

Евразийский Союз Ученых.
Серия: медицинские, биологические и химические науки

Ежемесячный научный журнал

№ 3(126)/2025 Том 1

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Макаровский Денис Анатольевич

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

•Карпенко Юрий Дмитриевич

AuthorID: 338912

Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью ФМБА, Лаборатория эколого-гигиенической оценки отходов (Москва), доктор биологических наук.

•Малаховский Владимир Владимирович

AuthorID: 666188

Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Факультеты, Факультет послевузовского профессионального образования врачей, кафедра нелекарственных методов терапии и клинической физиологии (Москва), доктор медицинских наук.

•Ильясов Олег Рашитович

AuthorID: 331592

Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра техносферной безопасности (Екатеринбург), доктор биологических наук

•Косс Виктор Викторович

AuthorID: 563195

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, НИИ спортивной медицины (Москва), кандидат медицинских наук.

•Калинина Марина Анатольевна

AuthorID: 666558

Научный центр психического здоровья, Отдел по изучению психической патологии раннего детского возраста (Москва), кандидат медицинских наук.

•Сырочкина Мария Александровна

AuthorID: 772151

Пфайзер, вакцины медицинский отдел (Екатеринбург), кандидат медицинских наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:

198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А

Е-mail: info@euroasia-science.ru ;

www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель ООО «Логика+»

Тираж 1000 экз.

СОДЕРЖАНИЕ

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Парчайкина М.В., Чудайкина Е.В., Ревина Э.С.,

Грунющкин И.П., Заварыкина А.В., Ревин В.В.

РОЛЬ ИНСУЛИНОПОДОБНОГО ФАКТОРА РОСТА-1 В РЕГУЛЯЦИИ РЕГЕНЕРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ СОМАТИЧЕСКИХ НЕРВОВ 3

Фролов В.К., Мишина О.Г., Игнаткова Е.П.

ОНКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ НА ТЕРРИТОРИЯХ С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖЕЛЕЗА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ 10

Алибекова Л.У.

ИННОВАЦИОННАЯ МЕТОДИКА ЛЕЧЕНИЯ РУБЦОВ С ВЫСОКИМ РЕЗУЛЬТАТОМ И МИНИМАЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИЕЙ СОЧЕТАНИЕ СО₂ ЛАЗЕРА И ИНЪЕКЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАМКАХ АВТОРСКОЙ МЕТОДИКИ 13

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

РОЛЬ ИНСУЛИНОПОДОБНОГО ФАКТОРА РОСТА-1 В РЕГУЛЯЦИИ РЕГЕНЕРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ СОМАТИЧЕСКИХ НЕРВОВ

Парчайкина Марина Владимировна

кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биотехнологии и биохимии, факультет биотехнологии и биологии, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Российская Федерация, г. Саранск, ORCID: 0000-0002-6627-6582

Чудайкина Елена Викторовна

преподаватель кафедры биотехнологии и биохимии, факультет биотехнологии и биологии, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Российская Федерация, г. Саранск, ORCID: 0000-0001-6141-2568

Ревина Эльвира Сергеевна

кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры биотехнологии и биохимии, факультет биотехнологии и биологии, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Российская Федерация, г. Саранск, ORCID: 0000-0002-2418-7012

Груньюшкин Игорь Павлович

кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии и биохимии, факультет биотехнологии и биологии, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Российская Федерация, г. Саранск, ORCID: 0009-0009-0600-7717

Заварыкина Анастасия Вячеславовна

аспирант кафедры биотехнологии и биохимии, факультет биотехнологии и биологии, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Российская Федерация, г. Саранск, ORCID: 0009-0002-3482-9979

Ревин Виктор Васильевич

доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биотехнологии и биохимии, факультет биотехнологии и биологии, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», Российская Федерация, г. Саранск, ORCID: 0000-0001-6542-2667

THE ROLE OF INSULIN-LIKE GROWTH FACTOR-1 IN THE REGULATION OF REGENERATION PROCESSES IN CASE OF DAMAGE TO SOMATIC NERVES

Parchaykina Marina Vladimirovna

PhD, associate professor, associate professor of the Department of Biotechnology and Biochemistry, the Faculty of Biotechnology and Biology, Ogarev Mordovia State University, Russia, Saransk, ORCID: 0000-0002-6627-6582

Chudaikina Elena Viktorovna

Lecturer of the Department of Biotechnology and Biochemistry, the Faculty of Biotechnology and Biology, Ogarev Mordovia State University, Russia, Saransk, ORCID: 0000-0001-6141-2568

Revina Elvira Sergeevna

PhD, associate professor, associate professor of the Department of Biotechnology and Biochemistry, the Faculty of Biotechnology and Biology, Ogarev Mordovia State University, Russia, Saransk, ORCID: 0000-0002-2418-7012

Grunyushkin Igor Pavlovich

PhD, associate professor of the Department of Biotechnology and Biochemistry, the Faculty of Biotechnology and Biology, Ogarev Mordovia State University, Russia, Saransk, ORCID: 0009-0009-0600-7717

Zavarykina Anastasia Vyacheslavovna

Postgraduate student of the Department of Biotechnology and Biochemistry, the Faculty of Biotechnology and Biology, Ogarev Mordovia State University, Russia, Saransk, ORCID: 0009-0002-3482-9979

Revin Victor Vasilyevich

PhD, professor of the Department of Biotechnology and Biochemistry, the Faculty of Biotechnology and Biology, Ogarev Mordovia State University, Russia, Saransk, ORCID: 0000-0001-6542-2667

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2025.4.126.2168

АННОТАЦИЯ

В настоящее время одной из актуальных проблем регенеративной медицины является восстановление функционирования соматических нервов после травмы. С помощью методов экстракции липидов из

нервной ткани, их хроматографического разделения, количественного анализа денситометрическим методом было показано, что перерезка нерва сопровождается накоплением всех форм фосфоинозитидов и снижением уровня диацилглицерола (ДАГ), что вероятнее всего, объясняется инактивацией фосфоинозитид-специфичной фосфолипазы С, а также активацией липолитических ферментов, в частности, фосфолипаз А₁ и А₂, в результате чего происходит увеличение количества свободных жирных кислот (СЖК). Кроме этого, на фоне перерезки наблюдается существенное снижение количественного содержания общего белка и отдельных белковых фракций. На фоне внутримышечного введения инсулиноподобного фактора роста-1 наблюдается интенсификация фосфоинозитидного обмена, накопление ДАГ и снижение уровня СЖК, а также стимуляция синтеза белков цитоскелета, вероятнее всего, за счет активации сигнальных путей фосфоинозитид-специфичной фосфолипазы С и фосфатидилинозитол-3-киназы, необходимых для аксональной регенерации и восстановления функционирования поврежденных нервных проводников.

ABSTRACT

Currently, one of the urgent problems of regenerative medicine is the restoration of the functioning of somatic nerves after injury. Using methods of extraction of lipids from nervous tissue, their chromatographic separation, and quantitative densitometric analysis, it was shown that nerve cutting is accompanied by accumulation of all forms of phosphoinositides and a decrease in diacylglycerol (DAG) levels, which is most likely due to inactivation of phosphoinositide-specific phospholipase C, as well as activation of lipolytic enzymes, in particular, phospholipases A₁ and A₂, resulting in an increase in the amount of free fatty acids (FFA). In addition, against the background of cutting, there is a significant decrease in the quantitative content of total protein and individual protein fractions. Against the background of intramuscular administration of insulin-like growth factor-1, there is an intensification of phosphoinositide metabolism, accumulation of DAG and a decrease in FFA levels, as well as stimulation of cytoskeletal protein synthesis, most likely due to activation of phosphoinositide-specific phospholipase C and phosphatidylinositol-3-kinase signaling pathways necessary for axonal regeneration and restoration of functioning of damaged nerve conductors.

Ключевые слова: соматические нервы, регенерация, фосфоинозитиды, белки, инсулиноподобный фактор роста-1.

Keywords: somatic nerves, regeneration, phosphoinositides, proteins, insulin-like growth factor-1.

Введение.

В настоящее время одной из актуальных проблем регенеративной медицины является восстановление функционирования соматических нервов после травмы [1]. Исходя из этого, представляют интерес исследования различных путей активации аксональной регенерации при действии стимуляторов биологического происхождения для восстановления функциональной активности поврежденных нервных волокон. В литературе появляется всё больше сообщений, свидетельствующих об участии факторов роста, в частности, инсулиноподобного фактора роста-1 (ИФР-1) в регуляции процессов пролиферации и дифференцировки нервных клеток [2, 3]. Также известно, что одним из важнейших компонентов фосфолипидного состава клеточных мембран являются фосфоинозитиды (ФИ), принимающие активное участие в регуляции клеточных процессов. Это объясняется тем, что они выступают в качестве источника вторичных мессенджеров при передаче сигналов от рецепторов внутрь клетки и участвуют в регуляции транспорта ионов Ca²⁺ [4]. Поскольку мембрана нервных клеток представляет собой многокомпонентную систему, в которой структурная организация и выполняемые функции взаимосвязаны, изменение белкового состава в значительной степени определяет развитие патологических процессов, что отражается на физико-химическом состоянии липидного бислоя и функциональной активности нервного волокна. Исследование состава и интенсивности обмена

компонентов ФИ-цикла, а также изменения количественного содержания отдельных белковых фракций при перерезке и регенерации травмированных нервных проводников позволит выснить роль этих компонентов в регуляции внутриклеточных механизмов, необходимых для восстановления функционирования поврежденных соматических нервов и целенаправленного воздействия физиологически активных веществ, в частности, ИФР-1 на определенные звенья метаболических сигнальных путей, участвующих в этих процессах.

В связи с этим, целью данного исследования было изучение влияния ИФР-1 на изменение количественного состава компонентов фосфоинозитидного цикла и индивидуальных белковых фракций при повреждении и регенерации соматических нервов.

