют возможности НИЛИ в восстановлении различных нарушений, предупреждения развития нейротоксичности. **Заключение.** Анализ полученных результатов, кроме понимания вторичных механизмов БД НИЛИ, также позволяет улучшить понимание условия оптимизации методик ЛТ, в частности, необходимость использования экспозиции 100 с при местном и транскраниальном воздействии. Это полностью согласуется с моделью первичного механизма БМ НИЛИ, как запуск Ca^{2+} -зависимых процессов.

Ключевые слова: болезнь Паркинсона, лазерная терапия, экспериментальные исследования

**LOW-LEVEL LASER THERAPY FOR PARKINSON'S DISEASE: EXPERIMENTAL RATIONALE
AND MECHANISMS (literature review. Part 1)**

S.V. MOSKVIN *, A.V. KOCHETKOV *, N.A. ALEKSANDROVA *, E.V. GAMEEVA **

* Academy of Postgraduate Education of Federal Research and Clinical Center of specialized types of health care and medical technology of the Federal Medical and Biological Agency, Volokolamskoe sh., 91, Moscow, 125371, Russia;

** Federal Scientific and Clinical Center of Medical Rehabilitation and Balneology of the Federal Medical-Biological Agency, Altufyevskoe sh., 37A, bldg 1, Moscow 127410, Russia

Abstract. Parkinson's disease (PD) is a multisystem neurodegenerative disease in which motor and non-motor impairments develop, leading to social, domestic and occupational maladaptation and reduced quality of life. **Objective.** To analyze experimental scientific data on possible mechanisms of biomodulatory action of low-intensity laser illumination (LILI) in patients with PD. **Material and methods.** Databases and libraries: *PubMed, Scopus, ResearchGate, Google Scholar, J-STAGE, eLibrary.ru* were used for the search. The publications, which presented the results of experimental studies with potential application of low-level laser therapy (LLLT) in PD, were selected. A total of 41 publications were found, mostly in English. **Results.** Experimental studies *in vitro* and *in vivo* on different models of PD clearly demonstrate the possibilities of LLLT in restoration of various disorders, prevention of neurotoxicity development. **Conclusion.** The analysis of the obtained results, in addition to understanding the secondary mechanisms of biomodulatory action of LILI, also allows improving the understanding of the optimization of LLLT techniques, in particular, the necessity of using exposure of 100 s for local and transcranial exposure. This is fully consistent with the model of the primary mechanism of biomodulatory action of LILI as the triggering of Ca^{2+} -dependent processes.

Keywords: Parkinson's disease, low-level laser therapy, experimental studies

Введение. Паркинсонизм – синдром проявляющейся сочетанием гипокинезии с мышечной ригидностью, тремором покоя и постуральной неустойчивостью, обычно связанный с поражением базальных

ганглиев и их связей. Основная причина – *болезнь Паркинсона* (БП), – мультисистемное нейродегенеративное заболевание, при котором развиваются моторные и немоторные нарушения, приводящие к социальной, бытовой и профессиональной дезадаптации, снижению повседневной активности и качества жизни [1].

По разным данным распространённость БП составляет от 120 до 180 на 100000, заболеваемость – от 12 до 20 на 100000 населения. Показатели существенно зависят от страны, а заболеваемость постоянно растёт [17]. Согласно последним глобальным оценкам ВОЗ, более 8,5 миллионов человек живут с БП, которая стала причиной 329 000 смертей в 2019 году [30].

Многочисленными исследованиями доказано, что патоморфологической основой БП является снижение численности дофаминергических нейронов в компактной части *substantia nigra* (*SNpc*), вызывающая уменьшение содержания дофамина в полосатом теле и дисфункцию нейронов других базальных ганглиев, прежде всего растормаживание и избыточную активность нейронов внутреннего сегмента бледного шара и ретикулярной части *substantia nigra*, что приводит к торможению таламокортикальных нейронов и дефициту активации нейронов дополнительной моторной коры, с которым связывают развитие основных проявлений болезни. Первые симптомы болезни появляются, когда численность нейронов *SNpc* снижается более чем на 50 %, а содержание дофамина в стриатуме падает более чем на 80 %. Причины возникновения заболевания до сих пор не установлены, считается, что БП является результатом сложного взаимодействия генетических факторов и негативного воздействия окружающей среды, влияющих на многочисленные фундаментальные клеточные процессы [27].

Помимо дофаминергических нейронов в *SNpc* при БП дегенерации подвергаются и другие группы нейронов:

- дорсального ядра блуждающего нерва;
- обонятельной луковицы;
- норадренергические голубого пятна;
- серотонинергические ядер шва;
- холинергические ядра Мейнерта;
- коры больших полушарий и некоторых вегетативных сплетений.

В силу этого, помимо дефицита дофамина, возникает дисфункция серотонинергических, норадренергических и холинергических систем. С поражением экстраингральных структур связаны такие проявления болезни как anosmia, вегетативная недостаточность, депрессия, деменция [7]. С этой точки зрения БП также можно рассматривать и как мультисистемную дегенерацию.

Наиболее частым вариантом вторичного паркинсонизма является лекарственная форма. Патогенетический эффект антипсихотических средств связывают с нарушением дофаминергической передачи на фоне блокады постсинаптических рецепторов, а также токсическим эффектом препаратов. Сосудистый паркинсонизм связан с диффузным поражением белого вещества в глубоких отделах полушарий, либо двухсторонним мультилакунарным поражением базальных ганглиев (как осложнение церебральной микроангиопатии у пациентов с артериальной гипертензией, амилоидной ангиопатией, васкулитами, сенильным атеросклерозом, нескольких эпизодов инсультов и др.) [1].

В схемах стандартной терапии используют препараты L-допа и её производные, стимуляторы моторики ЖКТ, миорелаксанты, агонисты дофаминовых рецепторов, ингибиторы МАО-В и др. Среди немедикаментозных методов – диета, ЛФК, транскраниальная магнитная стимуляция [1, 4].

Материал и методы исследования. Для поиска использованы базы данных и библиотеки: *PubMed, Scopus, ResearchGate, Google Scholar, J-STAGE, eLibrary.ru*; отобраны публикации, в которых представлены результаты экспериментальных исследований с потенциальной возможностью применения *лазерной терапии* (ЛТ) при БП. Всего найдена 41 публикация, в основном английском языке.

Результаты и их обсуждение. В табл. 1 кратко описаны экспериментальные модели и представлены результаты исследований, демонстрирующих вторичные механизмы БД НИЛИ, обосновывающих потенциальные возможности применения ЛТ при БП.

Таблица 1

Механизмы влияния НИЛИ на нейродегенеративные процессы в головном мозге при БП – экспериментальные исследования

№ п/п	Экспериментальная модель, область ЛО	Результат	Методика освещения: λ , нм; РР; М; ПМ; F, Гц; Т	Литература
1	Клетки нейробластомы в Ротеноновой модели БП <i>in vitro</i>	Повышается жизнеспособность клеток и усиливается митохондриальное потребление кислорода	633 и 840; НР; 1,8 и 3,6 мВт/см ² ; 5, 10 и 20 мин	[6]

2	Обезьяны, модель паркинсонизма введением различных доз МРТР; освечивание через оптоволоконное устройство, которое доставляло НИЛИ в средний мозг	Нейропротекция дофаминергических клеток	670; НР; 10 мВт; 90 с	[9]
3	Нейроны полосатого тела и коры головного мозга подвергались воздействию возрастающей концентрации МРР+ (250 мкМ или 500 мкМ) или ротенона (50 нМ или 100 нМ) в течение 48 часов	↑ активности цитохром с оксидазы, а также жизнеспособность культивируемых нейронов крыс	670; НР; –; 50 мВт/см ² ; 80 с	[10]
4	Мыши, модель паркинсонизма введением МРТР; ТКО	↑ клеток SN и глиальных клеток в ростродорсальной части комплекса хвостатого ядра, сниженных после токсического воздействия	670; НР; –; 3,5 мВт/см ² ; 90 с	[13]
5	Обезьяны <i>Macaca fascicularis</i> , модель паркинсонизма введением МРТР; ТКО	Резкое (~ 75 %) ↓ вызванного МРТР астроглиоза как в SN, так и в стриатуме, ↑ количества тирозингидроксилазных иммунореактивных клеток и экспрессии GDNF, ↑ активности полосатого тела на уровне интернейронов и стриосом	670; НР; –; 3,5 мВт/см ² ; 5, 60 или 90 с	[12, 14, 15]
6	Мыши линии <i>BALB/c (C57BL/6)</i> , получавших МРТР; освечивали спину и задние конечности	Значительное ослабляло индуцированную МРТР потерю тирозингидроксилазопозитивных дофаминергических клеток среднего мозга и уменьшило увеличение FOS-позитивных нейронов в хвостатом комплексе скорлупы, усиление передачи сигналов и миграции клеток, активация путей ответа на окислительный стресс и модуляция гематоэнцефалического барьера	670; НР; –; 50 мВт/см ² ; 90 с	[16]
7	Мыши <i>C57BL/6</i> и обезьяны (макаки), получавшие МРТР; ТКО, на живот и ноги, 21 день ежедневно	Дистантное ЛО лучше (живот и ноги), чем ТКО, обеспечивает нейропротекцию, большее количество выживших дофаминергических клеток среднего мозга	670; НР; –; 50 мВт/см ² ; 1,5-3 мин	[18]
8	Клетки дофаминергической нейробластомы человека <i>SH-SY5Y in vitro</i>	Активация ERK фосфорилированного белка, связывающего элемент цАМФ (CREB) в положении Ser133, увеличивающая способность CREB связываться с промоторной областью VMAT2, повышая экспрессию VMAT2, способствуя высвобождению дофамина и выживанию клеток	633; НР; 10 мВт; 12,74 мВт/см ² ; 1,25, 2,5 и 5 мин	[19]
9	Мыши, модель паркинсонизма введением различных доз МРТР (50, 75, 100 мг/кг); ТКО и на тело	ТКО эффективнее предотвращает токсическое действие, на количество астроцитов и клеток микроглии в компактной части SN не влиял ни один из режимов	670; НР; –; 50 мВт/см ² ; 90 с	[24]
10	Мыши <i>BALB/c</i> , получавших МРТР; ТКО	Защита мозговых центров, критически важных при БП	670; НР; –; 50 мВт/см ² ; 90 с	[28]

11	Нейроны полосатого тела и зрительной коры новорождённых крыс <i>Sprague Dawley</i> культивировали в среде с 200 нМ ротенона или 250 мкМ MPP+ в течение 48 часов; предварительное освечивание <i>in vitro</i>	↑ выработки АТФ, ↓ числа погибших нейронов, значительно уменьшилась выработка активных форм кислорода и азота в нейронах	670; НР; –; 50 мВт/см ² ; 80 с	[33]
12	Крысы <i>Wistar</i> , нарушения вызваны резерпином (0,2 мг/кг) в среднем мозге и в полосатом теле; ТКО 14 дней	Устранение окислительного стресса и нарушений ферментативной активности, улучшение двигательной активности	830; НР; 100 мВт; 127,4 мВт/см ² ; 2 мин	[39]
13	Мыши <i>BALB/c</i> , получавших МРТР; ТКО	↑ количества тирозингидроксилазных иммунореактивных клеток в <i>SN</i>	670; НР; –; 10 мВт; 90 с	[44]
14	Мыши <i>BALB/c</i> и крысы <i>Sprague Dawley</i> , получавших МРТР; освечивали через волокно	↑ клеток <i>SN</i>	670; НР; –; 0,16 и 67 мВт; 90 с	[43]
15	Обезьяны <i>Macaca fascicularis</i> , получавших МРТР; освечивали через волокно	Нейропротекторное действие в <i>SN</i> не улучшается при увеличении экспозиции	670; НР; –; 10 мВт; 5 и 60 с	[41, 42]
16	Крысы <i>Sprague–Dawley</i> , БП, вызванная супранигральной инъекцией липополисахарида (ЛПС); ТКО	Освечивание полностью защитило от гибели дофаминергических клеток в <i>SN</i> при дозе ЛПС 10 мкг, но не было значительно эффективным при дозе ЛПС 20 мкг	675; НР; –; 400 мВт; 40,84 мВт/см ² ; 88 с	[50]
17	Крысы <i>Sprague–Dawley</i> с дофаминергическими нарушениями, вызванными инъекцией α-синуклеина человека (α-syn) в <i>SN</i> ; ТКО с двух сторон головы 28 дней	Облегчало двигательные нарушения, значительно уменьшало потерю дофаминергических нейронов в <i>SN</i> и сохраняло дофаминергические волокна в ипсилатеральном полосатом теле	808; НР; –; 2,5 и 5 мВт/см ² ; 100 с	[51]
18	Мышам <i>BALB/c</i> вводили МРТР (100 мг/кг) для острой модели паркинсонического инсульта; ТКО	Защита дофаминергических амакриновых клеток сетчатки от токсического поражения	670; НР; –; 40 мВт/см ² ; 90 с	[52]
19	Мыши <i>BALB/c</i> , которым вводили МРТР для острой модели паркинсонического инсульта, исследовали три области дофаминергических клеток: <i>SN</i> , околотоводопроводное серое вещество и зону инцернагипоталамуса (<i>ZI-Нур</i>); ТКО	Предотвращение дегенерации клетки <i>SN</i>	670; НР; –; 40 мВт/см ² ; 90 с	[53]
20	Мыши с БП двух трансгенных штаммов A53T-α-синуклеина (A53T) и K3 tau (K3); ЛО живота и ТКО	Отсутствие значительной потери дофаминергических нейронов по сравнению с контрольными мышами дикого типа	670; НР; –; 50 мВт/см ² ; 3 мин	[55]
21	Трансгенные мыши с повышенной экспрессией иперфосфорилированного тау после появления признаков паркинсонизма; ТКО	ЛО снижало окислительный стресс, вызванный трансгеном тау, и спасало клетки <i>SN</i> от дегенерации	670; НР; –; 50 мВт/см ² ; 90 с	[56]
22	Мыши <i>BALB/c</i> , вводили МРТР; ТКО	Увеличение двигательной активности (~40 %) и количества дофаминергических клеток (~20 %)	810; НР; –; 0,16 мВт; 90 с	[60]
23	Мыши <i>BALB/c</i> , вводили МРТР; ТКО	Улучшались как поведенческие, так и структурные показатели повреждения	670; НР; –; 5,6 мВт/см ² ; 90 с	[59]

24	Крысы <i>Wistar</i> , вводили МРТР; через волокно в срединную область среднего мозга	Улучшение поведения крыс и ↑ количества дофаминергических клеток	670; НР; –; 0,16 мВт; 90 с	[58]
25	Мыши <i>BALB/c</i> , вводили МРТР; ТКО	↑ двигательной активности животных и количества тирозингидроксилазных иммунореактивных клеток в компактной части <i>SN</i> , последовательное освечение с разной длиной волны эффективнее	670 и 810; НР; –; 30 мВт; 90 с	[61]
26	60 крыс <i>Wistar</i> , для индукции БП в кору мозга вводили электрод; ТКО или НИЛИ	Повышение уровня IFN-γ и IL-2, снижение – TNF-α и воспаления	627; НР; 70 мВт (СИД) и 630; НР 45 мВт (ЛД); 88 с	[64]
27	Мыши <i>C57BL/6</i> , повреждение сосудов мозга, вызванное МРТР; ТКО	Уменьшение сосудистой дисфункции при неврологических состояниях	670; НР; –; 50 мВт/см ² ; 90 с	[65]
28	Обезьяны <i>Macaca fascicularis</i> и мыши <i>BALB/c</i> , получавших МРТР; ТКО	Увеличение количества тирозингидроксилазных иммунореактивных клеток в околосинаптическом сером веществе	670; НР; –; 40 мВт/см ² ; 90 с	[66]
29	Мыши <i>BALB/c</i> , вводили МРТР для острой модели паркинсонизма; ТКО	Больше сохранилось клеток в <i>SN</i> , ↓ на 30–45 % числа клеток Fos+ в субталамической области	670; НР; –; 40 мВт/см ² ; 90 с	[67, 68]
30	Крысы <i>Wistar</i> , самцы, одностороннее поражение <i>SN</i> с помощью 6-ОНДА; лазерная акупунктура на точку С 7 (шэнь-мэнь) в течение 14 дней	Улучшение памяти, ↑ плотности нейронов <i>SN</i> в области СА3 и зубчатой извилине головного мозга, ↓ ацетилхолинэстеразы (АХЭ), моноаминоксидазы В (МАО-В) и малонового диальдегида (МДА) вместе с повышением глутатионпероксидазы (GSH-Px) в гиппокампе	405; НР; 100 мВт; –	[73]
31	Крысы <i>Sprague Dawley</i> , БП вызывалась инъекцией 6-ОНДА; освечение непосредственно шишковидной железы посредством хирургической имплантации световода	Улучшение функционального состояния крыс и выживаемости после освечения, и ухудшение без него	Параметры методики не указаны	[75]
32	Нейроны полосатого тела и зрительной коры новорождённых крыс культивировали в среде с 200 нМ ротенона или 250 мкМ МРР+ в течение 48 часов; предварительное освечение <i>in vitro</i>	Восстановление до 70 % уровня выработки АТФ, сниженного до 48 % действием нейротоксинов	670; НР; –; 50 мВт/см ² ; 80 с	[76]

Примечание: λ – длина волны; 6-ОНДА – 6-гидроксидофамин; F – частота; GDNF – нейротрофический нейротрофический фактор глиального происхождения; МРР+ – 1-methyl-4-phenylpyridinium; МРТР – 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine; T – экспозиция; VMAT2 – везикулярный переносчик моноаминов 2; M – мощность; НР – непрерывный режим; ПМ – плотность мощности; РР – режим работы; SN – substantia nigra; ТКО – транскраниальное освечение

Стимуляция транспорта электронов и синтеза АТФ рассматривается многими специалистами в качестве одного из ведущих механизмов ЛТ при БП [57; 72]. Нейропротекция, способность НИЛИ защищать нейроны от разрушительного, токсического действия различных негативных факторов хорошо известна и активно используется в клинической практике при лечении больных с различными нейродегенеративными заболеваниями: болезнь Альцгеймера, рассеянный и боковой амиотрофический склероз, БП [3; 5; 20; 46]. Важной составляющей является положительное влияние НИЛИ на различные состав-

ляющие иммунной системы. Все перечисленные механизмы в итоге позволяют восстановить функциональное состояние животных – подвижность, память и др.

Также экспериментальные работы дают лучшее понимание методологии, какие параметры методики ЛТ наиболее эффективны. Напомним, что это длина волны НИЛИ, режим работы лазера, частота для импульсного или модулированного режима, мощность излучения, экспозиция, локализация воздействия, количество процедур в лечебном курсе [47, 48].

Очень важные и интересные выводы сделаны французским исследователем [62]:

- воздействие НИЛИ очень быстро, уже в течение 20 мин, активирует защитные механизмы дофаминергических клеток в экспериментальных моделях;
- нейропротекторный эффект сохраняется в течение длительного времени, не менее 3-х недель;
- модулированный режим лучше, чем непрерывный;
- увеличение мощности не приводит к улучшению результатов, НИЛИ действует как триггер, по принципу «всё или ничего»;
- дистантное воздействие НИЛИ на разные части тела животных не менее эффективно, чем непосредственно на головной мозг, так называемое *транскраниальное осветивание* (ТКО).

В части дистантного ЛО к таким же выводам пришли *L.C. Gordon et al.* (2023) [18], с удивлением обнаружив, что осветивание НИЛИ живота и ноги показали значительное увеличение дофаминергических клеток среднего мозга мышей с сопоставимым восстановлением аксональных окончаний в полосатом тел.

Радует, что коллеги наконец-то начали понимать, что НИЛИ не является терапевтическим агентом, а лишь инструментом управления физиологией живого организма, поэтому далеко не всегда нужно светить непосредственно на область поражения. В России это давно известно, напоминаем, что именно российские учёные впервые в мире предложили рефлекторные методики и лазерное осветивание крови [45].

В другой экспериментальной работе с весьма значительным варьированием параметров методики осветивания (длина волны: 635, 652, 690, 730, 755, 780, 808, 830, 865, 900; НР; ПМ 10-25 мВт/см²; экспозиция 20-200 с) показано, что максимальное улучшение митохондриальной функции в дофаминергических нейронах наблюдается при оптимальной экспозиции 100 с [71]. Рассматривая более широкий диапазон экспозиций *X. Gu et al.* (2017) [19], отмечают, что при 5-минутном ЛО достигаются ещё лучшие результаты. Большинство авторов использовали как оптимальное время осветивания 1,5-2 мин (табл. 1).

В одной работе показано, что последовательное воздействие НИЛИ с разной длиной волны эффективнее, чем использование только одной из них [61]. Это, как известно, один из лучших способов повышения эффективности ЛТ, давно применяемы в России в клинической практике [2].

К сожалению, никто не использовал импульсный или модулированный режим работы лазеров, которые намного эффективнее. Также отсутствует понимание оптимизации длины волны НИЛИ, хотя использование красного спектра (635-670 нм) уж точно перспективнее чем инфракрасный, даже в экспериментальной модели.

Обращаем в очередной раз внимание на особую роль в методиках ЛТ именно экспозиции, что подтверждает Ca^{2+} -зависимый механизм БД НИЛИ, как ведущий и первичный. Синхронизация с периодами 100 и 300 с распространения волн ионов Ca^{2+} , высвобождаемых в результате воздействия НИЛИ из депо в клетках, обеспечивает наиболее оптимальный результат [47].

Выводы. Рассмотренные экспериментальные работы убедительно доказывают перспективность ЛТ при БП, раскрывают многие механизмы благотворного влияния НИЛИ, которые лежат в основе его лечебного действия.

Многочисленные обзоры и мета-анализы последних лет подтверждают, что ЛТ может быть исключительно эффективным методом лечения при нейродегенеративных заболеваниях, и БП, в частности [8, 11, 21, 22, 23, 25, 26, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 40, 49, 55, 58, 6363, 69, 70, 74].

Поскольку зарубежные коллеги используют некорректные методики, часто не лазеры, а малоэффективные некогерентные источники света, то очевидны перспективы именно ЛТ при оптимальном сочетании параметров воздействия [47, 48]. Об этом более подробно во второй части обзорной статьи, где будут также представлены наиболее эффективные методики лазерной терапии.

Литература

1. Клинические рекомендации – Болезнь Паркинсона, вторичный паркинсонизм и другие заболевания, проявляющиеся синдромом паркинсонизма. М.; 2022.
2. Москвин С.В. Эффективность лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 2. М.-Тверь: Триада; 2014.

3. Москвин С.В., Кочетков А.В., Александрова Н.А., Гамеева Е.В. Лазерная терапия при рассеянном склерозе: обоснование и оптимизация методик применения. (Обзор литературы) // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. 2024;101(5):52-63. doi: 10.17116/kurort202410105152.
4. Приказ Минздрава России № 572н от 25.10.2023 «Об утверждении стандартов медицинской помощи взрослым при болезни Паркинсона, вторичном паркинсонизме, паркинсонизме при мультисистемных дегенерациях». Ссылка активна на 25.10.2024.
5. Berman M.H., Nichols T.W. Treatment of neurodegeneration: integrating photobiomodulation and neurofeedback in Alzheimer's dementia and Parkinson's: a review // Photobiomodul Photomed Laser Surg. 2019. №37(10). P. 623-634. doi: 10.1089/photob.2019.4685
6. Bikmulina P.Y., Kosheleva N.V., Shpichka A.I., Timashev P.S., Yusupov V.I., Maximchik P.V., Gogvadze V.G., Rochev Y.A. Photobiomodulation enhances mitochondrial respiration in an in vitro rotenone model of Parkinson's disease // Optical Engineering. 2020.№59(6). P.061620. doi: 10.1117/1.OE.59.6.061620.
7. Cacabelos R. Parkinson's Disease: From Pathogenesis to Pharmacogenomics // Int J Mol Sci. 2017. №18(3). P. 551. doi: 10.3390/ijms18030551.
8. Chamkouri H, Si J, Chen P, Ni H, Bragin DE, Ahmadlouydarab M, Niu C, Chen L. Overcoming challenges of clinical cell therapies for Parkinson's disease with photobiomodulation // Interdisciplinary Medicine. 2024. №2(3). P. e20240013. doi: 10.1002/INMD.20240013.
9. Darlot F, Moro C, El Massri N, Chabrol C, Johnstone D.M., Reinhart F, Agay D, Torres N, Bekha D, Auboiroux V, Costecalde T, Peoples C.L., Anastascio H.D., Shaw V.E., Stone J, Mitrofanis J, Benabid A.L. Near-infrared light is neuroprotective in a monkey model of Parkinson disease // Ann Neurol. 2016. №79(1). P. 59-75. doi: 10.1002/ana.24542.
10. DeSmet K, Buchmann E, Henry M, Wong-Riley M, Eells J, VerHoeve J, Whelan H. Near-infrared light as a possible treatment option for Parkinson's disease and laser eye injury. Proc. SPIE 7165, Mechanisms for Low-Light Therapy IV. 2009. №716503. doi: 10.1117/12.803964.
11. Dong J, Cui Y, Li S, Le W. Current pharmaceutical treatments and alternative therapies of Parkinson's disease // Curr Neuropharmacol. 2016. №14(4). P. 339-355. doi: 10.2174/1570159x146666151120123025.
12. El Massri N, Cullen KM, Stefani S, Moro C, Torres N, Benabid A.L, Mitrofanis J. Evidence for encephalopsin immunoreactivity in interneurons and striosomes of the monkey striatum // Exp Brain Res. 2018. №236(4). P. 955-961. doi: 10.1007/s00221-018-5191-9.
13. El Massri N, Johnstone D.M., Peoples C.L., Moro C, Reinhart F, Torres N, Stone J, Benabid A.L., Mitrofanis J. The effect of different doses of near infrared light on dopaminergic cell survival and gliosis in MPTP-treated mice // Int J Neurosci. 2016. №126(1). P. 76-87. doi: 10.3109/00207454.2014.994063.
14. El Massri N, Lemgruber A.P., Rowe I.J., Moro C, Torres N, Reinhart F, Chabrol C, Benabid A.L., Mitrofanis J. Photobiomodulation-induced changes in a monkey model of Parkinson's disease: changes in tyrosine hydroxylase cells and GDNF expression in the striatum // Exp Brain Res. 2017. №235(6). P. 1861-1874. doi: 10.1007/s00221-017-4937-0.
15. El Massri N, Moro C, Torres N, Darlot F, Agay D, Chabrol C, Johnstone D.M., Stone J, Benabid A.L., Mitrofanis J. Near-infrared light treatment reduces astrogliosis in MPTP-treated monkeys // Exp Brain Res. 2016. №234(11). P. 3225-3232. doi: 10.1007/s00221-016-4720-7.
16. Ganeshan V, Skladnev N.V., Kim J.Y., Mitrofanis J, Stone J, Johnstone D.M. Pre-conditioning with remote photobiomodulation modulates the brain transcriptome and protects against MPTP insult in mice // Neuroscience. 2019. №400. P. 85-97. doi: 10.1016/j.neuroscience.2018.12.050
17. GBD 2016 Parkinson's Disease Collaborators. Global, regional, and national burden of Parkinson's disease, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 // Lancet Neurol. 2018. №17(11). P. 939-953. doi: 10.1016/S1474-4422(18)30295-3.
18. Gordon L.C., Martin K.L., Torres N, Benabid A.L., Mitrofanis J, Stone J, Moro C, Johnstone D.M. Remote photobiomodulation targeted at the abdomen or legs provides effective neuroprotection against parkinsonian MPTP insult // Eur J Neurosci. 2023. №57(9). P. 1611-1624. doi: 10.1111/ejn.15973.
19. Gu X, Liu L, Shen Q, Xing, D. Photoactivation of ERK/CREB/VMAT2 pathway attenuates MPP+-induced neuronal injury in a cellular model of Parkinson's disease. // Cellular Signalling. 2017. №37. P. 103-114. doi: 10.1016/j.cellsig.2017.06.007.
20. Hamblin M.R. Shining light on the head: photobiomodulation for brain disorders // BBA Clin. 2016. №6. P. 113-124. doi: 10.1016/j.bbacli.2016.09.002.
21. Hamilton C, Hamilton D, Nicklason F, El Massri N, Mitrofanis J. Exploring the use of transcranial photobiomodulation in Parkinson's disease patients // Neural Regen Res. 2018. №13(10). P. 1738-1740. doi: 10.4103/1673-5374.238613.
22. Jang I, Han C. Can phototherapy ameliorate the progression of Parkinson's disease? // Photomedicine and Laser Surgery. 2014. №32(10). P. 525-526. doi: 10.1089/pho.2014.3765.

23. Johnstone D, Coleman K, Moro C, Torres N, Eells J, Baker G.E., Ashkan K, Stone J, Benabid A, Mitrofanis J. The potential of light therapy in Parkinson's disease // *ChronoPhysiology and Therapy*. 2014. №4. P. 1-14. doi: 10.2147/CPT.S57180.
24. Johnstone D.M., el Massri N, Moro C, Spana S, Wang X.S., Torres N, Chabrol C, De Jaeger X, Reinhart F, Purushothuman S, Benabid A.L., Stone J, Mitrofanis J. Indirect application of near infrared light induces neuroprotection in a mouse model of parkinsonism – an abscopal neuroprotective effect // *Neuroscience*. 2014. №274. P. 93-101. doi: 10.1016/j.neuroscience.2014.05.023.
25. Johnstone D.M, Hamilton C, Gordon L.C., Moro C, Torres N, Nicklason F, Stone J, Benabid A.L., Mitrofanis J. Exploring the use of intracranial and extracranial (remote) photobiomodulation devices in Parkinson's disease: a comparison of direct and indirect systemic stimulations // *J Alzheimers Dis*. 2021. №83(4). P. 1399-1413. doi: 10.3233/JAD-210052
26. Johnstone D.M, Mitrofanis J, Stone J. Targeting the body to protect the brain: inducing neuroprotection with remotely-applied near infrared light // *Neural Regen Res*. 2015. №10(3). P. 349-351. doi: 10.4103/1673-5374.153673
27. Kalia L.V., Lang A.E. Parkinson's disease // *Lancet*. 2015. №386(9996). P. 896-912. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61393-3.
28. Kim B, Mitrofanis J, Stone J, Johnstone D.M. Remote tissue conditioning is neuroprotective against MPTP insult in mice // *IBRO Rep*. 2018. №4. P. 14-17. doi: 10.1016/j.ibror.2018.01.001.
29. Klingelhoefer L, Ughratdar I, Samuel M, Ray Chaudhuri K, Ashkan K. Surgical treatment of Parkinson's disease, transplantations and restorative therapies for Parkinson's diseases. In: Falup-Pecurariu C, Ferreira J, Martinez-Martin P, Chaudhuri K, eds. *Movement Disorders Curricula*. Springer-Verlag Wien; 2017. P. 157-164. doi: 10.1007/978-3-7091-1628-9_15.
30. Launch of WHO's Parkinson disease technical brief, 2022. Accessed: October 25, 2024.
31. Li S, Dong J, Cheng C, Le W. Therapies for Parkinson's diseases: alternatives to current pharmacological interventions // *J Neural Transm (Vienna)*. 2016. №123(11). P. 1279-1299. doi: 10.1007/s00702-016-1603-9.
32. Li Y, Zhou X, Wu X, Tang B. Efficacy and safety of light therapy for Parkinson disease // *Chin Med J*. 2022. №135(7). P. 878-880. doi: 10.1097/CM9.0000000000001818.
33. Liang H.L., Whelan H.T., Eells J.T., Wong-Riley M.T. Near-infrared light via light-emitting diode treatment is therapeutic against rotenone- and 1-methyl-4-phenylpyridinium ion-induced neurotoxicity // *Neuroscience*. – 2008. № 153 (4). P. 963–974. doi: 10.1016/j.neuroscience.2008.03.042.
34. Liebert A, Saltmarche A, McConaghy M, Hares O, Bicknell B, Herkes G. Photobiomodulation as part of a multi-disciplinary approach for the treatment of Parkinson's disease symptoms // *Medical Research Archives [online]*. 2024. №12(9). Accessed: October 25, 2024. doi: org/10.18103/mra.v12i9.5648.
35. Lim S. Analysis of photobiomodulation therapy conditions used to treat neurodegenerative brain diseases. *Proc. SPIE 11628, Mechanisms and Techniques in Photodynamic Therapy and Photobiomodulation*. 2021. №1162801. doi: 10.1117/12.2583429.
36. Maggio R, Vaglini F, Rossi M, Fasciani I, Pietrantonio I, Marampon F, Corsini G.U., Scarselli M, Millan M.J. Parkinson's disease and light: The bright and the Dark sides // *Brain Res Bull*. 2019. №150. P. 290-296. doi: 10.1016/j.brainresbull.2019.06.013.
37. Mitrofanis J. *Run in the Light. Exploring exercise and photobiomodulation in Parkinson's disease* // Morgan Claypool Publishers; 2019. doi: 10.1088/2053-2571/ab2f70.
38. Mitrofanis J. Why and how does light therapy offer neuroprotection in Parkinson's disease? // *Neural Regen Res*. 2017. №12(4). P. 574-575. doi: 10.4103/1673-5374.205092.
39. Mohammed H.S., Hosny E.N., Sawie H.G., Khadrawy Y.A. Transcranial photobiomodulation ameliorates midbrain and striatum neurochemical impairments and behavioral deficits in reserpine-induced parkinsonism in rats // *Photochem Photobiol Sci*. 2023. №22(12). P. 2891-2904. doi: 10.1007/s43630-023-00497-z.
40. Moradi Vastegani S, Nasrolahi A, Ghaderi S, Belali R, Rashno M, Farzaneh M, Khoshnam S.E. Mitochondrial dysfunction and Parkinson's disease: pathogenesis and therapeutic strategies // *Neurochem Res*. 2023. №48(8). P. 2285-2308. doi: 10.1007/s11064-023-03904-0.
41. Moro C, Auboiroux V, Bleuete P, Chabardes S, Chabrol C, Costecalde T, Faivre O, Molet J, Mitrofanis J, Torres-Martinez N, Benabid A.L. Photobiomodulation clinical trial for Parkinson disease. *Book of Abstracts virtual summit «PBM2021»*. 2021. №66.
42. Moro C, El Massri N, Darlot F, Torres N, Chabrol C, Agay D, Auboiroux V, Johnstone D.M., Stone J, Mitrofanis J, Benabid A.L. Effects of a higher dose of near-infrared light on clinical signs and neuroprotection in a monkey model of Parkinson's disease // *Brain Res*. 2016. №1648(Pt A). P. 19-26. doi: 10.1016/j.brainres.2016.07.005.
43. Moro C, Massri N.E., Torres N, Ratel D, De Jaeger X, Chabrol C, Perraut F, Bourgerette A, Berger M, Purushothuman S, Johnstone D, Stone J, Mitrofanis J, Benabid A.L. Photobiomodulation inside the brain: a