Материалы и методы

Объектом исследования служили седалищные нервы крыс линии Wistar со средней массой 250±50 г. У животных одной опытной группы осуществляли перерезку седалищного нерва на уровне середины бедра. Животным второй группы после перерезки ежедневно внутримышечно вводили инсулиноподобный фактор роста-1 (Recombinant Human Insulin-like growth factor type1 (E. coli)) в концентрациях 50 и 75 нг/кг. Проксимальные участки нервов извлекали через 7, 14, 21 и 28 суток и помещали в раствор Рингера. Контролем служили интактные животные. Экстракцию липидов из нервной ткани проводили по методу Блайя-Дайера [5]. Разделение фосфоинозитидов осуществляли по методу

Прохоровой, используя двумерную хроматографию на силикагеле в системе растворителей н-пропанол: 4н аммиак (2:1) и хлороформ: метанол: 4н аммиак (9:7:2) [6]. Количественное определение липидов осуществляли денситометрическим методом на автоматизированном комплексе SAMAG TLC Scanner 4 (Швейцария). Для разделения диацилглицерина (ДАГ) и свободных жирных кислот (СЖК) использовали систему гептан/диэтиловый эфир/ледяная уксусная кислота (60:40:1 по объему) [7]. Для визуализации отдельных липидных фракций предварительно готовили реактив для окрашивания пластинок: 20 г. сульфата меди пентагидрата растворяли в 200 мл дистиллированной воды, добавляли 8 мл серной кислоты (98 %) и 8 мл ортофосфорной кислоты (85 %). После разделения в системе растворителей, пластинку помещали в краситель на 15 секунд и высушивали на воздухе, после чего нагревали на плитке при 140 °С в течение 30 минут и наблюдали коричневое окрашивание липидных фракций. Биоэлектрическую активность регистрировали для изолированного нерва при его внеклеточном отведении со следующими параметрами стимуляции: амплитуда 1,5 В, длительность 0,3 мс, частота раздражения 100 имп/с [8]. Концентрацию белка в полученных пробах измеряли методом Лоури, используя в качестве стандарта бычий сывороточный альбумин [9]. Оптическую плотность определяли на спектрофотометре (Shimadzu, Япония) при длине волны 650 нм. Состав белков соматических нервов изучали методом электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ) в присутствии додецилсульфата натрия (ДСН) по методу Laemmli [10]. Визуализацию, документацию и количественный анализ полученных белковых гелей осуществляли с помощью геля документирующей системы Gel Doc XR+ (Bio-Rad, США). Обработку результатов проводили в программе ImageLab. Полученные экспериментальные данные подвергали статистической обработке с использованием

электронных таблиц Microsoft Excel 2016. Сравнение вариантов опытов проводили при 5% уровне значимости с помощью дисперсионного анализа ANOVA.

Результаты и их обсуждение

В результате полученной травмы проводимость нерва заметно снижается в проксимальном его участке и полностью утрачивается в дистальном отрезке нервного проводника. Исходя из этого, нами была проведена оценка липидного и белкового состава мембраны нервного проводника в проксимальном его отрезке. Известно, что фосфоинозитиды обладают способностью образовывать комплексы с различными белками, за счет чего к ним присоединяются многочисленные белки наружной поверхности клетки. Они в больших количествах содержатся в нервной ткани, что определяет их важнейшую роль в регуляции физико-химических процессов, происходящих в нервном волокне при его нормальном функционировании [11]. Исходя из вышесказанного, на первом этапе эксперимента нами было исследовано изменение содержания отдельных фосфоинозитидных фракций, а также продуктов их распада – ДАГ и СЖК в проксимальном отрезке нерва после его перерезки и введения инсулиноподобного фактора роста-1.

В ходе проведенного исследования было установлено, что в неповрежденных седалищных нервах крысы содержание МФИ (монофосфоинозитид, фосфатидилинозитол), ДФИ (дифосфоинозитид, фосфатидилинозитол-4,5-дифосфат) и ТФИ (трифосфоинозитид, фосфатидилинозитол-3,4,5-трифосфат) составляет в среднем 51,4; 6,14 и 7,02 мкг фосфора/мг общих липидов соответственно (рис.1, 2). Спустя 7 суток после перерезки седалищного нерва в его проксимальном конце наблюдается резкое увеличение всех фракций фосфоинозитидов по отношению к контролю. В этом варианте опыта содержание МФИ, ДФИ и ТФИ составляет в среднем 84,35; 11,03 и 11,57 мкг фосфора/мг липидов соответственно (рис. 1, 2).

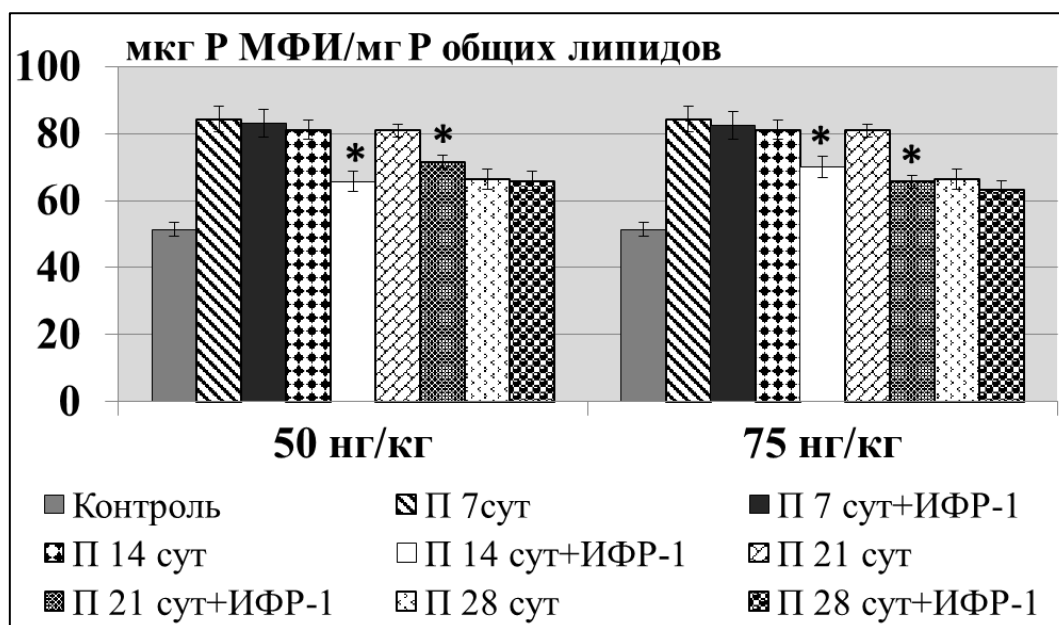


Рис. 1. Динамика изменения концентрации фосфатидилинозитола (МФИ) в проксимальном конце седалищного нерва крысы после его повреждения: П – повреждение, $\mu\text{г Р МФИ}/\text{мг Р общих липидов}$ – $\mu\text{г Р МФИ}/\text{мг Р общих липидов}$ – $\mu\text{г Р МФИ}/\text{мг Р общих липидов}$ (все планки погрешностей указывают стандартную ошибку среднего значения ($n = 10$), * – достоверность отличия по отношению к повреждению, $p < 0,05$)

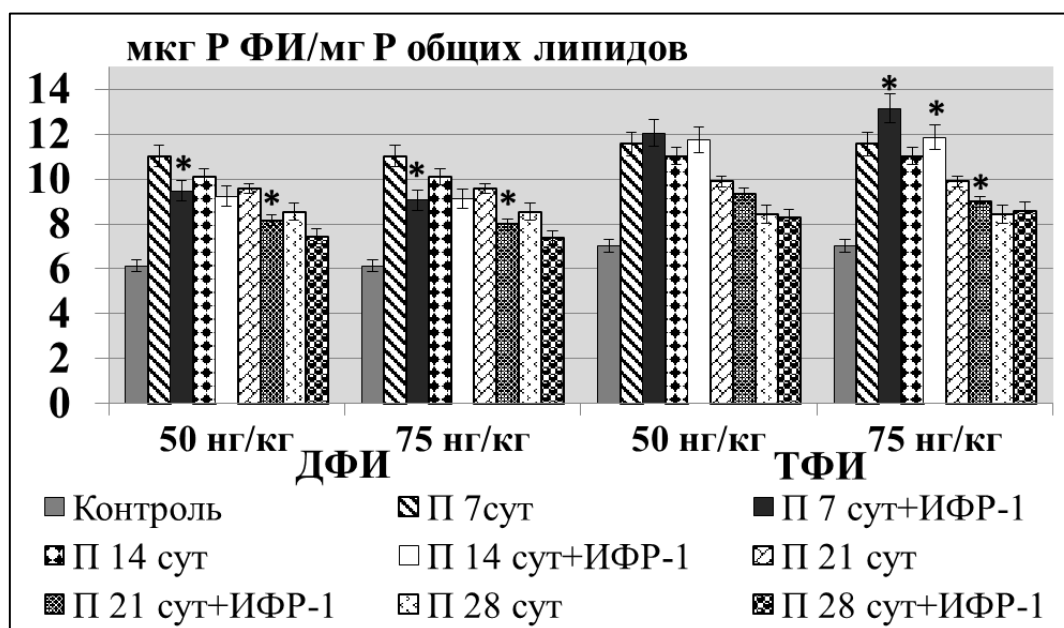


Рис. 2. Динамика изменения концентрации дифосфоинозита (ДФИ) и трифосфоинозита (ТФИ) в проксимальном конце седалищного нерва крысы после его повреждения: П – повреждение, $\mu\text{г Р ФИ}/\text{мг Р общих липидов}$ – $\mu\text{г Р ФИ}/\text{мг Р общих липидов}$ (все планки погрешностей указывают стандартную ошибку среднего значения ($n = 10$), * – достоверность отличия по отношению к повреждению, $p < 0,05$)

На следующем этапе эксперимента было изучено влияние ИФР-1 на изменение содержания отдельных фракций фосфоинозитидов в седалищном нерве после его перерезки. Было показано, что в проксимальном отрезке нерва наиболее выраженные изменения уровня МФИ наблюдаются на 14-е и 21-е сутки эксперимента в концентрации препарата 75 нг/кг, что сопровождается снижением его содержания в среднем на 19,0 и 11,5 % соответственно по

сравнению с повреждением (рис.1). Использование препарата в его максимальной концентрации сопровождается снижением уровня ДФИ к 7-м суткам наблюдения на 17,8 % по сравнению с травмированным нервом. При этом, с увеличением послеоперационных сроков до 21 и 28 суток отмечается практически одинаковая тенденция к снижению уровня ДФИ в вариантах опыта с введением ИФР-1 в концентрациях 50 и 75 нг/кг. Следует отметить, что содержание ТФИ возрастает

на 7-е и 14-е сутки наблюдения по сравнению с повреждением при введении препарата в обеих концентрациях, а к 21-м суткам эксперимента отмечается тенденция к снижению его уровня. При этом, наиболее выраженные изменения происходят в этом варианте опыта с использованием ИФР-1 в концентрации 75 нг/кг, что сопровождается уменьшением содержания ТФИ на 9,1 % относительно перерезки (рис. 2).