novel method of applying near-infrared light intracranially and its impact on dopaminergic cell survival in MPTP-treated mice // *J Neurosurg.* 2014. №120(3). P. 670-683. doi: 10.3171/2013.9.JNS13423.

44. Moro C, Torres N, El Massri N, Ratel D, Johnstone D.M., Stone J, Mitrofanis J, Benabid A.L.. Photobiomodulation preserves behaviour and midbrain dopaminergic cells from MPTP toxicity: evidence from two mouse strains // *BMC Neurosci.* 2013. №14. P. 40. doi: 10.1186/1471-2202-14-40.

45. Moskvina S, Pritiko D, Sergeenko E, Lukash E, Gusev L. A brief literature review and own clinical experience in prophylaxis of oral mucositis in children using low level laser therapy // *Biomedicine.* 2019. №9(1). P. 1-10. doi: 10.1051/bmdcn/2019090101

46. Moskvina S.V. A brief literature review of low-level laser therapy for treating amyotrophic lateral sclerosis and confirmation of its effectiveness // *BioMedicine.* 2024. №14(1). P. 1-9. doi: 10.37796/2211-8039.1430.

47. Moskvina S.V. Low-Level Laser Therapy in Russia: History, Science and Practice // *J Lasers Med Sci.* 2017. №8(2). P. 56-65. doi: 10.15171/jlms.2017.11.

48. Moskvina S.V. Only lasers can be used for low level laser therapy // *BioMedicine.* 2017. №7(4). P. 4-11. doi: 10.1051/bmdcn/2017070422.

49. Nebrisi E.E. Neuroprotective activities of curcumin in Parkinson's disease: a review of the literature // *Int J Mol Sci.* 2021. №22(20). P. 11248. doi: 10.3390/ijms222011248.

50. O'Brien J.A., Austin P.J. Effect of photobiomodulation in rescuing lipopolysaccharide-induced dopaminergic cell loss in the male Sprague-Dawley rat // *Biomolecules.* 2019. №9(8). P. 381. doi: 10.3390/biom9080381.

51. Oueslati A, Lovisa B, Perrin J, Wagnières G, van den Bergh H, Tardy Y, Lashuel H.A. Photobiomodulation suppresses alpha-synuclein-induced toxicity in an AAV-based rat genetic model of Parkinson's disease // *PLoS One.* 2015. №10(10). P. e0140880. doi: 10.1371/journal.pone.0140880.

52. Peoples C, Shaw V.E., Stone J, Jeffery G, Baker G.E., Mitrofanis J. Survival of dopaminergic amacrine cells after near-infrared light treatment in MPTP-treated mice. *ISRN Neurol* // 2012. №2012. P. 850150. doi: 10.5402/2012/850150.

53. Peoples C, Spana S, Ashkan K, Benabid A.L., Stone J, Baker G.E., Mitrofanis J. Photobiomodulation enhances nigral dopaminergic cell survival in a chronic MPTP mouse model of Parkinson's disease. *Parkinsonism Related Disord* // 2012. №18(5). P. 469-476. doi: 10.1016/j.parkreldis.2012.01.005.

54. Petrucco C, Benson P, Gordon L, Stone J, Johnstone D.M. Photobiomodulation as a neuroprotective strategy for Parkinson's disease. In: Martin C.R., Preedy V.R., eds. *The neuroscience of Parkinson's disease: Diagnosis and management in Parkinson's disease.* Elsevier, 2020. P. 697-712. doi: 10.1016/B978-0-12-815946-0.00040-5.

55. Petrucco C.C. Neuroprotective efficacy of photobiomodulation in mouse models of chronic Parkinson's disease: Thesis. The University of Sydney, 2022.

56. Purushothuman S, Nandasena C, Johnstone D.M., Stone J, Mitrofanis J. The impact of near-infrared light on dopaminergic cell survival in a transgenic mouse model of parkinsonism // *Brain Res.* 2013. №1535. P. 61-70. doi: 10.1016/j.brainres.2013.08.047.

57. Quirk B.J., Desmet K.D., Henry M, Buchmann E, Wong-Riley M, Eells J.T., Whelan H.T. Therapeutic effect of near infrared (NIR) light on Parkinson's disease models // *Front Biosci.* 2012. №E4(3). P. 818-823. doi:10.2741/e421.

58. Reinhart F, El Massri N, Chabrol C, Cretallaz C, Johnstone D.M., Torres N, Darlot F, Costecalde T, Stone J, Mitrofanis J, Benabid A.L., Moro C. Intracranial application of near-infrared light in a hemiparkinsonian rat model: the impact on behavior and cell survival // *Journal of Neurosurgery.* 2016. №124(6). P. 1829-1841. doi: 10.3171/2015.5.jns15735.

59. Reinhart F, El Massri N, Johnstone D.M., Stone J, Mitrofanis J, Benabid A.L., Moro C. Near-infrared light (670 nm) reduces MPTP-induced parkinsonism within a broad therapeutic time window // *Exp Brain Res.* 2016. №234(7). P. 1787-1794. doi: 10.1007/s00221-016-4578-8.

60. Reinhart F, Massri N.E., Darlot F, Torres N, Johnstone D.M., Chabrol C, Costecalde T, Stone J, Mitrofanis J, Benabid A.L., Moro C. 810 nm near-infrared light offers neuroprotection and improves locomotor activity in MPTP-treated mice // *Neurosci Res.* 2015. №92. P. 86-90. doi: 10.1016/j.neures.2014.11.005.

61. Reinhart F, Massri N.E., Torres N, Chabrol C, Molet J, Johnstone D.M., Stone J, Benabid A.L., Mitrofanis J, Moro C. The behavioural and neuroprotective outcomes when 670nm and 810nm near infrared light are applied together in MPTP-treated mice // *Neurosci Res.* 2017. №117. P. 42-47. doi: 10.1016/j.neures.2016.11.006.

62. Reinhart F. Illumination proche infrarouge à visée neuroprotectrice dans la maladie de Parkinson: étude préclinique: Thèse. Université Grenoble Alpes, 2016.

63. Salehpour F, Hamblin M.R. Photobiomodulation for Parkinson's disease in animal models: A systematic review // *Biomolecules.* 2020. №10(4). P.610. doi: 10.3390/biom10040610.

64. Salgado A.S., Ribeiro L.G., Oliveira T.B., Rolão M, Gomes J, Carraro E, Perreira M, Suckow P, Kerppers I. Effects of Light Emitting Diode and Low-intensity Light on the immunological process in a model of Parkinson's disease // *Med Res. Arch.* 2017. №4(8).
65. San Miguel M, Martin K.L., Stone J, Johnstone D.M. Photobiomodulation mitigates cerebrovascular leakage induced by the parkinsonian neurotoxin MPTP // *Biomolecules.* 2019. №9(10). P. 564. doi: 10.3390/biom9100564.
66. Shaw V.E., Keay K.A., Ashkan K, Benabid A.L., Mitrofanis J. Dopaminergic cells in the periaqueductal grey matter of MPTP-treated monkeys and mice; patterns of survival and effect of deep brain stimulation and lesion of the subthalamic nucleus // *Parkinsonism Relat Disord.* 2010. №16(5). P. 338-344. doi: 10.1016/j.parkreldis.2010.02.008.
67. Shaw V.E., Peoples C, Spana S, Ashkan K, Benabid A.L., Stone J, Baker G.E., Mitrofanis J. Patterns of cell activity in the subthalamic region associated with the neuroprotective action of near-infrared light treatment in MPTP-treated mice // *Parkinsons Dis.* 2012. №2012. P. 296875. doi: 10.1155/2012/296875.
68. Shaw V.E., Spana S, Ashkan K, Benabid A.L., Stone J, Baker G.E., Mitrofanis J. Neuroprotection of midbrain dopaminergic cells in MPTP-treated mice after near-infrared light treatment // *J Comp Neurol.* 2010. №518(1). P. 25-40. doi: 10.1002/cne.22207.
69. Sohail B, Iqbal M.A., Razzaq A, Nafe A.W., Malik R. Recent advances in the role of rehabilitative therapies for Parkinson's disease: A literature review // *J Mind Med Sci.* 2023. №10(1). P. 85-105. doi: 10.22543/2392-7674.1365.
70. Tsai C.M. Progress of photobiomodulation for Parkinson's disease // *SOJ Complement Emerg Med.* 2022. №2(1). P. 1-7. doi: 10.53902/SOJCEM.2022.02.000514.
71. Vos M, Lovisa B, Geens A, Morais V.A., Wagnières G, van den Bergh H, Ginggen A, De Strooper B, Tardy Y, Verstreken P. Near-infrared 808 nm light boosts complex IV-dependent respiration and rescues a Parkinson-related pink1 model // *PLoS One.* 2013. №8(11). P. e78562. doi: 10.1371/journal.pone.0078562.
72. Vos M, Verstreken P, Klein C. Stimulation of electron transport as potential novel therapy in Parkinson's disease with mitochondrial dysfunction // *Biochemical Society Transactions.* 2015. №43(2). P. 275-279. doi: 10.1042/bst20140325.
73. Wattanathorn J, Sutralangka C. Laser acupuncture at HT7 acupoint improves cognitive deficit, neuronal loss, oxidative stress, and functions of cholinergic and dopaminergic systems in animal model of Parkinson's disease // *Evid Based Complement Alternat Med.* 2014. №2014. P. 937601. doi: 10.1155/2014/937601.
74. Wei X, Zhou F, Tao L, Yang S, Gu B. Phototherapy of neurodegenerative diseases: mechanism, application, and prospect // *Strategic Study of Chinese Academy of Engineering.* 2020. №22(3). P. 108-116. doi: 10.15302/J-SSCAE-2020.03.017.
75. Willis G.L., Freelance C.B. The effect of directed photic stimulation of the pineal on experimental Parkinson's disease // *Physiol Behav.* 2017. №182. P. 1-9. doi: 10.1016/j.physbeh.2017.09.014.
76. Ying R, Liang H.L., Whelan H.T., Eells J.T., Wong-Riley M.T. Pretreatment with near-infrared light via light-emitting diode provides added benefit against rotenone- and MPP+-induced neurotoxicity // *Brain Res.* 2008. №1243. P. 167-173. doi: 10.1016/j.brainres.2008.09.057.

References

1. Клинические рекомендации – Блезни Паркинсона, вторичный паркинсонизм и другие заболевания, проявляющиеся синдромом паркинсонизма. Moscow; 2022. Russian.
2. Москвин С.В. Эффективность лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Vol. 2. Moscow-Tver': Triada; 2014. Russian.
3. Москвин С.В., Кочетков А.В., Александрова Н.А., Гамеева Е.В. Low-level laser therapy in multiple sclerosis: justification and optimization methods of application. (Literature review). *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy.* 2024;101(5):52-63. doi: 10.17116/kurort202410105152. Russian.
4. Приказ Минздрава России № 572н от 25.10.2023 «Об утверждении стандартов медицинской помощи взрослым при болезни Паркинсона, вторичном паркинсонизме, паркинсонизме при мультисистемных дегенеративных». Accessed: October 25, 2024. Russian.
5. Berman MH, Nichols TW. Treatment of neurodegeneration: integrating photobiomodulation and neurofeedback in Alzheimer's dementia and Parkinson's: a review. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2019;37(10):623-634. doi: 10.1089/photob.2019.4685
6. Bikmulina P.Y., Kosheleva N.V., Shpichka A.I., Timashev P.S., Yusupov V.I., Maximchik P.V., Gogvadze V.G., Rochev Y.A. Photobiomodulation enhances mitochondrial respiration in an in vitro rotenone model of Parkinson's disease. *Optical Engineering.* 2020;59(6):061620. doi: 10.1117/1.OE.59.6.061620.
7. Cacabelos R. Parkinson's Disease: From Pathogenesis to Pharmacogenomics. *Int J Mol Sci.* 2017;18(3):551. doi: 10.3390/ijms18030551.

8. Chamkouri H, Si J, Chen P, Ni H, Bragin DE, Ahmadlouydarab M, Niu C, Chen L. Overcoming challenges of clinical cell therapies for Parkinson's disease with photobiomodulation. *Interdisciplinary Medicine*. 2024;2(3):e20240013. doi: 10.1002/INMD.20240013.
9. Darlot F, Moro C, El Massri N, Chabrol C, Johnstone DM, Reinhart F, Agay D, Torres N, Bekha D, Auboiroux V, Costecalde T, Peoples CL, Anastascio HD, Shaw VE, Stone J, Mitrofanis J, Benabid AL. Near-infrared light is neuroprotective in a monkey model of Parkinson disease. *Ann Neurol*. 2016;79(1):59-75. doi: 10.1002/ana.24542.
10. DeSmet K, Buchmann E, Henry M, Wong-Riley M, Eells J, VerHoeve J, Whelan H. Near-infrared light as a possible treatment option for Parkinson's disease and laser eye injury. *Proc. SPIE 7165, Mechanisms for Low-Light Therapy IV*. 2009;716503. doi: 10.1117/12.803964.
11. Dong J, Cui Y, Li S, Le W. Current pharmaceutical treatments and alternative therapies of Parkinson's disease. *Curr Neuropharmacol*. 2016;14(4):339-355. doi: 10.2174/1570159x14666151120123025.
12. El Massri N, Cullen KM, Stefani S, Moro C, Torres N, Benabid AL, Mitrofanis J. Evidence for encephalopsin immunoreactivity in interneurons and striosomes of the monkey striatum. *Exp Brain Res*. 2018;236(4):955-961. doi: 10.1007/s00221-018-5191-9.
13. El Massri N, Johnstone DM, Peoples CL, Moro C, Reinhart F, Torres N, Stone J, Benabid AL, Mitrofanis J. The effect of different doses of near infrared light on dopaminergic cell survival and gliosis in MPTP-treated mice. *Int J Neurosci*. 2016;126(1):76-87. doi: 10.3109/00207454.2014.994063.
14. El Massri N, Lemgruber AP, Rowe IJ, Moro C, Torres N, Reinhart F, Chabrol C, Benabid AL, Mitrofanis J. Photobiomodulation-induced changes in a monkey model of Parkinson's disease: changes in tyrosine hydroxylase cells and GDNF expression in the striatum. *Exp Brain Res*. 2017;235(6):1861-1874. doi: 10.1007/s00221-017-4937-0.
15. El Massri N, Moro C, Torres N, Darlot F, Agay D, Chabrol C, Johnstone DM, Stone J, Benabid AL, Mitrofanis J. Near-infrared light treatment reduces astrogliosis in MPTP-treated monkeys. *Exp Brain Res*. 2016;234(11):3225-3232. doi: 10.1007/s00221-016-4720-7.
16. Ganeshan V, Skladnev NV, Kim JY, Mitrofanis J, Stone J, Johnstone DM. Pre-conditioning with remote photobiomodulation modulates the brain transcriptome and protects against MPTP insult in mice. *Neuroscience*. 2019;400:85-97. doi: 10.1016/j.neuroscience.2018.12.050
17. GBD 2016 Parkinson's Disease Collaborators. Global, regional, and national burden of Parkinson's disease, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol*. 2018;17(11):939-953. doi: 10.1016/S1474-4422(18)30295-3.
18. Gordon LC, Martin KL, Torres N, Benabid AL, Mitrofanis J, Stone J, Moro C, Johnstone DM. Remote photobiomodulation targeted at the abdomen or legs provides effective neuroprotection against parkinsonian MPTP insult. *Eur J Neurosci*. 2023;57(9):1611-1624. doi: 10.1111/ejn.15973.
19. Gu X, Liu L, Shen Q, Xing D. Photoactivation of ERK/CREB/VMAT2 pathway attenuates MPP+-induced neuronal injury in a cellular model of Parkinson's disease. *Cellular Signalling*. 2017;37:103-114. doi: 10.1016/j.cellsig.2017.06.007.
20. Gu X, Liu L, Shen Q, Xing D. Photoactivation of ERK/CREB/VMAT2 pathway attenuates MPP+-induced neuronal injury in a cellular model of Parkinson's disease. *Cellular Signalling*. 2017;37:103-114. doi: 10.1016/j.cellsig.2017.06.007.
21. Hamblin MR. Shining light on the head: photobiomodulation for brain disorders. *BBA Clin*. 2016;6:113-124. doi: 10.1016/j.bbacli.2016.09.002.
22. Hamilton C, Hamilton D, Nicklason F, El Massri N, Mitrofanis J. Exploring the use of transcranial photobiomodulation in Parkinson's disease patients. *Neural Regen Res*. 2018;13(10):1738-1740. doi: 10.4103/1673-5374.238613.
23. Jang I, Han C. Can phototherapy ameliorate the progression of Parkinson's disease? *Photomedicine and Laser Surgery*. 2014;32(10):525-526. doi: 10.1089/pho.2014.3765.
24. Johnstone D, Coleman K, Moro C, Torres N, Eells J, Baker GE, Ashkan K, Stone J, Benabid A, Mitrofanis J. The potential of light therapy in Parkinson's disease. *ChronoPhysiology and Therapy*. 2014;4:1-14. doi: 10.2147/CPT.S57180.
25. Johnstone DM, el Massri N, Moro C, Spana S, Wang XS, Torres N, Chabrol C, De Jaeger X, Reinhart F, Purushothuman S, Benabid AL, Stone J, Mitrofanis J. Indirect application of near infrared light induces neuroprotection in a mouse model of parkinsonism – an abscopal neuroprotective effect. *Neuroscience*. 2014;274:93-101. doi: 10.1016/j.neuroscience.2014.05.023.
26. Johnstone DM, Hamilton C, Gordon LC, Moro C, Torres N, Nicklason F, Stone J, Benabid AL, Mitrofanis J. Exploring the use of intracranial and extracranial (remote) photobiomodulation devices in Parkinson's disease: a comparison of direct and indirect systemic stimulations. *J Alzheimers Dis*. 2021;83(4):1399-1413. doi: 10.3233/JAD-210052

27. Johnstone DM, Mitrofanis J, Stone J. Targeting the body to protect the brain: inducing neuroprotection with remotely-applied near infrared light. *Neural Regen Res.* 2015;10(3):349-351. doi: 10.4103/1673-5374.153673
28. Kalia LV, Lang AE. Parkinson's disease. *Lancet.* 2015;386(9996):896-912. doi: 10.1016/S0140-6736(14)61393-3.
29. Kim B, Mitrofanis J, Stone J, Johnstone DM. Remote tissue conditioning is neuroprotective against MPTP insult in mice. *IBRO Rep.* 2018;4:14-17. doi: 10.1016/j.ibror.2018.01.001.
30. Klingelhoefer L, Ughratdar I, Samuel M, Ray Chaudhuri K, Ashkan K. Surgical treatment of Parkinson's disease, transplantations and restorative therapies for Parkinson's diseases. In: Falup-Pecurariu C, Ferreira J, Martinez-Martin P, Chaudhuri K, eds. *Movement Disorders Curricula.* Springer-Verlag Wien; 2017:157-164. doi: 10.1007/978-3-7091-1628-9_15.
31. Launch of WHO's Parkinson disease technical brief; 2022. Accessed: October 25, 2024.
32. Li S, Dong J, Cheng C, Le W. Therapies for Parkinson's diseases: alternatives to current pharmacological interventions. *J Neural Transm (Vienna).* 2016;123(11):1279-1299. doi: 10.1007/s00702-016-1603-9.
33. Li Y, Zhou X, Wu X, Tang B. Efficacy and safety of light therapy for Parkinson disease. *Chin Med J.* 2022;135(7):878-880. doi: 10.1097/CM9.0000000000001818.
34. Liang HL, Whelan HT, Eells JT, Wong-Riley MT. Near-infrared light via light-emitting diode treatment is therapeutic against rotenone- and 1-methyl-4-phenylpyridinium ion-induced neurotoxicity. *Neuroscience.* – 2008; 153 (4): 963–974. doi: 10.1016/j.neuroscience.2008.03.042.
35. Liebert A, Saltmarche A, McConaghy M, Hares O, Bicknell B, Herkes G. Photobiomodulation as part of a multi-disciplinary approach for the treatment of Parkinson's disease symptoms. *Medical Research Archives [online].* 2024;12(9). Accessed: October 25, 2024. doi: org/10.18103/mra.v12i9.5648.
36. Lim S. Analysis of photobiomodulation therapy conditions used to treat neurodegenerative brain diseases. *Proc. SPIE 11628, Mechanisms and Techniques in Photodynamic Therapy and Photobiomodulation.* 2021;1162801. doi: 10.1117/12.2583429.
37. Maggio R, Vaglini F, Rossi M, Fasciani I, Pietrantonio I, Marampon F, Corsini GU, Scarselli M, Millan MJ. Parkinson's disease and light: The bright and the Dark sides. *Brain Res Bull.* 2019;150:290-296. doi: 10.1016/j.brainresbull.2019.06.013.
38. Mitrofanis J. *Run in the Light. Exploring exercise and photobiomodulation in Parkinson's disease.* Morgan & Claypool Publishers; 2019. doi: 10.1088/2053-2571/ab2f70.
39. Mitrofanis J. Why and how does light therapy offer neuroprotection in Parkinson's disease? *Neural Regen Res.* 2017;12(4):574-575. doi: 10.4103/1673-5374.205092.
40. Mohammed HS, Hosny EN, Sawie HG, Khadrawy YA. Transcranial photobiomodulation ameliorates midbrain and striatum neurochemical impairments and behavioral deficits in reserpine-induced parkinsonism in rats. *Photochem Photobiol Sci.* 2023;22(12):2891-2904. doi: 10.1007/s43630-023-00497-z.
41. Moradi Vastegani S, Nasrolahi A, Ghaderi S, Belali R, Rashno M, Farzaneh M, Khoshnam SE. Mitochondrial dysfunction and Parkinson's disease: pathogenesis and therapeutic strategies. *Neurochem Res.* 2023;48(8):2285-2308. doi: 10.1007/s11064-023-03904-0.
42. Moro C, Auboiroux V, Bleuet P, Chabardes S, Chabrol C, Costecalde T, Faivre O, Molet J, Mitrofanis J, Torres-Martinez N, Benabid AL. Photobiomodulation clinical trial for Parkinson disease. *Book of Abstracts virtual summit «PBM2021».* 2021;66.
43. Moro C, El Massri N, Darlot F, Torres N, Chabrol C, Agay D, Auboiroux V, Johnstone DM, Stone J, Mitrofanis J, Benabid AL. Effects of a higher dose of near-infrared light on clinical signs and neuroprotection in a monkey model of Parkinson's disease. *Brain Res.* 2016;1648(Pt A):19-26. doi: 10.1016/j.brainres.2016.07.005.
44. Moro C, Massri NE, Torres N, Ratel D, De Jaeger X, Chabrol C, Perraut F, Bourgerette A, Berger M, Purushothuman S, Johnstone D, Stone J, Mitrofanis J, Benabid AL. Photobiomodulation inside the brain: a novel method of applying near-infrared light intracranially and its impact on dopaminergic cell survival in MPTP-treated mice. *J Neurosurg.* 2014;120(3):670-683. doi: 10.3171/2013.9.JNS13423.
45. Moro C, Torres N, El Massri N, Ratel D, Johnstone DM, Stone J, Mitrofanis J, Benabid AL. Photobiomodulation preserves behaviour and midbrain dopaminergic cells from MPTP toxicity: evidence from two mouse strains. *BMC Neurosci.* 2013;14:40. doi: 10.1186/1471-2202-14-40.
46. Moskvina S, Pritiko D, Sergeenko E, Lukash E, Gusev L. A brief literature review and own clinical experience in prophylaxis of oral mucositis in children using low level laser therapy. *Biomedicine.* 2019;9(1):1-10. doi: 10.1051/bmdcn/2019090101
47. Moskvina SV. A brief literature review of low-level laser therapy for treating amyotrophic lateral sclerosis and confirmation of its effectiveness. *BioMedicine.* 2024;14(1):1-9. doi: 10.37796/2211-8039.1430 .
48. Moskvina SV. Low-Level Laser Therapy in Russia: History, Science and Practice. *J Lasers Med Sci.* 2017;8(2):56-65. doi: 10.15171/jlms.2017.11.
49. Moskvina SV. Only lasers can be used for low level laser therapy. *BioMedicine.* 2017;7(4):4-11. doi: 10.1051/bmdcn/2017070422.

50. Nebrisi EE. Neuroprotective activities of curcumin in parkinson's disease: a review of the literature. *Int J Mol Sci.* 2021;22(20):11248. doi: 10.3390/ijms222011248.
51. O'Brien JA, Austin PJ. Effect of photobiomodulation in rescuing lipopolysaccharide-induced dopaminergic cell loss in the male Sprague-Dawley rat. *Biomolecules.* 2019;9(8):381. doi: 10.3390/biom9080381.
52. Oueslati A, Lovisa B, Perrin J, Wagnières G, van den Bergh H, Tardy Y, Lashuel HA. Photobiomodulation suppresses alpha-synuclein-induced toxicity in an AAV-based rat genetic model of Parkinson's disease. *PLoS One.* 2015;10(10):e0140880. doi: 10.1371/journal.pone.0140880.
53. Peoples C, Shaw VE, Stone J, Jeffery G, Baker GE, Mitrofanis J. Survival of dopaminergic amacrine cells after near-infrared light treatment in MPTP-treated mice. *ISRN Neurol.* 2012;2012:850150. doi: 10.5402/2012/850150.
54. Peoples C, Spana S, Ashkan K, Benabid AL, Stone J, Baker GE, Mitrofanis J. Photobiomodulation enhances nigral dopaminergic cell survival in a chronic MPTP mouse model of Parkinson's disease. *Parkinsonism Related Disord.* 2012;18(5):469-476. doi: 10.1016/j.parkreldis.2012.01.005.
55. Petrucco C, Benson P, Gordon L, Stone J, Johnstone DM. Photobiomodulation as a neuroprotective strategy for Parkinson's disease. In: Martin CR, Preedy VR, eds. *The neuroscience of Parkinson's disease: Diagnosis and management in Parkinson's disease.* Elsevier; 2020:697-712. doi: 10.1016/B978-0-12-815946-0.00040-5.
56. Petrucco CC. Neuroprotective efficacy of photobiomodulation in mouse models of chronic Parkinson's disease: Thesis. The University of Sydney, 2022.
57. Purushothuman S, Nandasena C, Johnstone DM, Stone J, Mitrofanis J. The impact of near-infrared light on dopaminergic cell survival in a transgenic mouse model of parkinsonism. *Brain Res.* 2013;1535:61-70. doi: 10.1016/j.brainres.2013.08.047.
58. Quirk BJ, Desmet KD, Henry M, Buchmann E, Wong-Riley M, Eells JT, Whelan HT. Therapeutic effect of near infrared (NIR) light on Parkinson's disease models. *Front Biosci.* 2012;E4(3):818-823. doi:10.2741/e421.
59. Reinhart F, El Massri N, Chabrol C, Cretallaz C, Johnstone DM, Torres N, Darlot F, Costecalde T, Stone J, Mitrofanis J, Benabid AL, Moro C. Intracranial application of near-infrared light in a hemi-parkinsonian rat model: the impact on behavior and cell survival. *Journal of Neurosurgery.* 2016;124(6):1829-1841. doi: 10.3171/2015.5.jns15735.
60. Reinhart F, El Massri N, Johnstone DM, Stone J, Mitrofanis J, Benabid AL, Moro C. Near-infrared light (670 nm) reduces MPTP-induced parkinsonism within a broad therapeutic time window. *Exp Brain Res.* 2016;234(7):1787-1794. doi: 10.1007/s00221-016-4578-8.
61. Reinhart F, Massri NE, Darlot F, Torres N, Johnstone DM, Chabrol C, Costecalde T, Stone J, Mitrofanis J, Benabid AL, Moro C. 810 nm near-infrared light offers neuroprotection and improves locomotor activity in MPTP-treated mice. *Neurosci Res.* 2015;92:86-90. doi: 10.1016/j.neures.2014.11.005.
62. Reinhart F, Massri NE, Torres N, Chabrol C, Molet J, Johnstone DM, Stone J, Benabid AL, Mitrofanis J, Moro C. The behavioural and neuroprotective outcomes when 670nm and 810nm near infrared light are applied together in MPTP-treated mice. *Neurosci Res.* 2017;117:42-47. doi: 10.1016/j.neures.2016.11.006.
63. Reinhart F. Illumination proche infrarouge à visée neuroprotectrice dans la maladie de Parkinson: étude préclinique: Thèse. Université Grenoble Alpes; 2016.
64. Salehpour F, Hamblin MR. Photobiomodulation for Parkinson's disease in animal models: A systematic review. *Biomolecules.* 2020;10(4):610. doi: 10.3390/biom10040610.
65. Salgado AS, Ribeiro LG, Oliveira TB, Rolão M, Gomes J, Carraro E, Perreira M, Suckow P, Kerppers I. Effects of Light Emitting Diode and Low-intensity Light on the immunological process in a model of Parkinson's disease. *Med Res. Arch.* 2017;4(8).
66. San Miguel M, Martin KL, Stone J, Johnstone DM. Photobiomodulation mitigates cerebrovascular leakage induced by the parkinsonian neurotoxin MPTP. *Biomolecules.* 2019;9(10):564. doi: 10.3390/biom9100564.
67. Shaw VE, Keay KA, Ashkan K, Benabid AL, Mitrofanis J. Dopaminergic cells in the periaqueductal grey matter of MPTP-treated monkeys and mice; patterns of survival and effect of deep brain stimulation and lesion of the subthalamic nucleus. *Parkinsonism Relat Disord.* 2010;16(5):338-344. doi: 10.1016/j.parkreldis.2010.02.008.
68. Shaw VE, Peoples C, Spana S, Ashkan K, Benabid AL, Stone J, Baker GE, Mitrofanis J. Patterns of cell activity in the subthalamic region associated with the neuroprotective action of near-infrared light treatment in MPTP-treated mice. *Parkinsons Dis.* 2012;2012:296875. doi: 10.1155/2012/296875.
69. Shaw VE, Spana S, Ashkan K, Benabid AL, Stone J, Baker GE, Mitrofanis J. Neuroprotection of midbrain dopaminergic cells in MPTP-treated mice after near-infrared light treatment. *J Comp Neurol.* 2010;518(1):25-40. doi: 10.1002/cne.22207.