Из литературы известно, что диацилглицерин является продуктом распада при действии фосфолипазы С и играет важную роль в регуляции активности фосфолипазы А₂, протеинкиназы С и транспорта Ca²⁺ [12]. Исходя из этого, в следующей серии опытов нами было проведено исследование содержания диацилглицерина в проксимальном участке седалищного нерва после его перерезки и действия инсулиноподобного фактора роста-1.

Было показано, что количество ДАГ в неповрежденных нервах – в среднем 14 мкг ЖК ДАГ/мг ОЛ. Перерезка нерва сопровождается уменьшением уровня диацилглицерина, минимальное содержание которого наблюдается на 7-е сутки. В этом варианте опыта концентрация ДАГ снижается относительно контроля на 63,8 % в проксимальном отрезке поврежденного нерва. С увеличением послеоперационного периода до 28 суток отмечается повышение уровня ДАГ, однако он все еще ниже контрольного значения в среднем в 1,8 раза. Эксперимент показал, что наиболее выраженные изменения уровня ДАГ наблюдаются при введении препарата в концентрации 75 нг/кг и сопровождаются увеличением его содержания в среднем на 12,4 %, 49,3 % и 22,9 % к 14-м, 21-м и 28-м суткам после перерезки соответственно по сравнению с повреждением (рис.4).

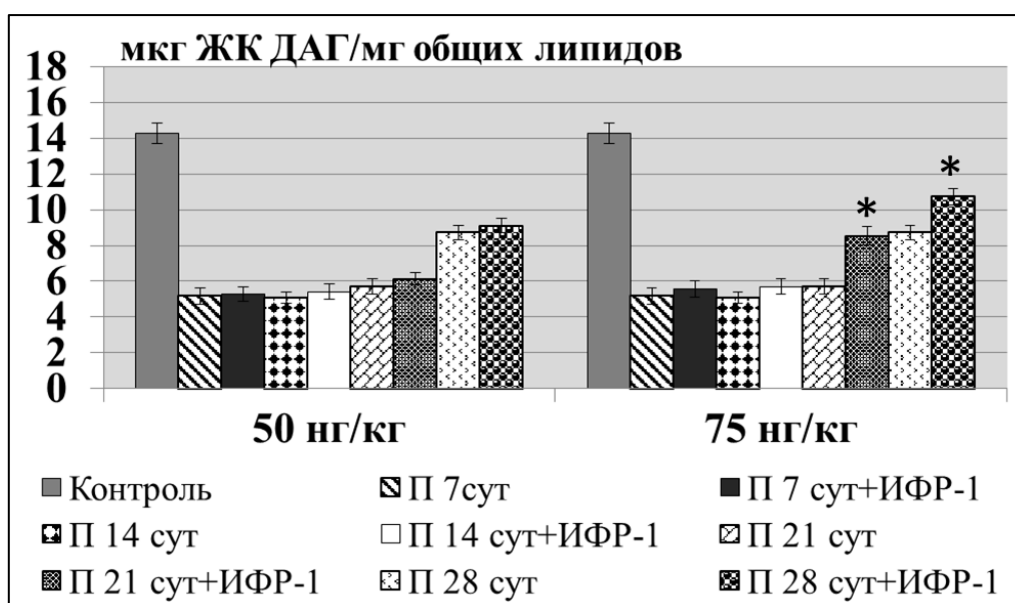


Рис. 4. Динамика изменения концентрации диацилглицерина в проксимальном конце седалищного нерва крысы после его повреждения: мкг ЖК ДАГ/мг ОЛ – мкг жирных кислот диацилглицерина/мг общих липидов (все планки погрешностей указывают стандартную ошибку среднего значения ($n = 10$), * – достоверность отличия по отношению к повреждению, $p < 0,05$)

Согласно результатам проведенных нами исследований, содержание СЖК в нервах контрольной группы животных составляет в среднем 20 мкг ЖК/мг ОЛ. При перерезке нерва наблюдаются значительные изменения уровня свободных жирных кислот в проксимальном участке нервного проводника: максимальное их накопление происходит на 7-и сутки эксперимента и составляет $51,76 \pm 2,44$ мкг СЖК/мг ОЛ. В дальнейшем наблюдается тенденция к снижению уровня СЖК. Так, увеличение длительности периода после повреждения до 28 суток сопровождается уменьшением количества СЖК,

тем не менее, уровень данного показателя по-прежнему значимо отличается от контрольного, превышая его в среднем в 1,4 раза (рис. 5). При введении ИФР-1 в концентрации 75 нг/кг в проксимальном участке нерва наблюдается снижение уровня СЖК: количество свободных жирных кислот уменьшается на 15,7 % и 35,6 % по сравнению с повреждением к 14-м и 21-м суткам соответственно, а с увеличением длительности периода после повреждения до 28 суток уровень СЖК снижается в 1,4 раза относительно серии опытов с перерезкой (рис. 5).

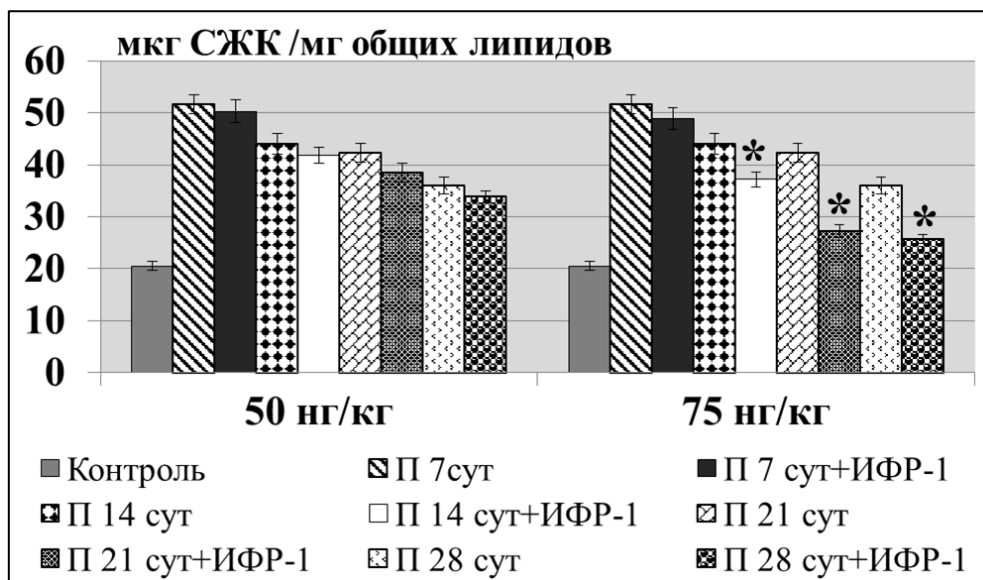


Рис. 5. Динамика изменения концентрации свободных жирных кислот в проксимальном конце седалищного нерва крысы после его повреждения: мкг ЖК ДАГ/мг ОЛ – мкг жирных кислот диацилглицерина/мг общих липидов (все планки погрешностей указывают стандартную ошибку среднего значения ($n = 10$), * – достоверность отличия по отношению к повреждению, $p < 0,05$)

Эксперимент показал, что помимо изменения липидного состава, количественное содержание белковой фракции также меняется. Так, в проксимальном участке нерва после перерезки происходит существенное снижение уровня белка в среднем на 50,0 % к 14-м суткам по сравнению с контрольной группой. Наиболее выраженные изменения наблюдаются при введении препарата в концентрации 75 нг/кг. Так, на 21-е сутки общее содержание белка в этом варианте опыта увеличивается на 13,3 %, а к 28-м суткам – на 18,7 % по сравнению с повреждением. С помощью метода электрофореза на ПААГ был изучен качественный состав белковой фракции исследуемых интактных и поврежденных нервов. В интактном нерве были выявлены белки нейрофиламентов-Н (NF-Н, 190-200 кДа), нейрофиламентов-М (NF-М, 140 - 160 кДа), тубулина (110 кДа). Было показано, что в проксимальном отрезке нерва содержание нейрофиламентов-Н, нейрофиламентов-М и тубулина после травмы снижается на 40,0 %; 43,6 % и 30,4 % к 21-м суткам наблюдения соответственно. При введении ИФР-1 в концентрации 75 нг/кг наиболее выраженные изменения наблюдаются на 14-е и 21-е сутки эксперимента: уровень NF-Н, NF-М и тубулина возрастает относительно повреждения на 14,3 % (14-е сутки), 19,7 % (21-е сутки) и 18,9 % (21-е сутки) соответственно. Полученные данные коррелируют с восстановлением функциональной активности поврежденных соматических нервов на фоне действия препарата. Было показано, что в результате полученной травмы проводимость нерва существенно снижается в его проксимальном участке и полностью утрачивается в дистальном отрезке нервного проводника. С увеличением времени повреждающего воздействия до 28 суток восстановление способности проведения потенциала действия с небольшой амплитудой

отмечается только в проксимальном отрезке нерва, что по-видимому объясняется сохранением центральной иннервации и частичным восстановлением нервно-мышечной передачи. В варианте опыта с повреждением амплитуда потенциала действия снижается в среднем на 50% по сравнению с контролем к 28-м суткам наблюдения, в то время как внутримышечное введение инсулиноподобного фактора роста-1 в концентрации 75 нг/кг сопровождается восстановлением проводимости в проксимальном отрезке нерва в среднем в 2,0 раза по сравнению с повреждением.