70. Sohail B, Iqbal MA, Razzaq A, Nafe AW, Malik R. Recent advances in the role of rehabilitative therapies for Parkinson's disease: A literature review. *J Mind Med Sci.* 2023;10(1):85-105. doi: 10.22543/2392-7674.1365.

71. Tsai CM. Progress of photobiomodulation for Parkinson's disease. *SOJ Complement Emerg Med.* 2022;2(1):1-7. doi: 10.53902/SOJCEM.2022.02.000514.

72. Vos M, Lovisa B, Geens A, Morais VA, Wagnières G, van den Bergh H, Ginggen A, De Strooper B, Tardy Y, Verstreken P. Near-infrared 808 nm light boosts complex IV-dependent respiration and rescues a Parkinson-related pink1 model. *PLoS One.* 2013;8(11):e78562. doi: 10.1371/journal.pone.0078562.

73. Vos M, Verstreken P, Klein C. Stimulation of electron transport as potential novel therapy in Parkinson's disease with mitochondrial dysfunction. *Biochemical Society Transactions.* 2015;43(2):275–279. doi: 10.1042/bst20140325.

74. Wattanathorn J, Sutralangka C. Laser acupuncture at HT7 acupoint improves cognitive deficit, neuronal loss, oxidative stress, and functions of cholinergic and dopaminergic systems in animal model of Parkinson's disease. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2014;2014: 937601. doi: 10.1155/2014/937601.

75. Wei X, Zhou F, Tao L, Yang S, Gu B. Phototherapy of neurodegenerative diseases: mechanism, application, and prospect. *Strategic Study of Chinese Academy of Engineering.* 2020;22(3):108-116. doi: 10.15302/J-SSCAE-2020.03.017.

76. Willis GL, Freelance CB. The effect of directed photic stimulation of the pineal on experimental Parkinson's disease. *Physiol Behav.* 2017;182:1-9. doi: 10.1016/j.physbeh.2017.09.014.

77. Ying R, Liang HL, Whelan HT, Eells JT, Wong-Riley MT. Pretreatment with near-infrared light via light-emitting diode provides added benefit against rotenone- and MPP+-induced neurotoxicity. *Brain Res.* 2008;1243:167-173. doi: 10.1016/j.brainres.2008.09.057.

Библиографическая ссылка:

Москвин С.В., Кочетков А.В., Александрова Н.А., Гамеева Е.В. Лазерная терапия при болезни паркинсона: экспериментальное обоснование и механизмы (обзор литературы. Часть 1) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 3-3. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/3-3.pdf> (дата обращения: 04.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-3-3. EDN AVMHXX*

Bibliographic reference:

Moskvin SV, Kochetkov AV, Aleksandrova NA, Gameeva EV. Lazernaya terapiya pri bolezni parkinsona: eksperimental'noe obosnovanie i mekhanizmy (obzor literatury. Chast' 1) [Low-level laser therapy for parkinson's disease: experimental rationale and mechanisms (literature review. Part 1)]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition.* 2025 [cited 2025 Jul 04];4 [about 14 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/3-3.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-3-3. EDN AVMHXX

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после выгрузки полной версии журнала в eLIBRARY



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ КОНТУЗИОННОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ НА ОСНОВЕ РАНГОВОГО АНАЛИЗА

Д.И. ПОЗДНЯКОВ^{*,**}, Д.Р. БУРЖУМОВА^{*}, А.А. ВИХОРЕВ^{*}, В.В. КОЗЛОВА^{*,**}

^{*}Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» пр. Калинина, 11, г. Пятигорск, 357532, Россия

^{**}Пятигорский государственный научно-исследовательский институт курортологии «Федеральный научно-клинический центр медицинской реабилитации и курортологии Федерального медико-биологического агентства», пр. Кирова, 30, г. Пятигорск, 357530, Россия

Аннотация. Данное исследование посвящено сравнительной оценке нескольких экспериментальных моделей черепно-мозговой травмы контузионного типа. **Цель исследования.** Применяя ранговый анализ произвести сравнение нескольких подходов к моделированию контузионной черепно-мозговой травмы методом свободного падения груза. **Материалы и методы.** Черепно-мозговую травму моделировали у крыс Вистар путем сброса груза разной массы (25 г – 10 % от массы тела, 50 г – 20 % от массы тела, 75 г – 30 % от массы тела, 100 г – 40 % от массы тела, 125 г – 50 % от массы тела, 150 г – 60 % от массы тела) с высоты 50 см. на теменную область черепной коробки животного. Через 7 дней у животных оценивали неврологический, когнитивный дефицит, степень гидратации головного мозга, концентрацию митохондриального пероксида водорода и фактора некроза опухоли- α супернатанте головного мозга и содержание глиального фибриллярного кислого белка в плазме крови. **Результаты и выводы.** В ходе исследования было показано, что при моделировании черепно-мозговой травмы путем сброса груза массой 25 г. (сумма рангов 1870,0) и 50 г. (сумма рангов 1926,5) достоверных отличий в анализируемых показателях в сравнении с группой интактных животных зафиксировано не было. В группе животных, которым черепно-мозговую травму воспроизводили сбросом груза 75 г. (сумма рангов 2909,0), изменений неврологического дефицита и отека мозга относительно интактных крыс отмечено не было, но наблюдались выраженные когнитивные нарушения и повышение концентрации митохондриального пероксида водорода, фактора некроза опухоли- α , и глиального фибриллярного кислого белка в анализируемом биоматериале. Аналогичные результаты были отмечены при воспроизведении церебральной травмы грузами массой 100 г. (сумма рангов 3674,5), 125 г. (сумма рангов 3387,0) и 150 г. (сумма рангов 3257,5), однако у животных данных групп также зафиксированы неврологические нарушения и церебральный отек. Таким образом, основываясь на результатах рангового анализа, наиболее релевантной моделью из представленных в данной работе можно считать модель черепно-мозговой травмы, вызванной сбросом груза массой 100 г (60 % от массы тела) с высоты 0,5 м.

Ключевые слова: черепно-мозговая травма, ранговый анализ, нейровоспаление, окислительный стресс, крысы.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF EXPERIMENTAL MODELS OF CONTUSION TRAUMATIC BRAIN INJURY BASED ON RANK ANALYSIS

D.I. POZDNYAKOV^{*,**}, D.R. BURZHUMOVA^{*}, A.A. VIKHOR^{*}, V.V. KOZLOVA^{*,**}

^{*}Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – Branch of Volgograd State Medical University, 11 Kalinina Ave., Pyatigorsk, 357532, Russia

^{**}Pyatigorsk State Research Institute of Balneology – Federal Scientific and Clinical Center for Medical Rehabilitation and Balneology of the Federal Medical and Biological Agency, 30 Kirova Ave., Pyatigorsk, 357530, Russia

Abstract. This study focuses on a comparative evaluation of several experimental models of contusion-type traumatic brain injury. **The purpose of the study** is to compare several approaches to modeling contusion traumatic brain injury using the free-fall weight method by means of rank analysis. **Materials and Methods.** Traumatic brain injury was modeled in Wistar rats by dropping weights of varying masses (25 g – 10% of body weight, 50 g – 20%, 75 g – 30%, 100 g – 40%, 125 g – 50%, 150 g – 60%) from a height of 50 cm onto the parietal region of the skull. Seven days after injury, neurological and cognitive deficits, brain hydration level, mitochondrial hydrogen peroxide concentration, tumor necrosis factor- α in brain supernatant, and the level of glial fibrillary acidic protein in blood plasma were assessed. **Results and Conclusions.** The study showed that no sig-

nificant differences in the analyzed indicators were observed in rats subjected to 25 g (rank sum 1870.0) and 50 g (rank sum 1926.5) impacts compared to the intact group. In the 75 g group (rank sum 2909.0), no neurological deficits or brain edema were recorded compared to intact rats, but pronounced cognitive impairments and elevated levels of mitochondrial hydrogen peroxide, tumor necrosis factor- α , and glial fibrillary acidic protein were noted. Similar results were found in the 100 g (rank sum 3674.5), 125 g (rank sum 3387.0), and 150 g (rank sum 3257.5) groups; however, these groups also exhibited neurological deficits and cerebral edema. Based on the rank analysis results, the most relevant model presented in this study is the model involving a 100 g weight (40% of body weight) dropped from a height of 0.5 m.

Keywords: traumatic brain injury, rank analysis, neuroinflammation, oxidative stress, rats.

Актуальность. *Черепно-мозговые травмы* (ЧМТ) являются серьезной проблемой современного здравоохранения. Ежегодно регистрируются миллионы случаев ЧМТ, но подавляющее большинство эпизодов черепно-мозгового травматизма относятся к категории недиагностированных. Во многом это связано с тем, что наиболее часто отмечается развитие легкой формы ЧМТ, которая по субъективным ощущениям пациента саморазрешается и не требует дополнительной коррекции. Однако, даже при таких вариантах течения заболевания отмечается формирование постконтузионных изменений, к числу которых можно отнести снижение когнитивных функций, депрессию, повышенный уровень тревожности. Данные отсроченные осложнения определяются характером воздействия травмирующего фактора на головной мозг при ЧМТ, объединяющим механизмы первичного и вторичного повреждения [9]. Возрастающее число эпизодов ЧМТ, а также ее последствий определяет необходимость поиска новых и улучшению имеющихся стратегий терапии и реабилитации. В этой связи актуальным становится выбор релевантной доклинической модели ЧМТ, позволяющей в условиях контролируемого эксперимента воспроизвести наиболее близкий к клинической практике фенотип повреждения. В настоящее время существует несколько методологических подходов к моделированию ЧМТ, каждый из которых обладает своими преимуществами и недостатками [8]. Наиболее известные доклинические модели ЧМТ включают: жидкостно-перкуSSIONную, модель травмы, вызванной свободным падением груза, модель диффузной ЧМТ и контролируемую кортикальную травму. Среди перечисленных экспериментальных подходов к воспроизведению ЧМТ, травма, вызванная свободным падением груза, является наиболее простой и адаптивной с позиции моделирования разной степени повреждения головного мозга. Кроме того, данная модель позволяет воспроизвести большинство патофизиологических механизмов вторичного церебрального повреждения (дисфункция гемато-энцефалического барьера, нейровоспаление, окислительный стресс, митохондриальная дисфункция), что несомненно, является важным аспектом в ходе доклинического изучения новых нейропротекторных соединений [4]. Существует множество модификаций данной методики, в которых тяжесть церебрального повреждения варьируется в зависимости от массы груза и высоты, с которой он сброшен. Учитывая некоторую вариабельность существующих подходов к моделированию контузионной ЧМТ в эксперименте, сравнение нескольких из них в контролируемых условиях с последующим математическим обоснованием выбора наиболее релевантного, по всей видимости, позволит оптимизировать существующие доклинические методы к изучению патофизиологии, лечения и реабилитации после ЧМТ [2].

Цель исследования – используя ранговый анализ осуществить сравнение нескольких подходов к моделированию контузионной ЧМТ методом свободного падения груза.

Материалы и методы исследования. Данное экспериментальное исследование выполнялось на половозрелых 140 крысах самцах Вистар, массой тела $250 \pm 5,0$ грамм. Животных получали из питомника лабораторных животных «Рапполово» (Россия, Ленинградская обл.) и во время эксперимента содержали в помещениях центра доклинических исследований Пятигорского медико-фармацевтического института. Условия содержания контролировались ежедневно. Отклонение температуры воздуха в помещениях содержания крыс составляло не более 2°C от номинала 22°C , относительной влажности – не более 5 % от номинального значения 60 %. Животных помещали в полипропиленовые клетки со свободным доступом к воде и корму, подстил меняли не реже 1 раза в 3 дня. Исследование было одобрено Локальным этическим комитетом (протокол № 9 от 09.09.2024) и соответствовало положениям Директивы ЕС 2010/63.

Контузионную ЧМТ моделировали путем однократного воздействия свободно падающего груза различной массы (25 г – 10 % от массы тела, 50 г – 20 % от массы тела, 75 г – 30 % от массы тела, 100 г – 40 % от массы тела, 125 г – 50 % от массы тела, 150 г – 60 % от массы тела), сброшенного с высоты 50 см на теменную область черепной коробки крыс [1]. В ходе исследования выделялись следующие экспериментальные группы: ИН – *интактные животные*, которым моделирование ЧМТ не производилось и группы крыс с ЧМТ (по одной группе на каждый используемый груз различного веса). Количество особей в группе равнялось 20. По истечении 7-ми дней после моделирования ЧМТ у животных производили оценку неврологического и когнитивного дефицита, отека головного мозга. Также в супернатанте головного мозга определяли содержание *митохондриального пероксида водорода (MitoH₂O₂)* и *фактора некроза опухоли- α* (ФНО- α), отражающих развитие реакций окислительного стресса и нейровоспаления. В

плазме крови оценивали концентрацию *глиального фибриллярного кислого белка (GFAP)* – биомаркера нейродегенеративного процесса [1].

Неврологический дефицит оценивали согласно *McGraw* [7] по сумме соответствующих баллов. Когнитивный дефицит определяли в тесте *Y-образный лабиринт* [5] по изменению количества спонтанных чередований рукавов лабиринта. Степень гидратации головного мозга оценивали у 10 особей из группы методом потери в массе при высушивании. Для определения отека головного мозга крыс анестезировали хлоралгидратом (350 мг/кг, внутривенно), декапитировали и извлекали головной мозг, отсекали мозжечок и взвешивали с точностью до 1 мг. После чего мозг помещали в сушильный шкаф с температурой 60°C и высушивали до постоянной массы. Степень гидратации выражали в процентах от исходной массы головного мозга.

Оставшихся 10 особей из каждой экспериментальной группы также анестезировали хлоралгидратом. Далее осуществляли забор крови из брюшной части аорты в пробирки *Vacutainer* с цитратным наполнением, после чего цельную кровь центрифугировали в режиме 1000 g, 20 мин. В полученной плазме крови оценивали концентрацию *GFAP* (пг/мл) методом твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА) с применением видоспецифичных реактивов *Cloud Clone* (КНР) и микропланшетного ридера *Infinite F50* (*Tecan*, Австрия). Параллельно производили взятие головного мозга для определения концентрации *MitoH₂O₂* и ФНО- α . Для чего вскрывали черепную коробку, извлекали головной мозг, выделяли полушария, которые гомогенизировали в фосфатно-солевом буфере с $pH = 7,4$. Полученный гомогенат центрифугировали при 10 000 g 15 мин с получением супернатанта, в котором оценивали содержание *MitoH₂O₂* и ФНО- α . Концентрацию ФНО- α (пг/мл) определяли твердофазным ИФА. Содержание *MitoH₂O₂* (мкмоль/мл) оценивали с применением стандартного набора реактивов *Amplex Red* (*ThermoFischer*, Германия).

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли согласно рекомендациям *SAMPL* с применением программного пакета *StatPlus 7.0*. Данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха (*Q1-Q3*). Межгрупповые отличия оценивали в тесте Краскелла-Уоллиса с пост-процессингом по Данну при критическом уровне значимости $p < 0,05$. Выбор наиболее релевантной модели осуществляли в ходе рангового анализа по максимальной сумме соответствующих рангов [6].

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования было показано, что у крыс с ЧМТ при воздействии груза массой 25 г, 50 г и 75 г значимых изменений неврологического дефицита в сравнении с ИН группой животных не установлено. В тоже время в группах крыс, которым ЧМТ моделировали путем действия груза массой 100 г, 125 г и 150 г, неврологический дефицит был выше нежели у ИН животных на 300 % ($p = 0,02$); 200 % ($p = 0,04$); 250 % ($p = 0,03$) соответственно (рис. 1).

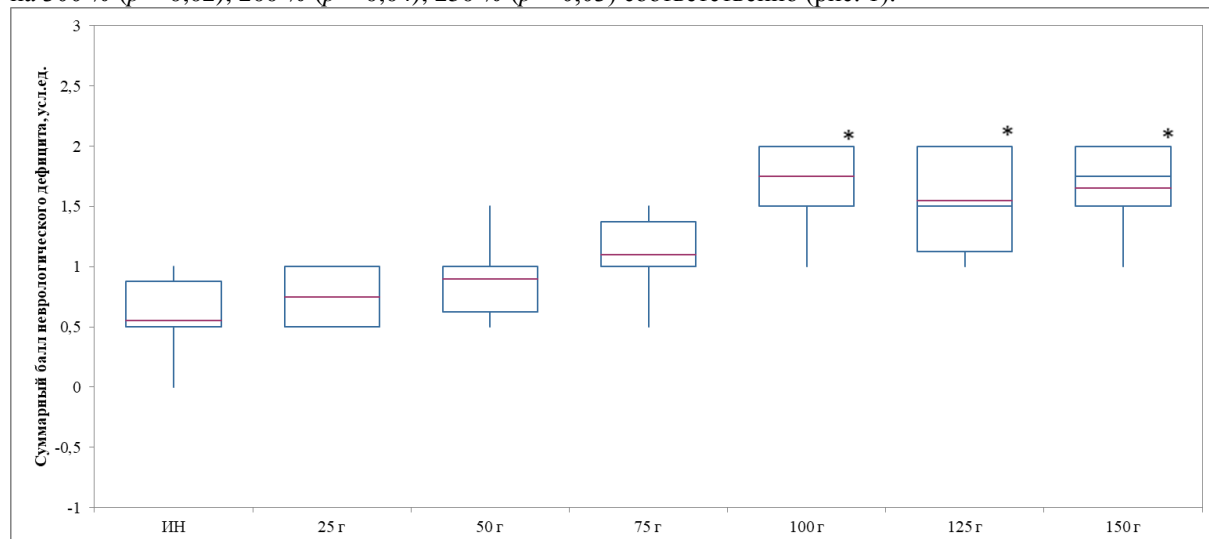


Рис. 1. Выраженность неврологического дефицита у крыс с различными вариантами контузионной ЧМТ

Примечание: ИН – группа интактных животных; * – достоверно относительно ИН группы крыс

Оценивая выраженность когнитивного дефицита (рис. 2) у животных с экспериментальной ЧМТ было показано, что у крыс при действии груза массой 25 г и 50 г число спонтанных чередований рукавов лабиринта достоверно не изменилось в сравнении с аналогичным показателем ИН животных. В случае моделирования ЧМТ путем воздействия груза массой 75 г число спонтанных чередований рукавов лабиринта уменьшилось по отношению к ИН группе крыс на 31,9 % ($p = 0,02$), при действии груза массой 100 г – на 44,5 % ($p = 0,01$), 125 г – 43,6 % ($p = 0,02$), 150 г – 42,0 % ($p = 0,04$).

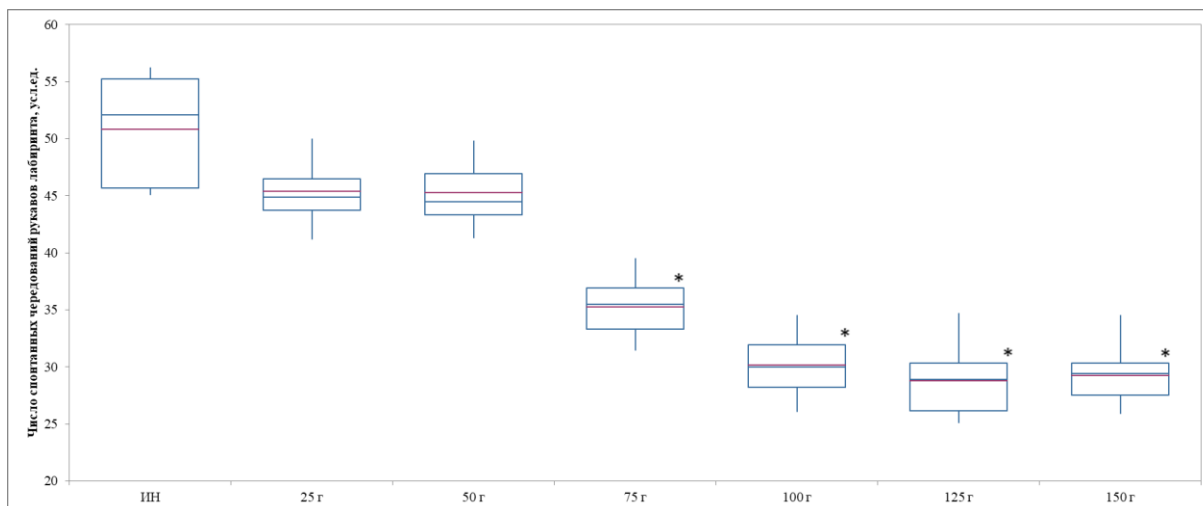


Рис. 2. Выраженность когнитивного дефицита у крыс с различными вариантами контузионной ЧМТ

Примечание: ИН – группа интактных животных; * – достоверно относительно ИН группы крыс

Полученные результаты свидетельствуют о том, что у животных в условиях экспериментальной ЧМТ контузионного типа отмечается развитие когнитивного и неврологического дефицита, причем выраженность нарушений находится в прямой зависимости от массы груза, действующего на теменную область крыс и соответственно от силы воздействия. При этом, необходимо отметить, что масса груза 25 г и 50 г является недостаточной для формирования неврологической и когнитивной симптоматики, тогда как увеличение массы груза в диапазоне 100-150 г не приводило к существенному повышению проявлений нейрокогнитивного дефицита.

Анализируя степень гидратации головного мозга (рис. 3) было показано, что в группах крыс, которым контузионную ЧМТ моделировали путем действия груза массой 100 г, 125 г и 150 г данный показатель был выше аналогичного у ИН группы животных на 12,7 % ($p = 0,04$), 12,8 % ($p = 0,03$) и 11,6 % ($p = 0,03$) соответственно. При воспроизведении ЧМТ грузами массой 25 г, 50 г и 75 г степень гидратации головного мозга значимо не отличалась от ИН группы крыс.

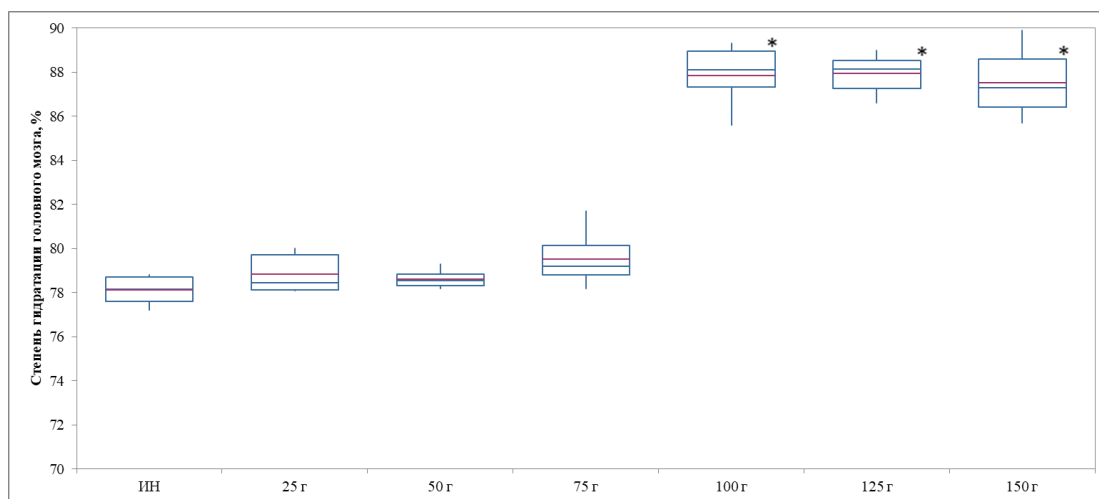


Рис. 3. Степень гидратации головного мозга у крыс с различными вариантами контузионной ЧМТ

Примечание: ИН – группа интактных животных; * – достоверно относительно ИН группы крыс

В ходе анализа биомаркерных изменений (табл. 1) установлено, что в случае воздействия груза массой 25 г и 50 г концентрация $MitoH_2O_2$, ФНО- α и GFAP достоверно не отличалась от таковых у группы ИН животных. В группе крыс, которым ЧМТ воспроизводили действием груза массой 75 г, содержание $MitoH_2O_2$ и ФНО- α было выше, чем у ИН крыс на 116,7 % ($p = 0,04$) и 274,6 % ($p = 0,03$) соответственно, тогда как концентрация GFAP в плазме крови увеличилась на 110,1 % ($p = 0,03$). При воздействии

груза массой 100 г в супернатанте головного мозга наблюдалось повышение (в сравнении с ИН группой животных) концентрации $MitoH_2O_2$ на 175,0 % ($p = 0,02$), ФНО- α – на 274,6 % ($p = 0,01$), при увеличении содержания $GFAP$ на 104,2 % ($p = 0,04$). Также следует отметить повышение концентрации $MitoH_2O_2$ в супернатанте головного мозга крыс с ЧМТ, вызванной действием груза массой 125 г и 150 г, относительно ИН группы животных на 183,3 % ($p = 0,02$) и 141,7 % ($p = 0,01$) соответственно, тогда как содержание ФНО- α повысилось на 267,1 % ($p = 0,03$) и 255,5 % ($p = 0,03$), $GFAP$ – на 99,8 % ($p = 0,02$) и 104,4 % ($p = 0,04$) соответственно.

Таблица 1

Биомаркерные изменения в супернатанте и плазме крови крыс с различными вариантами контузионной ЧМТ

Группа	$Mito H_2O_2$, мкмоль/мл	ФНО- α , пг/мл	$GFAP$, пг/мл
ИН	1,2 (1,1-1,3)	34,6 (29,7-42,5)	133,1 (114,6-135,7)
25 г	1,7 (1,6-1,9)	84,1 (81,1-90,5)	150,2 (141,3-188,2)
50 г	2,2 (1,8-2,4)	84,1 (78,4-90,6)	170,1 (143,2-184,9)
75 г	2,6 (2,2-2,6)*	124,7 (121,4-129,2)*	279,7 (273,2-287,6)*
100 г	3,3 (3,1-3,6)*	129,6 (128,4-130)*	271,8 (261,9-284,7)*
125 г	3,4 (3,1-3,5)*	127,0 (122,7-129,3)*	265,9 (260,3-286,6)*
150 г	2,9 (2,8-3,3)*	123,0 (118,1-129,7)*	272,0 (253,9-289,8)*

Примечание: ИН – группа интактных животных;

* – достоверно относительно ИН группы крыс

Наблюдаемые биомаркерные изменения в супернатанте головного мозга крыс с ЧМТ указывают на активацию реакций окислительного стресса и нейровоспаления, что отражает характерные патогенетические механизмы контузионной травмы мозга. Повышение содержания $MitoH_2O_2$ свидетельствует о повышении генерации митохондриальных форм кислорода, которое интенсифицируется за счет делеции электронов на уровне митохондриальных суперкомплексов. В тоже время увеличение концентрации ФНО- α позволяет предполагать не только активацию воспалительных процессов, но и увеличение интенсивности реакций внешнего пути апоптоза, инициируемого $TRAIL$ -рецепторами [10]. Одним из специфичных биомаркеров воспалительного и нейродеструктивного процессов в условиях ЧМТ является $GFAP$, концентрация которого коррелирует с выраженностью клинических симптомов ЧМТ и степенью отека головного мозга. В проведенном исследовании было показано, что при моделировании контузионной ЧМТ методом свободного падения груза различной массы содержание $GFAP$ в плазме крови эквивалентно повышается относительно ИН группы крыс при действии груза массой 75 г и выше. Аналогичные результаты были зафиксированы и для остальных изучаемых биомаркеров. Принимая во внимание тот факт, что неврологический и когнитивный дефицит, а также степень гидратации головного мозга с увеличением массы используемого груза изменялись незначительно для дальнейшего сравнения используемых экспериментальных моделей ЧМТ и последующего выбора наиболее релевантной из них был проведен ранговый анализ, результаты которого представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты рангового анализа различных экспериментальных вариантов контузионной ЧМТ

Масса груза	Сумма рангов по показателям						Итоговая сумма рангов
	Неврологический дефицит	Когнитивный дефицит	Степень гидратации головного мозга	$Mito H_2O_2$, мкмоль/мл	ФНО- α , пг/мл	$GFAP$, пг/мл	
25 г	207,5	875	186	202,5	202,5	196,5	1 870,0
50 г	273	870	249	207,5	201	196	1 996,5
75 г	361,5	616,5	362,5	602	293,5	673	2 909,0
100 г	649,5	336	680	711,5	672,5	625	3 674,5
125 г	560,5	249	691,5	625,5	668	592,5	3 387,0
150 г	619	269,5	568,5	585,5	634	581	3 257,5

В итоге было показано, что наивысшая сумма рангов зафиксирована при моделировании контузионной ЧМТ путем свободного падения груза массой 100 г. Таким образом наиболее релевантной из анализируемых в данной работе экспериментальных моделей ЧМТ можно считать контузионную травму, вызванную действием груза массой 100 г.

Заключение. Проведенное исследование показало, что при моделировании контузионной ЧМТ в условиях эксперимента у животных отмечается развитие нейрокогнитивных и биомаркерных (плазменных и тканевых) изменений характерных для церебральной травмы. Воздействие свободно падающего груза массой 25 г (10 % от массы тела) и 50 г (20 % от массы тела) недостаточно для формирования патологического процесса. Увеличение массы груза в диапазоне 75 г-150 г вызывает развитие типичных проявлений ЧМТ. При этом согласно результатам рангового анализа, для моделирования ЧМТ контузионного типа у лабораторных животных наиболее предпочтительно использовать груз массой 100 г (60 % от массы тела), сброшенного с высоты 0,5м.

Литература

1. Моделирование черепно-мозговой травмы в условиях эксперимента у крыс / А. В. Воронков, С. А. Калашникова, Е. И. Хури, Д. И. Поздняков и др. // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5. С. 75.
2. A Systematic Review of Closed Head Injury Models of Mild Traumatic Brain Injury in Mice and Rats / Bodnar C.N., Roberts K.N., Higgins E.K., Bachstetter A.D. [et al.] // Journal of Neurotrauma. 2019. Т. 36. № 11. С. 1683–1706.
3. A Systematic Review on Traumatic Brain Injury Pathophysiology and Role of Herbal Medicines in its Management / Arora K., Vats V., Kaushik N., [et al.] // Curr Neuropharmacol. 2023. Т. 21. № 12. С. 2487–2504.
4. Experimental traumatic brain injury increases epichaperome formation / Svirsky S.E., Li Y., Henchir J., [et al.] // Neurobiology of Disease. 2023. Т. 188. С. 106331.
5. Kraeuter A.-K., Guest P. C., Sarnyai Z. The Y-Maze for Assessment of Spatial Working and Reference Memory in Mice // Pre-Clinical Models Methods in Molecular Biology. 2019. С. 105–111.
6. Lang T.A., Altman D. G. Statistical Analyses and Methods in the Published Literature: The SAMPL Guidelines // Guidelines for Reporting Health Research: A User's Manual: Wiley. 2014. Vol. 1. С. 264–274.
7. McGraw K.P., Pashayan A.G., Wendel O.T. Brain Infarction in Mongolian gerbil worsened in the treatment of phenoxybenzamine // Stroke. 1976. Т. 7. № 5. С. 485- 488
8. Microglia Receptors in Animal Models of Traumatic Brain Injury / Younger D., Murugan M., Rama Rao K.V., Wu L.J., Chandra N. et al. // Mol Neurobiol. 2019. Т. 56. № 7. С. 5202–5228
9. Ritter M. Evidence-Based Pearls // Critical Care Nursing Clinics of North America. 2023. Т. 35. № 2. С. 171–178.
10. Traumatic Brain Injury: A Comprehensive Review of Biomechanics and Molecular Pathophysiology / Orr T.J., Leshia E., Kramer A.H., [et al.] // World Neurosurgery. 2024. Т. 185. С. 74–88.