Заключение

В ходе проведенных исследований было установлено, что перерезка нерва сопровождается накоплением всех форм фосфоинозитидов и снижением уровня ДАГ в проксимальном отрезке нервного проводника, что вероятнее всего, объясняется инактивацией фосфоинозитид-специфичной фосфолипазы С. Кроме этого, отмечается существенное снижение количественного содержания общего белка, а также индивидуальных белковых фракций. Было показано, что внутримышечное введение инсулиноподобного фактора роста-1 способствует интенсификации фосфоинозитидного обмена, накоплению ДАГ и снижению уровня СЖК. Полученные нами результаты исследований согласуются с литературными данными, указывающими на способность ИФР-1 запускать несколько сигнальных путей, связанных с образованием метаболитов липидной природы. Один из них опосредуется активацией фосфоинозитид-специфичной фосфолипазы С, в результате чего количественное содержание фосфатидилинозитол-4,5-дифосфата снижается [13]. Кроме этого, связывание инсулиноподобного фактора роста-1 с ИФР-рецептором 1-го типа

запускает фосфатидилинозитол-3-киназный сигнальный путь, в результате чего фосфатидилинозитол-4,5-дифосфат фосфорилируется до фосфатидилинозитол-3,4,5-трифосфата, который в свою очередь, стимулирует цитоплазматический фактор PDK1 (3-фосфоинозитидзависимая протеинкиназа 1) данного сигнального пути, что сопровождается активацией протеинкиназы В и повышением экспрессии различных факторов транскрипции, участвующих в синтезе белков, необходимых для аксональной регенерации и восстановления функционирования поврежденных соматических нервов [14].

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (код научной темы FZRS-2024-0005) в рамках государственного задания ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва» (создание новых молодежных лабораторий)

This work financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, grant number FZRS-2024-0005

Список литературы

- Gordon, T. Peripheral Nerve Regeneration and Muscle Reinnervation. *Int. J. Mol. Sci.* 2020, 21, 8652. <https://doi.org/10.3390/ijms21228652>.
- González Porto, S.A.; Domenech, N.; Blanco, F.J.; Centeno Cortés, A.; Rivadulla Fernández, C.; Álvarez Jorge, Á.; Sánchez Ibáñez, J.; Renda Vázquez, E. Intraneural IFG-1 in Cryopreserved Nerve Isografts Increases Neural Regeneration and Functional Recovery in the Rat Sciatic Nerve. *Neurosurgery* 2019, 85, 423–431. <https://doi.org/10.1093/neuros/nyy339>.
- Ma, K.; Xu, H.; Zhang, J.; Zhao, F.; Liang, H.; Sun, H.; Li, P.; Zhang, S.; Wang, R.; Chen, X. Insulin-Like Growth Factor-1 Enhances Neuroprotective Effects of Neural Stem Cell Exosomes After Spinal Cord Injury via an miR-219a-2-3p/YY1 Mechanism. *Aging* 2019, 11, 12278–12294. <https://doi.org/10.18632/aging.102568>.
- Roy, D.; Tedeschi, A. The Role of Lipids, Lipid Metabolism and Ectopic Lipid Accumulation in Axon Growth, Regeneration and Repair After CNS Injury and Disease. *Cells* 2021, 10, 1078. <https://doi.org/10.3390/cells10051078>.
- Bligh, E. A rapid method of total lipid extraction and purification / E. Bligh, W. Dyer // *Can. J. Biochem. Physiol.* – 1959. – Vol. 37. – P. 911 – 917.
- Bligh, E.; Dyer, W. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 1959, 37, 911–917.
- Прохорова М.И., Романова Л.С., Туманова С.Ю. Биохимия и функция нервной системы. – М.: Наука, 1967. – 148 с.
- Биологические мембраны. Методы. Под ред. Дж.Финдлея, У. Эванза. М.: Мир, 1990. – 424 с.
- Kuz'menko, T.P.; Parchaykina, M.V.; Revina, E.S.; Gladysheva, M.Y.; Revin, V.V. Influence of Neurotrophic Factors on the Composition of Proteins During Damage and Regeneration of Somatic Nerves. *Biophysics* 2023, 68, 334–348. <https://doi.org/10.31857/S0006302923020138>.
- Lowry, O.H.; Rosebrough, N.J.; Farr, A.L.; Randall, R.J. Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent. *J. biol. Chem.* 1951, 193, 265–275.
- Laemmli, U.K. Cleavage of Structural Proteins During the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. *Nature* 1970, 227, 680–685. <https://doi.org/10.1038/227680a0>.
- Yamahara, K.; Yamamoto, N.; Kuwata, F.; Nakagawa, T. Neuroprotective Role of Insulin-Like Growth Factor 1 in Auditory and Other Nervous Systems. *Histol. Histopathol.* 2022, 37, 609–619. <https://doi.org/10.14670/HH-18-437>.
- Nelson, T.J.; Sun, M.K.; Hongpaisan, J.; Alkon, D.L. Insulin, PKC Signaling Pathways and Synaptic Remodeling During Memory Storage and Neuronal Repair. *Eur. J. Pharmacol.* 2008, 585, 76–87. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2008.01.051>.
- Figueiredo, C.S.; Raony, Í.; Medina, S.V.; de Mello Silva, E.; Dos Santos, A.A.; Giestal-de-Araujo, E. Insulin-Like Growth Factor-1 Stimulates Retinal Cell Proliferation via Activation of Multiple Signaling Pathways. *Curr. Res. Neurobiol.* 2022, 4, 100068. <https://doi.org/10.1016/j.crneur.2022.100068>.
- Nieuwenhuis, B.; Eva, R. Promoting Axon Regeneration in the Central Nervous System by Increasing PI3-kinase Signaling. *Neural Regen. Research* 2022, 17, 1172–1182. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.327324>.

References

- Gordon, T. Peripheral Nerve Regeneration and Muscle Reinnervation. *Int. J. Mol. Sci.* 2020, 21, 8652. <https://doi.org/10.3390/ijms21228652>.
- González Porto, S.A.; Domenech, N.; Blanco, F.J.; Centeno Cortés, A.; Rivadulla Fernández, C.; Álvarez Jorge, Á.; Sánchez Ibáñez, J.; Renda Vázquez, E. Intraneural IFG-1 in Cryopreserved Nerve Isografts Increases Neural Regeneration and Functional Recovery in the Rat Sciatic Nerve. *Neurosurgery* 2019, 85, 423–431. <https://doi.org/10.1093/neuros/nyy339>.
- Ma, K.; Xu, H.; Zhang, J.; Zhao, F.; Liang, H.; Sun, H.; Li, P.; Zhang, S.; Wang, R.; Chen, X. Insulin-Like Growth Factor-1 Enhances Neuroprotective Effects of Neural Stem Cell Exosomes After Spinal Cord Injury via an miR-219a-2-3p/YY1 Mechanism. *Aging* 2019, 11, 12278–12294. <https://doi.org/10.18632/aging.102568>.
- Roy, D.; Tedeschi, A. The Role of Lipids, Lipid Metabolism and Ectopic Lipid Accumulation in Axon Growth, Regeneration and Repair After CNS Injury and Disease. *Cells* 2021, 10, 1078. <https://doi.org/10.3390/cells10051078>.
- Bligh, E. A rapid method of total lipid extraction and purification / E. Bligh, W. Dyer // *Can. J. Biochem. Physiol.* – 1959. – Vol. 37. – P. 911 – 917.
- Bligh, E.; Dyer, W. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 1959, 37, 911–917.
- Prokhorova, M.I., Romanova, L.S., Tumanova, S.Y. Biochemistry and Function of the

- Nervous System; Nauka: Moscow, Russia, 1967; p. 148.
7. Findlay, J.; Evans, W. Biological Membranes. Methods Mir: Moscow, Russia, 1990; p. 424.
 8. Kuz'menko, T.P.; Parchaykina, M.V.; Revina, E.S.; Gladysheva, M.Y.; Revin, V.V. Influence of Neurotrophic Factors on the Composition of Proteins During Damage and Regeneration of Somatic Nerves. *Biophysics* 2023, 68, 334–348. <https://doi.org/10.31857/S0006302923020138>.
 9. Lowry, O.H.; Rosebrough, N.J.; Farr, A.L.; Randall, R.J. Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent. *J. biol. Chem.* 1951, 193, 265–275.
 10. Laemmli, U.K. Cleavage of Structural Proteins During the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. *Nature*. 1970, 227, 680–685. <https://doi.org/10.1038/227680a0>.
 11. Yamahara, K.; Yamamoto, N.; Kuwata, F.; Nakagawa, T. Neuroprotective Role of Insulin-Like Growth Factor 1 in Auditory and Other Nervous Systems. *Histol. Histopathol.* 2022, 37, 609–619. <https://doi.org/10.14670/HH-18-437>.
 12. Nelson, T.J.; Sun, M.K.; Hongpaisan, J.; Alkon, D.L. Insulin, PKC Signaling Pathways and Synaptic Remodeling During Memory Storage and Neuronal Repair. *Eur. J. Pharmacol.* 2008, 585, 76–87. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2008.01.051>.
 13. Figueiredo, C.S.; Raony, Í.; Medina, S.V.; de Mello Silva, E.; Dos Santos, A.A.; Giestal-de-Araujo, E. Insulin-Like Growth Factor-1 Stimulates Retinal Cell Proliferation via Activation of Multiple Signaling Pathways. *Curr. Res. Neurobiol.* 2022, 4, 100068. <https://doi.org/10.1016/j.crneur.2022.100068>.
 14. Nieuwenhuis, B.; Eva, R. Promoting Axon Regeneration in the Central Nervous System by Increasing PI3-kinase Signaling. *Neural Regen. Research* 2022, 17, 1172–1182. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.327324>.

ОНКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ НА ТЕРРИТОРИЯХ С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖЕЛЕЗА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

Фролов В.К.

*Тульский государственный университет,
Россия, 300012, г. Тула, проспект Ленина, д. 92*

Мишина О.Г.

*Тульский государственный университет,
Россия, 300012, г. Тула, проспект Ленина, д. 92*

Игнатъкова Е.П.

*Тульский государственный университет,
Россия, 300012, г. Тула, проспект Ленина, д. 92*

CANCER INCIDENCE THE POPULATION OF THE TULA REGION IN TERRITORIES WITH DIFFERENT IRON CONTENT IN DRINKING WATER

V.K.Frolov

Tula State University, 92 Lenin Avenue, Tula, 300012, Russia.

O.G.Mishina

Tula State University, 92 Lenin Avenue, Tula, 300012, Russia.

Email: tulsu.ru

Tula State University, 92 Lenin Avenue, Tula, 300012, Russia

АННОТАЦИЯ

В период 2016-2020 гг проведено изучение онкологической заболеваемости на территориях Тульской области с различным содержанием железа в питьевой воде. Установлена прямая, высокая и достоверная корреляция между уровнем концентрации железа в питьевой воде и онкологической заболеваемостью населения: на территориях с более высокой концентрацией регистрировалась повышенная заболеваемость. На территориях, где концентрация железа превышала предельно допустимый норматив (0.3мг/л), отмечена более высокая онкологическая заболеваемость в сравнении с территориями, на которых превышения не было. С целью снижения роста онкологической заболеваемости при организации питьевого водоснабжения населённых мест и отдельных коллективов необходимо принимать меры по недопущению превышения концентрации железа в питьевой воде выше допустимого норматива.

ANNOTATION

In the period 2016-2020, the study of cancer incidence in the territories of the Tula region with different iron content in drinking water was conducted. A direct, high and reliable correlation has been established between the level of iron concentration in drinking water and the incidence of cancer in the population: increased incidence was recorded in territories with higher concentrations. In territories where the concentration of iron exceeded the maximum permissible standard (0.3mg/l), a higher incidence of cancer was noted in comparison with territories where there was no excess. In order to prevent an increase in cancer incidence, when organizing drinking water

supply in populated areas and individual collectives, it is necessary to take measures to prevent the excess of iron concentration in drinking water above the permissible standard.

Ключевые слова: онкологическая заболеваемость, железо, концентрация, питьевая вода, корреляция.

Keywords: cancer incidence, iron, concentration, drinking water, correlation.

1. Введение. Онкологические заболевания Постановлением Правительства Российской Федерации № 715 от 01.12.2024 г (в редакции от 31.01.2020г) отнесены к социально значимым заболеваниям [1,Электронный ресурс]. Причины их возникновения многообразны: генетическая, влияние физических факторов (радиационное, электромагнитное, ультрафиолетовое облучение), токсическое воздействие химических веществ [2, Электронный ресурс]. В частности железо, являясь одним из важнейшим химических элементов в обеспечении развития и функционирования организма человека, в повышенных дозах вызывает возникновение патологических процессов в организме. Избыток железа провоцирует образование в организме в повышенном количестве свободных радикалов, которые стимулируют размножение клеток, в том числе и раковых [3,4,Электронный ресурс]. Поэтому, представляло интерес изучить показатели онкологической заболеваемости на территориях с различной концентрацией железа в питьевой воде.

Цель исследования

Изучить уровень онкологической заболеваемости населения Тульской области на территориях с различным содержанием железа в питьевой воде.

Материалы и методы

Изучались официальные публикации Территориального Федерального органа Государственной статистики и Роспотребнадзора по Тульской области [5,с.110-111; 6,Электронный ресурс]. В зависимости от содержания железа в питьевой воде территория области была разделена на четыре группы:

- 1-я группа - средняя концентрация железа 0.12 мг/л;

- 2-я группа - -----//----- 0.28 мг/л;

- 3-я группа - -----//----- 0.42 мг/л;

- 4-я группа - -----//----- 0.83 мг/л.

Статистические данные об онкологической заболеваемости по этим территориям были сгруппированы в таблицу и подвергнуты статистической обработке: подсчитывались средние арифметические показатели, их динамика, достоверность и корреляционные связи [7, Электронный ресурс].

Результаты и обсуждение

В представленной ниже Таблице 1 приведена пятилетняя динамика содержания железа в питьевой воде на упомянутых выше территориях и динамика онкологической заболеваемости населения Тульской области на этих территориях.

Таблица 1

Онкологическая заболеваемость населения Тульской области на территориях с различным содержанием железа в питьевой воде

Территории (города и районы)		Показатели: числитель – концентрация железа в питьевой воде (мг/л), знаменатель – зарегистрировано всего онкологических заболеваний на 1000 населения в указанные годы:					
		2016	2017	2018	2019	2020±%к 2016	Средние (M±m)
1-я группа в среднем		<u>0.25</u> 21.95	<u>0.11</u> 23.08	<u>0.04</u> 24.17	<u>0.04</u> 25.48	<u>0.17(-32.0%)</u> 25.81(+17.58%)	<u>0.12±0.04</u> 24.10±0.81
1	Венёвский район	<u>0.03</u> 23.04	<u>0.03</u> 24.10	<u>0</u> 24.48	<u>0</u> 25.72	<u>0.2</u> 26.38	
2	г. Новомосковск и район	<u>0.47</u> 26.31	<u>0.10</u> 27.15	<u>0.03</u> 28.77	<u>0</u> 29.91	<u>0.1</u> 30.72	
3	Плавский район	<u>0.17</u> 20.09	<u>0.13</u> 21.30	<u>0.10</u> 21.83	<u>0.17</u> 23.21	<u>0.26</u> 22.63	
4	Т-Огарёвский район	<u>0.03</u> 23.11	<u>0.17</u> 24.59	<u>0.07</u> 26.29	<u>0</u> 27.77	<u>0.23</u> 27.38	
5	Узловской район	<u>0.57</u> 17.22	<u>0.10</u> 18.24	<u>0.0</u> 19.48	<u>0.03</u> 20.79	<u>0.06</u> 21.93	
2-я группа в среднем		<u>0.35</u> 22.62	<u>0.25</u> 22.91	<u>0.25</u> 23.92	<u>0.26</u> 24.63	<u>0.27(-22.86%)</u> 24.68(+9.11%)	<u>0.28±0.02</u> 23.75±0.48
1	Богородицкий район	<u>0.37</u> 25.57	<u>0.07</u> 23.33	<u>0.27</u> 24.20	<u>0</u> 24.44	<u>0</u> 25.36	
2	Воловский район	<u>0.33</u> 18.02	<u>0.33</u> 18.50	<u>0.30</u> 18.77	<u>0.3</u> 20.22	<u>0.33</u> 20.78	
3	г. Ефремов и район	<u>0.33</u> 24.92	<u>0.30</u> 26.55	<u>0.33</u> 27.97	<u>0.33</u> 28.07	<u>0.33</u> 28.88	

4	Каменский район	<u>0.33</u> 22.59	<u>0.33</u> 23.00	<u>0.33</u> 24.79	<u>0.33</u> 24.97	<u>0.33</u> 24.16	
5	Кимовский район	<u>0.60</u> 26.15	<u>0.37</u> 25.77	<u>0.13</u> 26.08	<u>0</u> 27.03	<u>0.1</u> 25.61	
6	Куркинский район	<u>0.40</u> 24.12	<u>0.33</u> 26.02	<u>0.33</u> 27.83	<u>0.33</u> 29.83	<u>0.33</u> 29.06	
7	Одоевский район	<u>0.37</u> 19.21	<u>0.33</u> 19.98	<u>0.33</u> 19.54	<u>0.40</u> 21.00	<u>0.43</u> 20.82	
8	г. Суворов и район	<u>0.33</u> 22.87	<u>0.33</u> 23.30	<u>0.33</u> 24.33	<u>0.43</u> 23.28	<u>0.46</u> 23.66	
9	Чернский район	<u>0.10</u> 17.01	<u>0.23</u> 17.77	<u>0.0</u> 19.11	<u>0.27</u> 21.09	<u>0.23</u> 21.66	
10	Ясногорский район	<u>0.37</u> 25.70	<u>0.20</u> 24.92	<u>0.13</u> 26.62	<u>0.13</u> 26.41	<u>0.16</u> 26.77	
Территории (города и районы)		Показатели: числитель – концентрация железа в питьевой воде (мг/л), знаменатель – зарегистрировано всего онкологических заболеваний на 1000 населения в указанные годы:					
		2016	2017	2018	2019	2020±%к 2016	Средние (M±m)
3-я группа в среднем		<u>0.42</u> 23.73	<u>0.45</u> 25.01	<u>0.37</u> 26.67	<u>0.43</u> 26.81	<u>0.45(+7.14%)</u> 27.32(+15.13%)	<u>0.42±0.02</u> 25.91±0,75
1	г. Алексин и район	<u>0.67</u> 31.03	<u>0.53</u> 32.53	<u>0.27</u> 34.93	<u>0.27</u> 34.01	<u>0.26</u> 34.33	
2	Арсеньевский район	<u>0.33</u> 24.25	<u>0.43</u> 25.63	<u>0.50</u> 25.75	<u>0.47</u> 25.15	<u>0.40</u> 25.68	
3	Белёвский район	<u>0.37</u> 23.12	<u>0.33</u> 24.16	<u>0.33</u> 26.85	<u>0.43</u> 27.90	<u>0.6</u> 28.57	
4	Дубенский район	<u>0.33</u> 16.53	<u>0.50</u> 17.72	<u>0.37</u> 19.16	<u>0.57</u> 20.17	<u>0.56</u> 20.69	
4-я группа в среднем		<u>0.89</u> 23.29	<u>0.78</u> 24.19	<u>1.17</u> 25.82	<u>0.74</u> 26.53	<u>0.58(-34.8%)</u> 27.29(+17.17%)	<u>0.83±0.11</u> 26.02±1.13
1	Заокский район	<u>0.77</u> 18.47	<u>0.67</u> 19.72	<u>0.40</u> 20.44	<u>0.27</u> 21.47	<u>0.70</u> 22.90	
2	Киреевский район	<u>0.33</u> 24.92	<u>0.57</u> 25.45	<u>1.63</u> 25.86	<u>0.07</u> 25.59	<u>0.3</u> 26.09	
3	г. Тула	<u>0.9</u> 26.89	<u>0.73</u> 27.71	<u>0.67</u> 32.01	<u>1.47</u> 32.74	<u>0.16</u> 33.08	
4	г. Щёкино и район	<u>1.57</u> 22.86	<u>1.13</u> 23.87	<u>1.97</u> 24.98	<u>1.13</u> 26.32	<u>1.16</u> 27.08	
По Тульской области		25.37	26.19	27.14	28.38	28.56(+12.57%)	27.13±0.69

2. Приведенные в Таблице 1 данные показывают, что онкологическая заболеваемость в Тульской области за 5 лет в целом возросла на 12,57%. На анализируемых территориях увеличение заболеваемости отмечалось минимально на 9.11% и максимально – на 17.58%.

3. В итоге, средние показатели онкологической заболеваемости возрастали от территории к территории пропорционально увеличению средней концентрации железа в питьевой воде. Расчёты по данным таблицы 1 показывают, что коэффициент корреляции Спирмена между средними величинами концентрации железа в питьевой воде и средними показателями общей онкологической заболеваемости населения равен +0.8 (0.12; 0.25; 0.42; 0.83 / 24.10; 23.75; 25.91; 26.02). Связь между ними – прямая, сила связи – высокая, зависимость признаков статистически значима ($p < 0,05$).

Также имеет место достоверная разница между суммой средних показателей онкологической

заболеваемости на территориях с более высокими концентрациями железа в питьевой воде (третья и четвёртая группа : 0.42 мг/л и 0.83 мг/л соответственно) и на территориях с более низким его содержанием (первая и вторая группа - 0.12 мг/л и 0.283 мг/л):

$$25.97 (\pm 0.5) \text{ минус } 23.92 (\pm 0.42) = 2.05, \\ \text{вероятность ошибки } p = 0,01.$$

Необходимо отметить такое важное обстоятельство: 1-я и 2-я группы территорий имеют среднюю концентрацию железа в питьевой воде ниже установленной предельно допустимой концентрации (ПДК 0,3 мг/л), а 3-я и

4-я группы – выше ПДК [8, Электронный ресурс].

Рост онкологической заболеваемости населения обусловлен многими факторами, и превышение концентрации железа в питьевой воде выше допустимых норм является одним из них.

Следовательно, с целью снижения роста онкологической заболеваемости при организации питьевого водоснабжения населённых мест и отдельных коллективов необходимо принимать меры по недопущению превышения ПДК железа в питьевой воде.

Заключение

Изучение онкологической заболеваемости на территориях Тульской области с различным содержанием железа в питьевой воде показало наличие прямой, высокой и достоверной корреляции между уровнем концентрации железа в питьевой воде и онкологической заболеваемостью населения: на территориях с более высокой концентрацией регистрировалась повышенная заболеваемость. На территориях, где концентрация железа превышала предельно допустимый норматив (0.3мг/л), отмечена более высокая онкологическая заболеваемость населения в сравнении с территориями, на которых превышения не было. С целью снижения роста онкологической заболеваемости при организации питьевого водоснабжения населённых мест и отдельных коллективов необходимо принимать меры по недопущению превышения концентрации железа в питьевой воде выше допустимого норматива.

Источники информации

1. «Об утверждении перечня социально значимых заболеваний и перечня заболеваний, представляющих опасность для окружающих». Постановление Правительства Российской Федерации от 1.12.2004 г. № 715 (в редакции от 31.01.2020г). Электронный ресурс. Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=356130>.

(Дата обращения 25.05.2025).

2.Онкология. Национальное руководство. Краткое издание под ред. В.И.Чибисова,

М.И.Давыдова. М.ГЭОТАР-Медиа. 2017. Электронный ресурс. Режим доступа:www.rosmedlib.ru. (Дата обращения 25.05.2025).

3. Избыток железа в организме приводит к тяжелым системным нарушениям. Электронный ресурс. Режим доступа:

<https://www.verywellhealth.com/information-about-free-radicals-2249103>. (Дата обращения 03.06.2025).

4.Элдридж Линн. Свободные радикалы: определение, причины возникновения и роль в развитии рака. Электронный ресурс. Режим доступа:

<https://www.verywellhealth.com/information-about-free-radicals-2249103>. (Дата обращения 04.06.2025).

5.Тульский статистический ежегодник. 2020: Статистический сборник/Туластат. - Тула, 2021 – С.110-111.

6.Государственные доклады «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Тульской области» за 2016-2020 гг.

Электронный ресурс. Режим доступа: <https://71.rospotrebnadzor.ru/?ysclid=maxug6ftlv409024896>. (Дата обращения 12.05.2025).

7.Онлайн калькуляторы для расчёта статистических критериев. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://medstatistic.ru/calculators.html>. (Дата обращения 31.05.2025).

8. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

СанПиН 1.2.3685-21. Постановление Главного Государственного санитарного врача Российской Федерации. 28 января 2021 г. № 2.

Электронный ресурс. Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru>.

(Дата обращения 12.05. 2025).

© Фролов В.К., Мишина О.Г., Игнаткова Е.П.

ИННОВАЦИОННАЯ МЕТОДИКА ЛЕЧЕНИЯ РУБЦОВ С ВЫСОКИМ РЕЗУЛЬТАТОМ И МИНИМАЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИЕЙ СОЧЕТАНИЕ СО2 ЛАЗЕРА И ИНЪЕКЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАМКАХ АВТОРСКОЙ МЕТОДИКИ

Алибекова Лейла Устархановна

Главный врач клиники "Beauty line clinic"

*Врач терапевт и дерматолог, СГМУ имени В.И. Разумовского
Республика Дагестан г. Махачкала, Россия*

AN INNOVATIVE SCAR TREATMENT TECHNIQUE WITH HIGH RESULTS AND MINIMAL REHABILITATION, A COMBINATION OF CO2 LASER AND INJECTION TECHNOLOGIES WITHIN THE FRAMEWORK OF THE AUTHOR'S TECHNIQUE

Alibekova Leila Ustarkhanovna

Chief Physician of the Beauty line clinic

*General practitioner and dermatologist, Razumovsky Saratov State Medical University
Republic of Dagestan, Makhachkala, Russia*

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2025.4.126.2190

АННОТАЦИЯ

В статье представлен анализ инновационных подходов к лечению рубцовых изменений кожи, основанных на применении фракционного CO₂-лазера и различных инъекционных технологий. Целью исследования является систематизация данных об эффективности и безопасности комбинированных методик для коррекции атрофических, гипертрофических и келоидных рубцов. Методология включает обзор и анализ научных публикаций, посвященных комбинациям CO₂-лазера с PRP-терапией, препаратами гиалуроновой кислоты, кортикостероидами, 5-фторурацилом, ботулотоксином, факторами роста, экзосомами, наножиром и стромально-васкулярной фракцией. Результаты демонстрируют, что сочетанное воздействие позволяет достичь выраженного клинического улучшения по сравнению с монотерапией CO₂-лазером, включая улучшение текстуры, рельефа, эластичности кожи и уменьшение пигментации рубцов, при одновременном сокращении сроков восстановления и снижении риска побочных эффектов. Выводы свидетельствуют о высокой перспективности комбинированных протоколов как нового стандарта в дерматокосметологии для лечения рубцов. Сведения, представленные в рамках статьи будут интересны практикующим дерматологам, косметологам, пластическим хирургам и исследователям, занимающимся проблемами регенеративной медицины и эстетической коррекции кожи.

ABSTRACT

The article presents an analysis of innovative approaches to the treatment of skin scarring based on the use of fractional CO₂ laser and various injection technologies. The aim of the study is to systematize data on the effectiveness and safety of combined techniques for the correction of atrophic, hypertrophic and keloid scars. The methodology includes a review and analysis of scientific publications devoted to combinations of CO₂ laser with PRP therapy, hyaluronic acid preparations, corticosteroids, 5-fluorouracil, botulinum toxin, growth factors, exosomes, nanoscale and stromal vascular fraction. The results demonstrate that the combined effect can achieve significant clinical improvements compared to CO₂ laser monotherapy, including improved skin texture, relief, elasticity, and reduction of scar pigmentation, while reducing recovery time and reducing the risk of side effects. The findings indicate that combined protocols are highly promising as a new standard in dermatocosmetology for the treatment of scars. The information presented in this article will be of interest to practicing dermatologists, cosmetologists, plastic surgeons, and researchers involved in regenerative medicine and aesthetic skin correction.

Ключевые слова: рубцы, CO₂-лазер, инъекционные технологии, PRP, гиалуроновая кислота, кортикостероиды, ботулотоксин, наножир, SVF, комбинированное лечение.

Keywords: scars, CO₂ laser, injection technologies, PRP, hyaluronic acid, corticosteroids, botulinum toxin, nanofat, SVF, combination therapy.

Введение

Актуальность темы: Рубцовые деформации кожного покрова остаются существенной медико-социальной проблемой, затрагивающей многомиллионную популяцию пациентов. Наличие рубцовых изменений приводит не только к выраженному косметическому дискомфорту, но и к функциональным ограничениям и негативным психоэмоциональным последствиям, что определяет потребность в более эффективных, при этом малоинвазивных терапевтических решениях. Объем мирового рынка средств для лечения шрамов достиг 16,6 млрд долларов США в 2024 году. IMARC Group ожидает, что к 2033 году объем рынка достигнет 30,7 млрд долларов США, а среднегодовой темп роста (CAGR) составит 6,72% в период с 2025 по 2033 год [9, 12].

Фракционный CO₂ лазер в настоящее время признан одним из «золотых стандартов» лечения благодаря способности инициировать глубокое ремоделирование дермы и активировать неоколлагенез. Тем не менее современная дерматокосметология демонстрирует переход от монотерапии к мультикомпонентным протоколам, цель которых — усилить клинический эффект и сократить период реабилитации. Проблема заключается в отсутствии унифицированных рекомендаций по оптимальному сочетанию CO₂ лазерных воздействий с разнообразными инъекционными технологиями, учитывающими

как тип рубца, так и индивидуальные характеристики пациента.

Цель работы: провести анализ и интеграцию актуальных данных о совместном применении фракционного CO₂ лазера и инъекционных методов (аутологичная плазма, гиалуроновые филлеры, кортикостероиды, ботулотоксин, регенеративные клеточные препараты) для коррекции рубцов. Задачей является оценка клинической эффективности комплексных подходов и их влияния на сроки восстановления, что позволит обосновать принципы авторской инновационной методики.

Научная новизна работы заключается в описании модели комбинированной терапии, основанной на синергетическом взаимодействии лазерного ремоделирования и таргетных инъекционных вмешательств, оптимизирующих процессы репарации и структурной перестройки тканей.

Авторская гипотеза основывается на том, что интеграция фракционного CO₂ лазера с подобранными инъекциями обеспечивает статистически и клинически значимое улучшение результатов лечения рубцов и уменьшение реабилитационного периода по сравнению с изолированным лазерным воздействием.

Материалы и методы. Комбинация фракционного CO₂ лазера с инъекционными методами задаёт новый стандарт реконструктивной дерматологии, обеспечивая одновременное

ремоделирование дермы и фармакологическую модуляцию воспаления. Мета-анализы и клинические серии подтверждают, что аутологичные биостимуляторы усиливают лазер-индуцированный неоколлагенез: PRP снижает эритему и ускоряет эпителизацию (Aljefri Y. E. et al. [2]; Min S. et al. [11]), наножиры повышают индекс Goodman & Baron при минимальном даунтайме (Rageh M. A. et al. [5]), а экзосомы и экстракт жировой ткани уменьшают толщину и васкуляризацию гипертрофических рубцов (Cai Y. et al. [4]; Kwon H. H. et al. [7]).

Совместное применение CO₂ лазера с 5-фторурацилом сокращает площадь келоидов более чем наполовину за три сеанса (Alhamzawi N. K. [8]), добавление триамцинолона или трихлоруксусной кислоты усиливает противорецидивный эффект и быстрее выравнивает рельеф (El-Azhary E. A. E. H. et al. [15]). Последовательность ботулотоксин → лазер → топический фактор роста улучшает оценку POSAS и снижает боль (Wang J. et al. [3]), а транексамовая кислота как вспомогательная терапия при активных угрях дополнительно уменьшает риск поствоспалительной гиперпигментации (Charoenwattanayothin A., Saiwichai T., Chaichalotornkul S. [1]).

Барьерные и регенеративные топические средства тоже интегрируются в протоколы: гиалуроновая повязка после лазерной шлифовки ускоряет эпителизацию и дополнительно улучшает показатель ECCA (Zhang J. et al. [6]). Российские и международные обзоры уже фиксируют тренд на мультимодальные схемы как «золотой стандарт» коррекции постакне (Бычкова Н. [10]), а отраслевые отчёты прогнозируют, что сегмент малоинвазивных лазерно-инъекционных технологий станет драйвером рынка рубцовой терапии в ближайшие пять лет (IMARC Group [9]; Grand View Research [12]).

Систематические обзоры, проведенные в разные годы Mukovozov I. et al. [13] и Karabiber E., Kendirlihan R., Çerçi P. [14] по смежным показаниям подчёркивают, что успех мультимодальной терапии во многом зависит от точной стратификации пациентов и персонализации параметров воздействия.

Также стоит упомянуть и про источник [16], сведения которого размещены на сайте premium, который использовался для демонстрации результатов применения CO₂ лазера лечения рубцов.

Таким образом несмотря на существенный массив данных, демонстрирующих перспективность сочетания стратегий лечения рубцовых деформаций, ряд концептуальных и методологических вопросов остаётся нерешённым. Недостаточно данных по пациентам с фототипами IV–VI, подросткам и экономической эффективности схем. Слабо исследованы объективные методы мониторинга

ремоделирования (ОКТ, ВЧ-УЗИ) и фармакокинетика инъекционных агентов в аблированной дерме. Эти пробелы, наряду с потребностью в унифицированных протоколах и долгосрочных РКИ, формируют повестку дальнейших исследований.

Результаты и обсуждения

Среди комбинированных методик, применяемых для коррекции рубцовых деформаций кожи, наиболее глубоко исследована пара «фракционный CO₂ лазер + тромбоцитарная аутоплазма (PRP)». Включение PRP к лазерной шлифовке достоверно повышает вероятность клинического улучшения атрофических постакне-рубцов и увеличивает удовлетворённость пациентов результатом [2, 7]. Примечательно, что аутоплазма не только усиливает терапевтический ответ, но и ускоряет репаративные процессы: сроки формирования и отпадения корочек сокращаются в среднем более чем на сутки [2], а выраженность эритемы и отёка уменьшается быстрее [11]. При гипертрофических рубцах сочетание также превосходит монотерапию лазером, обеспечивая более значимое снижение суммарного балла по шкале Vancouver Scar Scale [2].

Не менее убедительные данные получены при комбинировании CO₂ лазера с гиалуроновой кислотой (ГК). У пациентов с атрофическими постакне-рубцами имплантация ГК-филлеров после субцизии по эффективности сопоставима с лазерной шлифовкой [1]. Кроме того, нанесение топической ГК — например, в виде гидрогелевых повязок — после фракционного облучения достоверно улучшает регенерацию, ускоряя эпителизацию и снижая риск постлазерной гиперпигментации [8].

К современному стандарту патогенетически ориентированного лечения гипертрофических и келоидных рубцов относится ступенчатая методика, в которой фракционный CO₂ лазер выполняет роль «биологического перфоратора», создающего в рубцовой дерме сеть микроканалов. Через эти каналоскопические ходы лекарственный препарат распределяется более равномерно и проникает глубже, чем при наружном применении. Оптимальными препаратами для последующего интарубцового введения считаются глюкокортикостероиды (чаще триамцинолон ацетонид) или антиметаболиты, такие как 5-фторурацил; оба соединения подавляют пролиферацию фибробластов и регулируют синтез коллагена I и III [3, 8].

Таким образом, использование лазер-асистированных микроотверстий существенно усиливает биодоступность препарата и переводит терапевтический эффект из категории умеренного в клинически значимый.

Схематично этапы такой комбинированной процедуры можно представить на рисунке 1.

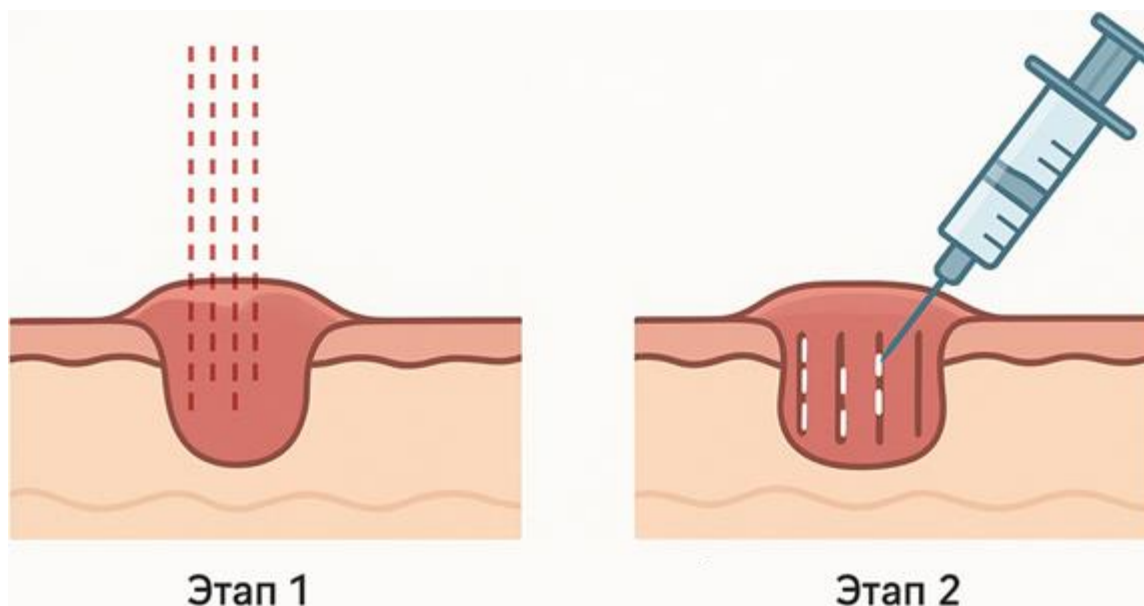


Рис.1. Схематическое изображение этапов комбинированного лечения гипертрофического рубца. Этап 1: фракционное CO_2 -лазерное воздействие на рубец; Этап 2: введение кортикостероида в обработанный рубец (составлено автором)

Фракционная CO_2 лазерная абляция гипертрофического рубца создает в дерме микротермальные колонки, в которых коллагеновые волокна денатурируются, активируются фибробласты и макрофаги, а сохраненные между ними участки интактной ткани служат бастионами клеточной регенерации. Сформированные микроканалы затем используются как направляющие для точечного введения высококонцентрированного

кортикостероида (триамцинолона ацетонида) тонкой иглой, что обеспечивает локальное подавление синтеза коллагена через ингибирование TGF- β , снижение пролиферации фибробластов и реструктуризацию внеклеточного матрикса, приводя к уплощению, размягчению рубца и восстановлению физиологической архитектуры дермы. Ниже на рисунке 2 будет продемонстрирован результат использования CO_2 при лечении рубцов.



До



После

Рис.2. результат использования CO2 при лечении рубцов [16].

В качестве передового направления в коррекции рубцовых изменений выделяется сочетанное применение ботулотоксина типа А и регенеративных факторов роста. Так, внутрикожные инъекции ВТХ-А, выполненные незадолго до проведения фракционной CO2 лазерной шлифовки гипертрофических рубцов, демонстрируют выраженный потенциал в разглаживании контура рубца и снижении его объёма. Особенно заметный эффект наблюдается на ранних этапах зрелости рубцовой ткани: ботулотоксин оказывает модулирующее воздействие на мимические мышцы и сосудистый

компонент, что создаёт более благоприятный субстрат для последующей лазерной абляции [4].

Параллельно активно исследуется использование экзосом жировой ткани в топическом формате после фракционного воздействия CO2 лазера при постакне-рубцовой реконструкции. Клинические испытания показали, что добавление экзосом к стандартному лазерному протоколу приводит к снижению индекса степени рубцевания в контрольной группе, а также сокращает сроки восстановления кожного покрова [9, 10].

Современные регенеративные подходы в пластической и реконструктивной хирургии

включают аутологичную трансплантацию наножира (nanofat grafting) и инъекции стромально-васкулярной фракции (SVF) в сочетании с воздействием фракционированного CO₂ лазера, что позволяет добиться выраженного улучшения текстуры и эластичности кожи при сложных атрофических и постожоговых рубцах. Так, в ходе клинических исследований применение наножира перед фракционной лазерной абляцией продемонстрировало высокую безопасность и значительное сокращение глубины атрофических дефектов, сопровождавшееся равномерным восстановлением дермального матрикса и

нормализацией васкуляризации [5, 12]. При лечении постожоговых рубцов комбинированная терапия — включающая одновременное введение SVF и сеанс CO₂ лазерной шлифовки — привела к снижению балльных показателей по шкале Ванкувер (Vancouver Scar Scale) при изолированном лазерном воздействии, а морфометрия показала утолщение эпидермиса и повышение плотности коллагеновых волокон в дерме [5]. Ниже в таблиц 1 описаны преимущества, недостатки, а также тенденции развития комбинированной методики лечения рубцов.

Таблица 1

Преимущества, недостатки и тенденции развития комбинированной методики лечения рубцов (фракционный CO₂ лазер + инъекционные технологии) (составлено автором на основе анализа [2, 5, 8, 13, 14])

Комбинация	Ключевые преимущества	Основные недостатки / ограничения	Тенденции развития и перспективы
CO ₂ лазер + любая инъекционная терапия (общий протокол)	• Синергетический клинический эффект (улучшение текстуры, эластичности, пигментации) • Сокращение реабилитации • Универсальность — подходит для атрофических, гипертрофических и келоидных рубцов • Рост удовлетворённости пациентов	• Более высокая стоимость и технологическая сложность • Требуется мультидисциплинарных навыков и чёткого протоколирования • Отсутствие унифицированных стандартов доз и последовательности	• Переход к персонализированным схемам (фототип-, тип- и стадия-специфичным) • Внедрение объективного мониторинга (ОКТ, ВЧ-УЗИ, AI-аналитика) • Экономическая оценка cost-effectiveness для страховых моделей
CO ₂ + PRP	• Ускорение эпителизации. • Уменьшение эритемы и отёка	• Необходим забор крови и процесс центрифугирования • Вариабельность качества плазмы	• Автоматизированные одноразовые PRP-системы • Оптимизация состава (лейкопоор/лейкопич)
CO ₂ + гиалуроновая кислота (топическая/филлер)	• Быстрее заживление • Дополнительное увлажнение и «подъём» атрофических депрессий	• Кратковременный эффект топической ГК • Возможны отёк, дискомфорт; высокая цена филлеров	• Биоактивные ГК-гидрогели с пептидами/факторами роста • Пролонгированные филлеры, совместимые с лазерной энергией
CO ₂ + кортикостероид (триамцинолон)	• Уплотнение и размягчение келоидов • Противорецидивный эффект	• Риск дермальной атрофии, депигментации при передозировке • Требуется точная микроинъекция по лазерным каналам	• Микроэмульсионные/наночастичные формы для доз-контроля • Комбинации с 5-ФУ или силиконовыми пластырями

CO ₂ + 5-фторурацил	- Уменьшение площади келоидов - Усиленный цитостатический эффект	- Боль при инъекциях, риск язв и гиперпигментации - Необходим контроль системной абсорбции	Нанолипосомальный 5-ФУ с пролонгированным высвобождением
CO ₂ ботулотоксин А	- Улучшение POSAS - Снижение болевого синдрома и напряжения тканей	- Высокая стоимость, временный эффект - Нужны повторные процедуры	- Длительно действующие аналоги BTX-A (re-engineered toxins) «BTX + growth factor» коктейли
CO ₂ + экзосомы / факторы роста	Отсутствие клеточного материала, низкий иммунный риск	- Высокая себестоимость GMP-производства - Нестабильность при хранении, регуляторные барьеры	- Коммерческие спреи/гели с экзосомами для использования chair-side - Индивидуализированная exosome-терапия (patient-matched)
CO ₂ + наножир / SVF	- Улучшение индекса Goodman & Baron - Естественный источник мезенхимальных клеток	- Инвазивность липоаспирата, вариабельность клеточного состава - Требуется стерильная обработка и лаборатория	- Point-of-care устройства «липосбор → наножир → инъекция» за 1 час - Биокомпозитные матрицы, насыщенные SVF/наножиром

Интеграция CO₂ лазерной абляции с инъекционными методиками не только повышает терапевтическую эффективность при коррекции рубцовых изменений различной этиологии, но и заметно сокращает сроки восстановления. В частности, аппликационное использование аутологичной тромбоцитарной плазмы (PRP) или повязок, содержащих глюкокортикостероиды, способствует быстрому регрессу эритемы и уменьшению отёчности, а также ускоряет отпадение корочек [7, 15]. Введение экзосом дополнительно демонстрирует снижение выраженности воспалительной реакции и ускоренное восстановление кожных структур. Такой мультимодальный подход обеспечивает пациентам оперативное возвращение к социально-профессиональной активности, что само по себе является критерием успешного лечения. Полученные результаты свидетельствуют о патогенетической обоснованности и высокой клинической эффективности синергии аблятивного лазера и инъекционной доставки биологически активных субстратов или клеточных продуктов.

Заключение

Широкий анализ свидетельствует о том, что мультифакторные протоколы, в которых фракционный CO₂ лазер сочетается с инъекционными технологиями, превосходят любую форму монотерапии. При такой тактике удаётся одновременно скорректировать атрофические депрессии и нивелировать избыточный коллаген в гипертрофических и келоидных рубцах. Это выражается в многоаспектном клиническом выигрыше — выравнивании микрорельефа, повышении

эластичности дермального матрикса, восстановлении однородности пигментации и существенном снижении тактильной плотности рубцовой ткани.

Восстановительный период у пациентов, прошедших комбинированный курс, сокращается: быстрее купируются эритема и отёк, реже формируются фибриновые корки. Биостимулирующие добавки — аутологичная плазма, низко- и высокомолекулярная гиалуроновая кислота, фракции экзосом — усиливают ангиогенез и ускоряют реэпителизацию, одновременно минимизируя риск поствоспалительной гиперпигментации. Дополнительное включение кортикостероидов, 5-фторурацила либо ботулотоксина логично таргетирует клеточные и молекулярные механизмы рубцевания: тормозит гиперпродукцию коллагена I/III, нормализует секрецию факторов роста и редуцирует напряжение в зоне рубца.

Список литературы

- Charoenwattanayothin A., Saiwichai T., Chaichalotornkul S. Adjunctive treatment for acne vulgaris by tranexamic acid // Journal of Cosmetic Dermatology. – 2022. – Т. 21. – № 10. – С. 4515–4522. – DOI: 10.1111/jocd.14972.
- Aljefri Y. E. et al. Ablative fractional carbon dioxide laser combined with autologous platelet-rich plasma in the treatment of atrophic acne scars: A systematic review and meta-analysis // Dermatologic Therapy. – 2022. – Т. 35. – № 12. – DOI: 10.1111/dth.15888.
- Wang J. et al. Efficacy and safety of sequential treatment with botulinum toxin type A, fractional CO₂

laser, and topical growth factor for hypertrophic scar management: a retrospective analysis // Scientific Reports. – 2024. – Т. 14. – № 1. – С. 27233.

4.Cai Y. et al. A novel combined technology for treating hypertrophic scars: adipose tissue extract combined with fractional CO2 laser // Frontiers in Physiology. – 2023. – Т. 14. – DOI: 10.3389/fphys.2023.1284312.

5.Rageh M. A. et al. Autologous Nanofat Injection Combined with Fractional CO2 Laser in the Treatment of Atrophic Acne Scars // Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology. – 2024. – С. 697–705.

6.Zhang J. et al. Efficacy of fractional CO2 laser therapy combined with hyaluronic acid dressing for treating facial atrophic acne scars: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials // Lasers in Medical Science. – 2023. – Т. 38. – № 1. – С. 214.

7.Kwon H. H. et al. Combination treatment with human adipose tissue stem cell-derived exosomes and fractional CO2 laser for acne scars: a 12-week prospective, double-blind, randomized, split-face study // Acta dermato-venereologica. – 2020. – Т. 100. – № 18. – С. 5913

8.Alhamzawi N. K. Efficacy of fractional carbon dioxide laser (FCO2) with intralesional 5-fluorouracil (5-FU) in the treatment of keloids // Journal of Cutaneous and Aesthetic Surgery. – 2021. – Т. 14. – № 3. – С. 323–329. – DOI: 10.4103/JCAS.JCAS_153_20.

9.Scar Treatment Market Report by Product or Treatment Type [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.imarcgroup.com/scar-treatment-market> (дата обращения: 29.04.2025).

10.Бычкова Н. Коррекция постакне // Облик. Esthetic Guide. – 2019. – С. 58–63.

11.Min S. et al. Combination of platelet rich plasma in fractional carbon dioxide laser treatment increased clinical efficacy of for acne scar by enhancement of collagen production and modulation of laser-induced inflammation // Lasers in Surgery and Medicine. – 2018. – Т. 50. – № 4. – С. 302–310. – DOI: 10.1002/lsm.22776.

12.Scar Treatment Market Size & Trends [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/scar-treatment-market> (дата обращения:30.04.2025).

13.Mukovozov I. et al. Treatment of lentigines: a systematic review // Dermatologic Surgery. – 2023. – Т. 49. – № 1. – С. 17–24. – DOI: 10.1097/DSS.0000000000003630.

14.Karabiber E., Kendirinan R., Çerçi P. Clinical outcomes of hereditary angioedema on multiparous women // Journal of Cosmetic Dermatology. – 2022. – Т. 21. – № 12. – С. 7163–7169. – DOI: 10.1111/jocd.15438.

15.El-Azhary E. A. E. H. et al. Fractional carbon dioxide (CO2) laser alone versus fractional CO2 laser combined with triamcinolone acetonide or trichloroacetic acid in keloid treatment: a comparative clinical and radiological study // Dermatology Practical & Conceptual. – 2022. – Т. 12. – № 2. – DOI: 10.5826/dpc.1202a72.

16.Эффективность сочетанного применения интенсивного импульсного света (IPL) и фракционного аблятивного CO2 -лазера при лечении больших гипертрофических рубцов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.premium-a.ru/articles-main/sochetannoe-primenenie-ipl-i-fraktsionnogo-ablyativnogo-co2-lazera-pri-lechenii-bolshih-gipertroficheskikh-rubtsov/> (дата обращения:2.05.2025).

Евразийский Союз Ученых.
Серия: медицинские, биологические и химические науки

Ежемесячный научный журнал

№ 3(126)/2025 Том 1

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Макаровский Денис Анатольевич

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

•Карпенко Юрий Дмитриевич

AuthorID: 338912

Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью ФМБА, Лаборатория эколого-гигиенической оценки отходов (Москва), доктор биологических наук.

•Малаховский Владимир Владимирович

AuthorID: 666188

Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Факультеты, Факультет послевузовского профессионального образования врачей, кафедра нелекарственных методов терапии и клинической физиологии (Москва), доктор медицинских наук.

•Ильясов Олег Рашитович

AuthorID: 331592

Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра техносферной безопасности (Екатеринбург), доктор биологических наук

•Косс Виктор Викторович

AuthorID: 563195

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, НИИ спортивной медицины (Москва), кандидат медицинских наук.

•Калинина Марина Анатольевна

AuthorID: 666558

Научный центр психического здоровья, Отдел по изучению психической патологии раннего детского возраста (Москва), кандидат медицинских наук.

•Сырочкина Мария Александровна

AuthorID: 772151

Пфайзер, вакцины медицинский отдел (Екатеринбург), кандидат медицинских наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:

198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А

E-mail: info@euroasia-science.ru ;

www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель ООО «Логика+»

Тираж 1000 экз.