References

1. Modelirovanie cherepno-mozgovoy travmy v usloviyah eksperimenta u krysov [Modeling of traumatic brain injury in experimental conditions in rats] / AV. Voronkov, SA. Kalashnikova, EI. Huri, DI. Pozdnyakov // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]. 2016. № 5. S. 75.
2. Bodnar CN, Roberts KN, Higgins EK, Bachstetter AD. A Systematic Review of Closed Head Injury Models of Mild Traumatic Brain Injury in Mice and Rats. J Neurotrauma. 2019;36(11):1683-1706.
3. Arora K, Vats V, Kaushik N, et al. A Systematic Review on Traumatic Brain Injury Pathophysiology and Role of Herbal Medicines in its Management. Curr Neuropharmacol. 2023;21(12):2487-2504.
4. Svirsky SE, Li Y, Henchir J, et al. Experimental traumatic brain injury increases epichaperome formation. Neurobiol Dis. 2023;188:106331.
5. Kraeuter AK, Guest PC, Sarnyai Z. The Y-Maze for Assessment of Spatial Working and Reference Memory in Mice. Methods Mol Biol. 2019;1916:105-111.
6. Lang TA, Altman DG. Statistical Analyses and Methods in the Published Literature: The SAMPL Guidelines. Guidelines for Reporting Health Research: A User's Manual: Wiley. 2014;1: 264–274.
7. McGraw KP, Pashayan AG, Wendel OT. Brain Infarction in Mongolian gerbil worsened in the treatment of phenoxybenzamine. Stroke. 1976; 7(5): 485- 488.
8. Younger D, Murugan M, Rama Rao KV, Wu LJ, Chandra N. Microglia Receptors in Animal Models of Traumatic Brain Injury. Mol Neurobiol. 2019;56(7):5202-5228.
9. Ritter M. Evidence-Based Pearls: Traumatic Brain Injury. Crit Care Nurs Clin North Am. 2023;35(2):171-178.

10.Orr TJ, Leshia E, Kramer AH, et al. Traumatic Brain Injury: A Comprehensive Review of Biomechanics and Molecular Pathophysiology. World Neurosurg. 2024;185:74-88.

Библиографическая ссылка:

Поздняков Д.И., Буржумова Д.Р., Вихорь А.А., Козлова В.В. Сравнительная характеристика экспериментальных моделей контузионной черепно-мозговой травмы на основе рангового анализа // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 3-4. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/3-4.pdf> (дата обращения: 14.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-3-4. EDN SROXQM*

Bibliographic reference:

Pozdnyakov DI, Burzhumova DR, Vikhor AA, Kozlova VV. Sravnitel'naya harakteristika eksperimental'nyh modelej kontiuzionnoj cherepno-mozgovej travmy na osnove rangovogo analiza [Comparative characteristics of experimental models of contusion traumatic brain injury based on rank analysis]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2025 [cited 2025 Jul 14];4 [about 7 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/3-4.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-3-4. EDN SROXQM

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после выгрузки полной версии журнала в eLIBRARY



МЕТОДЫ ТРАДИЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ В СОХРАНЕНИИ МУЖСКОГО ПОЛОВОГО ЗДОРОВЬЯ

Л.Г. АГАСАРОВ^{*,**}, Т.В. КОНЧУГОВА^{*}, Т.В. АПХАНОВА^{*}, А.А. МУХИНА^{*}, Т.В. МАРФИНА^{*},
Т.П. МИЛОЙКОВИЧ^{*}

^{*}НМИЦ реабилитации и курортологии Минздрава России
ул. Новый Арбат, д.32, г. Москва, 121199, Россия

^{**}Первый МГМУ им. И.М.Сеченова Минздрава России,
ул. Большая Пироговская, д. 2, стр. 4, г. Москва, 119435, Россия

Аннотация. Исследование посвящено проблеме превентивного использования ряда техник традиционной медицины в целях предупреждения формирования сексуальной патологии у мужчин. **Материалы и методы исследования.** Под наблюдением находилось 180 условно здоровых мужчин в возрасте до 35 лет, отличающихся, тем не менее, значимым сниженным уровнем половой деятельности. В ходе обследования данных лиц оценивали их гормональный и психический статус, а также состояние нервно-мышечных и сосудистых образований малого таза. **Результаты и их обсуждение.** В выделенной группе отмечено переплетение умеренных по выраженности гормональных, невротических и нейро-сосудистых влияний, требующих соответствующей коррекции. С данной целью исходно был назначен прием комплексных медикаментов, показанных при половых дисфункциях. Однако их недостаточная эффективность определила дополнительное использование методов рефлекторного раздражения и, в частности, точечного массажа. В этом случае наблюдалось достоверное повышение результативности воздействия, при положительных сдвигах гормонального обеспечения половой деятельности. В работе также был применен комплекс из медикаментозной и чрескожной электрической стимуляции, сопровождающейся положительными изменениями как гормонального, так и сосудистого фона. Кроме того, исходя из данных катанеза, предложенные лечебные комплексы отличались и устойчивостью достигнутых результатов. **Заключение.** Результативность сочетанного медикаментозно-рефлекторного воздействия, направленного на восстановление сексуальной деятельности мужчин, может объясняться суммацией и даже потенцированием лечебных механизмов.

Ключевые слова: половая деятельность мужчин, медикаментозная коррекция, точечный массаж, чрескожная электростимуляция.

TRADITIONAL MEDICINE METHODS IN MAINTAINING MALE SEXUAL HEALTH

L.G. AGASAROV^{*,**}, T.V. KONCHUGOVA^{*}, T.V. APKHANOVA^{*}, A.A. MUKHINA^{*}, T.V. MARFINA^{*},
T.P. MILOYKOVICH^{*}

^{*} National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Ministry of Health of Russia, 32 Novy Arbat St., Moscow, 121199, Russia

^{**} First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov, Ministry of Health of Russia, 2 Bolshaya Pirogovskaya St., Building 4, Moscow, 119435, Russia

Abstract. The study is devoted to the issue of preventive use of certain traditional medicine techniques to prevent the development of sexual disorders in men. **Materials and Methods.** A total of 180 conditionally healthy men under the age of 35 were observed, all exhibiting a significantly reduced level of sexual activity. During the examination, their hormonal and psychological status was assessed, along with the condition of neuromuscular and vascular structures in the pelvic region. **Results and Discussion.** The group showed a combination of moderate hormonal, neurotic, and neurovascular influences requiring appropriate correction. Initially, a course of combined medications indicated for sexual dysfunctions was prescribed. However, due to insufficient effectiveness, additional reflex stimulation methods, particularly acupressure, were introduced. In this case, a significant increase in treatment effectiveness was observed, along with positive changes in the hormonal support of sexual function. The study also employed a combination of medication and transcutaneous electrical stimulation, which resulted in favorable changes in both hormonal and vascular conditions. Moreover, according to follow-up data, the proposed treatment combinations demonstrated sustained effectiveness. **Conclusion.** The effectiveness of combined medication and reflex therapy aimed at restoring male sexual activity may be explained by the summation and even potentiation of therapeutic mechanisms.

Keywords: male sexual activity, medication-based correction, acupressure, transcutaneous electrical stimulation.

Введение. Выявленное в серии исследований снижение уровня половой деятельности у трети условно здоровых молодых людей [5, 9, 10, 15] предопределило тезис о выходе проблемы мужского здоровья в России «за рамки здравоохранения и ... теснейшей связи с национальной безопасностью» [8]. В развитие этого посыла необходимо отметить, что полноценной системы нормализации сексуальной сферы данного контингента не разработано, хотя признается, что ее компонентами должны быть физиологичные и, в принципе, низкоэнергетические технологии воздействия [6, 14, 18].

К подобным относятся и некоторые техники традиционной медицины, причем как медикаментозные, так и физические [1-4, 11, 12, 16].

Цель выполненной работы определил анализ результативности ряда этих подходов, направленный в перспективе на создание программы восстановления половой деятельности отмеченной категории лиц, и.

Материалы и методы исследования. Под наблюдением находилось 180 мужчин в возрасте до 35 лет, считающихся практически здоровыми, однако отличающихся значимым снижением уровня половой деятельности. Данное заключение, помимо прочего, базировалось на самооценке таких параметров, как половая предприимчивость, настроение перед сношением, напряжение полового члена и ряде других характеристик [6, 7].

Уровень половой конституции и собственно сексуальной деятельности отобранных лиц сопоставляли с активностью гипофизарно-гонадной системы. В этом случае оценивали содержание в сыворотке крови тропных (*фолликулостимулирующего* – ФСГ, *лютеинизирующего* – ЛГ) и «периферического» (*тестостерона* – ТСТ) гормонов. Клинико-психопатологическое обследование было направлено на анализ актуального психического состояния мужчин, с применением тестов «*Многостороннее исследование личности*» (МИЛ) и «*Самочувствие-активность-настроение*» (САН). Аппаратный (электрофизиологический) блок исследования включал методы стимуляционной электронейромиографии и ультразвуковой доплерографии, обеспечивающих оценку состояния нервно-мышечных и сосудистых структур малого таза.

В процессе разработки лечебной тактики в качестве ведущих были выбраны низкоэнергетические методы лекарственной и физической (рефлекторной) стимуляции. В первом случае использовали прием отечественных комплексных препаратов «Адам» и «Эректин», отличающихся высоким разведением ингредиентов [6], а во втором – *точечный массаж* (ТМ) или *чрескожную электронейростимуляцию* (ЧЭНС).

Выбор 6-8 точек (зон) в ходе рефлекторной активации определялся ареалом кожной проекции гениталий, охватывающим надлобковую, пояснично-крестцовую области и внутреннюю поверхность нижних конечностей [6, 1]. В ходе ТМ на сегментарные локусы оказывали возбуждающее влияние, в течение десятков секунд, а на отдаленные – тормозное, в виде двух-трехминутного раздражения каждого пункта [6]. ЧЭНС осуществляли с помощью прибора ДиаДЭНС-ПКМ (Россия), воздействуя на зоны пояснично-крестцовой и надлобковой области по стабильно-лабильной методике с 30-ти минутной экспозицией. Частотный режим при этом колебался от 30 до 50 Гц, время стимуляции одной зоны не превышало 3 минут, а всей процедуры – 20 минут. Указанные техники применяли как самостоятельно, так и сочетано. При этом ежедневный прием препаратов укладывался в 4 недельный срок, а ТМ или ЧЭНС в виде циклов из 15 процедур, выполняли через день.

Дизайн исследования и анализ эффективности воздействия проводили в соответствии с существующими Методическими рекомендациями [14], выделяя стандартные критерии результативности. В частности, в пользу «значительного улучшения» свидетельствовала положительная динамика как субъективных, так и объективных характеристик, а «улучшение» проявлялось положительными сдвигами преимущественно субъективных показателей. Исследования выполняли в динамике, с анализом исходного статуса мужчин и его изменений по завершению лечебного цикла, а также через полгода от его окончания.

Статистическая обработка результатов исследования проведена с использованием программы *Microsoft Statistica 11.0*.

Результаты и их обсуждение. В ходе опроса и заполнения соответствующих шкал было отмечено, что основные параметры половой деятельности отобранных мужчин были практически вдвое ниже оптимума. При этом у 56 % из этих лиц была установлена слабость половой конституции, сочетающаяся с инверсией соотношения уровней ТСТ и ФСГ, отражая, тем самым, дисбаланс обратной связи гонады – гипофиз.

В дополнение к этому, у 54 % мужчин были выявлены признаки астено-невротизации, подтвержденные результатами психологического тестирования. В частности, был отмечен достоверный ($F_{\text{превыш.}} = 6,09; p < 0,05$) подъем по I-ой и правым позициям усредненного профиля МИЛ. Характерным было и снижение показателей теста САН, причем в наибольшей степени ($F_{\text{превыш.}} = 8,72; p < 0,01$) – «настроения».

Согласно результатам электронейромиографии, во всех случаях прослеживалась сохранность нервно-мышечных структур, ответственных за функционирование половой сферы. С другой стороны, у трети мужчин наблюдались «стертые» признаки простатита и/или дорсопатии на поясничном уровне. Подобные сдвиги способны оказывать негативное влияние на сексуальную деятельность за счет реализации ряда патологических влияний, включая формирование рефлекторно-сосудистых реакций в регионе малого таза [1, 6, 13, 17].

Таким образом, в группе риска прослеживается переплетение гормональных, невротических и вазо-вегетативных влияний, прогностически неблагоприятных. В свою очередь, они указывают на целесообразность проведения соответствующей коррекции, направленной на предупреждение уже имеющихся сдвигов.

С данной целью в работе был применен ряд технологий традиционной медицины — как самостоятельно, так и в виде сочетаний. На первом этапе обследуемые были разделены на три группы – две основные и одну сравнения. В двух первых группах назначали комплексные отечественные средства «Адам» и «Эректин», показанные при дисфункциях. В 3-ей, группе сравнения использовали плацебо, имитируя прием медикамента.

В результате в основных группах восстановление сексуальной функции отметило сопоставимое количество мужчин – 45-50 %, при близком соотношении позиций «значительное улучшение» и «улучшение». В группе сравнения улучшение половых функций было выявлено у 35 % мужчин – в принципе, в пределах ожидаемого влияния плацебо (табл. 1).

Таблица 1

Результативность воздействия в группах

Группы	Состояние сексуальной сферы					
	Значительное улучшение		Улучшение		Без эффекта	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
1 (20)	6	30	4	20	10	50
2 (20)	5	25	4	20	11	55
3 (20)	2	10	5	25	13	65
Критерий Пирсона χ^2 различия с группой сравнения			χ^2 для 1-й группы = 7,77; $p < 0,05$ χ^2 для 2-й группы = 6,23; $p > 0,05$			

Примечание: в скобках – число наблюдений

Маркеры половой деятельности (предприимчивости, качества эрекции, продолжительности акта и др.) в основных группах возрастали среднем на 15-20 % по отношению к исходному уровню, в группе сравнения – в пределах 10 %. При этом только в основных группах установлено улучшение гормонального профиля в виде тенденции (недостовверно, $p > 0,05$) к восстановлению равновесия между уровнем ТСТ и ФСГ.

Наблюдаемые изменения в психическом статусе мужчин всех групп, отметивших улучшение половой функции, проявлялись регрессом признаков астено-невротизации. Однако в значительной части (61 %) наблюдений они были незначительны, что подтверждалось результатами психологического тестирования, с сохранением исходных характеристик тестов. Кроме того, по результатам сосудистого анализа ни в одной из групп мужчин не наблюдалось редукции регионарных вазо-спастических реакций. Представленный факт в принципе объясним, так как регресс подобных сдвигов обеспечивается применением иных, в первую очередь, физических методик [5].

Таким образом, лекарственное воздействие обеспечивало умеренное по выраженности влияние на сексуальную сферу, превосходящее, тем не менее, возможности плацебо-стимуляции. В свою очередь, данный факт подтверждал целесообразность дополнительного использования других методов и, в частности, ТМ. В этой фазе мужчины были разделены на три группы. ТМ в двух основных группах проводили параллельно с приемом уже указанных препаратов, а в 3-ей, группе сравнения, – на фоне лекарственного плацебо. В результате улучшение сексуальной деятельности в основных группах отметило 60 % и 55 % мужчин, соответственно, – против 40 % в группе сравнения (табл. 2).

Таблица 2

Результативность воздействия в группах

Группы	Состояние сексуальной сферы					
	Значительное улучшение		Улучшение		Без эффекта	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
1 (20)	6	30	6	30	8	40
2 (20)	5	25	6	30	9	45
3 (20)	3	15	5	25	12	60
Различие распределений по критерию Пирсона	$\chi^2_{1,2} = 0,14; p > 0,05$ $\chi^2_{1,3} = 8,03; p < 0,05$ $\chi^2_{2,3} = 7,46; p < 0,05$					

Примечание: в скобках — число наблюдений

При этом только в основных, результативных группах, изменения гормонального фона носили достоверный характер, объясняемый, помимо лекарственной стимуляции, раздражением акупунктурных «вегетативных» точек. Кроме того, у 57 % лиц с улучшением состояния отмечалось снижение выраженности психопатологических реакций. Также во всех группах были отмечены нерезкие (в виде тенденции) благоприятные изменения регионарного кровообращения.

Ориентируясь на полученные данные, в следующей фазе были проанализированы механизмы и результативность еще одного комплекса. 60 мужчин были разделены на 3 группы – из 20 человек каждая. В 1-ой группе ЧЭНС проводили на фоне медикаментозного плацебо, а во 2-ой выполняли воздействие в виде сочетанной лекарственного (с выбором препарата «Адам») и электрического воздействия. В 3-ей, группе сравнения, применяли аппаратное плацебо, имитируя уже саму методику ЧЭНС. Результативность сравниваемых методов воздействия в группах представлена в табл. 3.

Таблица 3

Результативность воздействия в группах

Группы	Состояние сексуальной сферы					
	Значительное улучшение		Улучшение		Без эффекта	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
1 (20)	5	25	5	25	10	50
2 (20)	7	35	6	30	7	35
3 (20)	2	10	4	20	14	70
Различие распределений по критерию Пирсона	$\chi^2_{1,2} = 2,90; p > 0,05$ $\chi^2_{1,3} = 2,77; p > 0,05$ $\chi^2_{2,3} = 10,5; p < 0,01$					

Примечание: в скобках — число наблюдений

Как следует из таблицы, в двух первых группах улучшение отметило 50 % и 65 % лиц, соответственно, тогда как в группе сравнения – 30 %. Различия в эффективности технологий коррелировали со степенью сдвигов параметров сексуальной деятельности: если в первых группах они возрастали в среднем на 25-30 %, то в группе сравнения – в пределах 15 %.

При анализе динамики объективных характеристик в 1-ой группе, т.е., по сути самостоятельного применения ЧЭНС, и, тем более, в группе сравнения не прослеживалось достоверных изменений в активности гипофиз-гонадной системы. Напротив, во 2-ой группе положительные изменения в соотношении ТСТ и ФСГ приобрели достоверный характер (табл. 4).

Динамика показателей системы «гипофиз-гонады» в группах ($M \pm m$)

Группы	Показатели				
		ТСТ мг/мл	Эстрадиол нмоль/мл	ЛГ мМЕ/мл	ФСГ мМЕ/мл
1	1	4,78 ± 0,67	0,078 ± 0,010	3,95 ± 0,33	3,6 ± 1,0
	2	4,85 ± 0,45	0,089 ± 0,011	3,96 ± 0,46	3,4 ± 1,1
2	1	4,84 ± 0,75	0,081 ± 0,009	3,92 ± 0,36	3,7 ± 1,1
	2	5,15 ± 0,60*	0,090 ± 0,009	3,90 ± 0,45	3,1 ± 1,0*
3	1	4,89 ± 0,61	0,083 ± 0,009	3,96 ± 0,38	3,6 ± 1,0
	2	4,86 ± 0,52	0,082 ± 0,010	3,92 ± 0,52	3,7 ± 0,9
Контроль		5,44 ± 0,53	0,102 ± 0,008	4,03 ± 1,10	2,4 ± 0,9

Примечание: 1, 2 – уровень параметров до и по завершению коррекции;
 * – достоверность изменений ($p < 0,05$) по разностному критерию Стьюдента

Сама результативность подхода, примененного во 2-ой группе, может быть объяснена объединением лекарственного и физического эффектов, так как ЧЭНС дистальных, по сути, вегето-тропных точек, способна внести вклад в улучшение гормонального фона. Однако, несмотря на достигаемый во 2-ой группе эффект, благоприятные изменения психического статуса прослеживались только у ½ мужчин с улучшением сексуальных функций. В частности, анализ теста МИЛ свидетельствовал об умеренном ($p > 0,05$) снижении исходного пика по 1-ой шкале и улучшении расположения позиций в правой части графика. Параллельно возрастали показатели САН, в первую очередь – «активность».

В ходе анализа состояния регионарного кровообращения в первых группах, в отличие от 3-ей, отмечены благоприятные изменения, в частности, повышение ($p < 0,05$) уровня объемного кровотока в подчревных артериях. Установленные здесь отчетливые положительные сдвиги связывали преимущественно с лечебными эффектами электростимуляции как результативного метода физического воздействия.

Кагамнестический анализ, проведенный через полгода по завершению коррекции, отразил неустойчивость эффектов в случае изолированного использования используемых препаратов. Напротив, в ответ на сочетанное применение медикаментов и массажа достигнутый уровень сексуальной деятельности сохранили, в среднем, 60 % мужчин. Сходные результаты обеспечивал комплекс, объединивший лекарственное пособие и ЧЭНС.

Заключение. В ходе выполненного нами исследования подтверждена результативность комплекса из лекарственного и некоторых видов рефлекторного воздействия, примененного с превентивной целью в области мужской сексологии. Эффективность предложенных сочетаний техник, к тому же обеспечивающих сохранность достигнутых результатов, может объясняться сложением и, не исключено, потенцированием лечебных механизмов.

Литература

1. Агасаров Л.Г. Рефлексотерапия при распространенных заболеваниях нервной системы. М., 2017. 240 с.
2. Агасаров Л.Г., Кончугова Т.В., Апханова Т.В., Дробышев В.А., Чесникова Е.И. Общие вопросы точечной электростимуляции (введение в проблему) // Вестник новых медицинских технологий. 2024. №2. С. 82–86. DOI: 10.24412/1609-2163-2024-2-82-86. EDN DMLDТТ.
3. Агасаров Л.Г., Кончугова Т.В. Немедикаментозные методы лечения сексуальных расстройств у мужчин в санаторно-курортных условиях. Санаторно-курортное лечение: научно-практическое рук-во. М., 2021. С.724-733
4. Агасаров Л.Г., Кончугова Т.В., Дробышев В.А., Фесюн А.Д. Точечная электростимуляция в практике медицинской реабилитации. М., 2025. 56 с.
5. Агасаров Л.Г., Никитин А.А. Комплементарная медицина в восстановлении сексуального здоровья мужчины // Традиционная медицина. 2008, № 3 (14). С. 19-21.
6. Агасаров Л.Г., Разумов А.Н. Традиционные технологии в восстановлении сексуального здоровья мужчины. М., 2006. 197 с.

7. Васильченко Г.С. Изменение обращаемости за сексопатологической помощью как показатель социально-экономического неблагополучия страны на пороге 21 века. Сексуальное здоровье человека на рубеже веков. М., 1999. С. 8-9.
8. Галимов Ш.Н. Государственная политика в области охраны мужского здоровья. Мужское здоровье и долголетие. М., 2008.- С. 32-32.
9. Гурцкой Р.А. Комплементарная медицина в восстановлении сексуального здоровья мужчин. Ростов/Дон, 2011. 71 с.
10. Гурцкой Р.А. Технологии традиционной медицины в восстановлении сексуального здоровья мужчин: Автореф. дис. ...докт. мед. наук. М., 2011. 36 с.
11. Дробышев В.А., Шпагина Л.А., Рявкин С.Ю. Клинико-функциональные аспекты лечебного применения динамической электростимуляции. Екатеринбург, 2020. 212 с.
12. Косарева Л.Б., Федоренко С.И., Перов Ю.Ф. Чрескожная электростимуляция в терапии болевых синдромов: методическое пособие. М., 2020. 52 с.
13. Кульчицкая Д.Б., Фесюн А.Д., Кияткин В.А., Кончугова Т.В., Яковлев М.Ю., Бобровницкий И.П. Применение высокоинтенсивного импульсного магнитного поля у пациентов с хроническим простатитом, осложненным эректильной дисфункцией: рандомизированное проспективное исследование. // Вестник восстановительной медицины. 2022. № 21 (6). С. 91–98.
14. Методические рекомендации по клиническим испытаниям новых лекарственных средств, применяемых в мужской сексологии и сексопатологии / Агасаров Л.Г., Васильченко Г.С., Карпов А.С. и др. // Ведомости НЦ экспертизы и гос. контроля лекарственных средств. 2002, №2. С. 18-23.
15. Никитин А.А. Сочетанное применение гомеопатии и точечного массажа в восстановлении сексуальной функции мужчин: Автореф. дис. ...канд. мед. наук. М., 2009. 21 с.
16. Разумов А.Н., Василенко А.М., Бобровницкий И.П. Динамическая электростимуляция. Екатеринбург, 2008. 139 с.
17. Фесюн А.Д., Кульчицкая Д.Б., Кончугова Т.В., Кияткин В.А. Методы физиотерапии в лечении пациентов с эректильной дисфункцией. // Вестник восстановительной медицины. 2020. № 6 (100). С. 75–80. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-100-6-75-80>
18. Шейко Г.Е., Белова А.Н., Карякин Н.Н., Даминов В.Д., Шабанова М.А., Ананьев Р.Д., Сушин В.О., Воробьева О.В. Организация дистанционной реабилитации в Российской Федерации: обзор литературы. // Вестник восстановительной медицины. 2023. № 22(4). С. 114–128.

References

1. Agasarov LG. Refleksoterapiya pri rasprostranennyh zabolevaniyah nervnoj sistemy [Reflexotherapy in common diseases of the nervous system]. М., 2017. Russian.
2. Agasarov LG, Konchugova TV, Apkhanova TV, Drobyshev VA, Chesnikova EI. Obshchie voprosy tochechnoy elektrostimulyatsii (vvedenie v problemu) [General issues of spot electrical stimulation (problem introduction)]. Journal of New Medical Technologies. 2024;2:82-6. DOI: 10.24412/1609-2163-2024-2-82-86. EDN DMLDTT. Russian.
3. Agasarov LG, Konchugova TV. Nemedikamentoznye metody lecheniya seksual'nyh rasstrojstv u muzhchin v sanatorno-kurortnyh usloviyah [Non-medicinal methods of treatment of sexual disorders in men in sanatorium-resort conditions.]. Sanatorno-kurortnoe lechenie: nauchno-prakticheskoe ruk-vo. М., 2021. Russian.
4. Agasarov LG, Konchugova TV, Drobyshev VA, Fesyun AD. Tochechnaya elektrostimulyaciya v praktike medicinskoj rehabilitacii [Spot electrical stimulation in the practice of medical rehabilitation]. М., 2025. Russian.
5. Agasarov LG, Nikitin AA. Komplementarnaya medicina v vosstanovlenii seksual'nogo zdorov'ya [Complementary medicine in restoring men's sexual health] muzhchiny. Tradicionnaya medicina. 2008;3 (14):19-21. Russian.
6. Agasarov LG, Razumov AN. Tradicionnye tekhnologii v vosstanovlenii seksual'nogo zdorov'ya muzhchiny [Traditional technologies in restoring men's sexual health]. М.,2006. Russian.
7. Vasil'chenko GS. Izmenenie obrashchaemosti za seksopatologicheskoy pomoshch'yu kak pokazatel' social'no-ekonomicheskogo neblagopoluchiya strany na poroge 21 veka [The change in the treatment of sexopathological care as an indicator of the socio-economic disadvantage of the country on the threshold of the 21st century. Human sexual health at the turn of the century]. Seksual'noe zdorov'e cheloveka na rubezhe vekov. М., 1999. S. 8-9. Russian.
8. Galimov ShN. Gosudarstvennaya politika v oblasti ohrany muzhskogo zdorov'ya [State policy in the field of men's health protection. Men's health and longevity]. Muzhskoe zdorov'e i dolgoletie. М., 2008. Russian.

9. Gurckoj RA. Komplementarnaya medicina v vosstanovlenii seksual'nogo zdorov'ya muzhchin [Complementary medicine in restoring men's sexual health]. Rostov/Don, 2011. 71 s. Russian.
10. Gurckoj RA. Tekhnologii tradicionnoj mediciny v vosstanovlenii seksual'nogo zdorov'ya muzhchin [Technologies of traditional medicine in restoring men's sexual health]: Avtoref. dis. ...dokt. med. nauk. M., 2011. Russian.
11. Drobyshev VA, Shpagina LA, Ryavkin SYu. Kliniko-funkcional'nye aspekty lechebnogo primeneniya dinamicheskoy elektronejrostimulyacii. [Clinical and functional aspects of the therapeutic use of dynamic electroneurostimulation] Ekaterinburg, 2020. Russian.
12. Kosareva LB, Fedorenko SI, Perov YuF. Chreskozhnaya elektronejrostimulyaciya v terapii bolevykh sindromov [Percutaneous electrical stimulation in the treatment of pain syndromes: a methodological guide]: metodicheskoe posobie. M., 2020. Russian.
13. Kulchitskaya DB, Fesyun AD, Kiyatkin VA, Konchugova TV, Yakovlev MYu, Bobrovnickij IP. High Intensity Pulsed Magnetic Field Application in Patients with Chronic Prostatitis Complicated by Erectile Dysfunction: a Randomized Prospective Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2022; 21 (6): 91–98. Russian.
14. Metodicheskie rekomendacii po klinicheskim ispytaniyam novykh lekarstvennykh sredstv, primenyaemykh v muzhskoj seksologii i seksopatologii [Methodological recommendations on clinical trials of new medicines used in male sexology and sexopathology]/ Agasarov LG, Vasil'chenko GS, Karpov A.S. i dr. Vedomosti NC ekspertizy i gos. kontrolya lekarstvennykh sredstv. 2002, №2. S. 18-23. Russian.
15. Nikitin AA. Sochetannoe primeneniye gomeopatii i tochechnogo massazha v vosstanovlenii seksual'noj funkcii muzhchin [The combined use of homeopathy and acupressure in restoring men's sexual function]: Avtoref. dis. ...kand. med. nauk. M., 2009. Russian.
16. Razumov AN, Vasilenko AM, Bobrovnickij IP. Dinamicheskaya elektronejrostimulyaciya [Dynamic electroneurostimulation]. Ekaterinburg, 2008. 139 s. Russian.
17. Fesyun AD, Kul'chickaya DB, Konchugova TV, Kiyatkin VA. Metody fizioterapii v lechenii pacientov s erektil'noj disfunkciej. [Methods of Physiotherapy in the Treatment of Patients with Erectile Dysfunction]. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2020; 6 (100): 75–80. Russian.
18. Shejko GE, Belova AN, Karyakin NN, Daminov VD, Shabanova MA, Anan'ev RD, Sushin VO, Vorob'eva OV. Organizaciya distancionnoj reabilitacii v Rossijskoj Federacii: obzor literatury [Organization of Remote Rehabilitation in the Russian Federation: a Literature Review Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2023; 22(4): 114–128. Russian.

Библиографическая ссылка:

Агасаров Л.Г., Кончугова Т.В., Апханова Т.В., Мухина А.А., Марфина Т.В., Милойкович Т.П. Методы традиционной медицины в сохранении мужского полового здоровья // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №4. Публикация 3-5. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/3-5.pdf> (дата обращения: 24.07.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-3-5. EDN BNOLKX *

Bibliographic reference:

Agasarov LG, Konchugova TV, Apkhanova TV, Mukhina AA, Marfina TV, Miloykovich TP. Metody tradicionnoj mediciny v sohranении muzhskogo polovogo zdorov'ya [Traditional medicine methods in maintaining male sexual health]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2025 [cited 2025 Jul 24];4 [about 7 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/3-5.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-4-3-5. EDN BNOLKX

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-4/e2025-4.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY