

DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpbr322760>

Ультрафонофорез ферментного геля с прямой протеолитической активностью у пациентов с гипертрофическими рубцами кожи

И.А. Грицкова¹, И.Г. Пономаренко^{1, 2}, И.В. Черкашина³¹ Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Российская Федерация;² Северо-Западный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Российская Федерация;³ Федеральный научный центр реабилитации инвалидов имени Г.А. Альбрехта, Санкт-Петербург, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Коррекция и профилактика тяжёлых рубцовых деформаций — трудоёмкая задача для врачей эстетической и реабилитационной медицины. Зачастую в результате рубцевания кожи изменяется психологический статус пациента ввиду наличия стойких субъективных ощущений или расположения дефектов на открытых, функционально активных участках кожи. Неуклонный ежегодный рост травматизации, количества оперативных вмешательств и инвазивных процедур актуализирует вопрос поиска оптимального, эффективного и широкодоступного метода профилактики тяжёлого рубцевания кожи или коррекции фиброзных деформаций.

Цель исследования — научно-практическое обоснование применения ультрафонофореза ферментного геля с прямой протеолитической активностью у пациентов с гипертрофическими рубцами кожи.

Материалы и методы. Проведено проспективное интервенционное когортное сравнительное исследование эффективности и безопасности применения ультрафонофореза ферментного геля с прямой протеолитической активностью пациентам с гипертрофическими рубцами кожи. В исследование включено 42 пациента с диагнозом «Гипертрофические рубцы» (L91 по МКБ-10) послеоперационного или посттравматического генеза, разделённых на группы наблюдения и сравнения с формирующимися ($n=20$) и зрелыми ($n=22$) рубцами. В ходе исследования применялись клинические, инструментальные и медико-социологические методы исследования.

Результаты. Установлена выраженная положительная динамика показателей клинических и инструментальных параметров рубцовой ткани, улучшение показателей качества жизни, наиболее значимые у пациентов группы наблюдения с формирующимися рубцами. Целесообразность применения методики ультрафонофореза ферментного геля с прямой протеолитической активностью у пациентов с гипертрофическими рубцами кожи подтверждает совокупность параметров медико-социологических показателей, а именно высокого профиля безопасности и удовлетворённости пациентов лечением. Эффективность коррекции формирующихся и зрелых гипертрофических рубцов составила 83–87%.

Заключение. Лечебно-превентивная технология ультрафонофореза ферментного геля с прямой протеолитической активностью является эффективным и перспективным методом коррекции и профилактики рубцовых дефектов кожи послеоперационного и посттравматического генеза.

Ключевые слова: гипертрофические рубцы; ультрафонофорез; ферментный гель с прямой протеолитической активностью; лечебные эффекты.

Как цитировать:

Грицкова И.А., Пономаренко И.Г., Черкашина И.В. Ультрафонофорез ферментного геля с прямой протеолитической активностью у пациентов с гипертрофическими рубцами кожи // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2023. Т. 22, N 1. С. 25–32. DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpbr322760>

DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpbr322760>

Ultraphonophoresis of an enzyme gel with direct proteolytic activity in patients with hypertrophic skin scars

Inna A. Gritskova¹, Inga G. Ponomarenko^{1,2}, Irina V. Cherkashina³

¹ Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russian Federation;

² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russian Federation;

³ Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Saint Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Correction and prevention of severe cicatricial deformities is a labor-intensive task for doctors of aesthetic and rehabilitation medicine. Often, as a result of skin scarring, the psychological status of the patient changes due to the presence of persistent subjective sensations or the location of defects in open, functionally active areas of the skin. The steady annual growth in trauma, the number of surgical interventions and invasive procedures actualizes the question of finding an optimal, effective and widely available method for preventing severe skin scarring or correcting fibrous deformities.

AIM: scientific and practical substantiation of the use of enzyme gel ultraphonophoresis with direct proteolytic activity in patients with hypertrophic skin scars.

MATERIALS AND METHODS: A prospective interventional cohort comparative study of the efficacy and safety of enzyme gel ultraphonophoresis with direct proteolytic activity in patients with hypertrophic skin scars was performed. The study included 42 patients with a diagnosis of "Hypertrophic scars" (ICD-10, L91) of postoperative or post-traumatic genesis, divided into observation and comparison groups with emerging ($n=20$) and mature ($n=22$) scars. In the course of the study, clinical, instrumental and medical and sociological research methods were used.

RESULTS: A pronounced positive dynamic of indicators of clinical and instrumental parameters of scar tissue was established, improvement of quality-of-life indicators was the most significant in patients of the observation group with developing scars. The expediency of using the enzyme gel ultraphonophoresis technique with direct proteolytic activity in patients with hypertrophic skin scars is confirmed by a combination of parameters: positive dynamics of the clinical status, functional properties of scar tissue and quality of life indicators, a high safety profile and patient satisfaction with treatment. The effectiveness of correction in patients with developing and mature hypertrophic scars was 83–87%.

CONCLUSION: The therapeutic and preventive technology of enzyme gel ultraphonophoresis with direct proteolytic activity is an effective and promising method for the correction and prevention of postoperative and post-traumatic cicatricial skin defects.

Keywords: hypertrophic scars; ultraphonophoresis; enzyme gel with direct proteolytic activity; healing effects.

To cite this article:

Gritskova IA, Ponomarenko IG, Cherkashina IV. Ultraphonophoresis of an enzyme gel with direct proteolytic activity in patients with hypertrophic skin scars. *Russian journal of the physical therapy, balneotherapy and rehabilitation*. 2023;22(1):25–32. DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpbr322760>

Received: 10.01.2023

Accepted: 11.02.2023

Published: 17.05.2023

ОБОСНОВАНИЕ

Рубцовые изменения кожи являются актуальной проблемой эстетической медицины, пластической хирургии, физиотерапии и реабилитации [1]. Эффективная и своевременная коррекция и профилактика рубцов кожи являются важной медико-социальной задачей, так как зачатую их формирование и существование сопровождаются психологическим дискомфортом у пациентов, субъективными ощущениями вплоть до стойких парестезий, особенно при формировании в области функционально активных участков кожи [2]. На сегодняшний день среди множества дефиброзирующих и фибромодулирующих препаратов и терапевтических методик наиболее приоритетными являются физические методы лечения: высокоинтенсивная лазеротерапия, трансдермальные методы доставки противорубцовых препаратов, различные виды ручного и аппаратного массажа и др. [3–5]. С экономической точки зрения, высокотехнологичные методы не всегда доступны, что инициирует поиск оптимального, эффективного и широкодоступного метода коррекции [6–10]. Универсальными и традиционными методами являются процедуры электрофореза и ультрафонофореза ферментных препаратов [3, 11, 12].

Цель исследования — дать научно-практическое обоснование применению ультрафонофореза ферментного геля с прямой протеолитической активностью у пациентов с гипертрофическими рубцами кожи.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проспективное интервенционное когортное сравнительное исследование эффективности применения ультрафонофореза ферментного геля с прямой протеолитической активностью у пациентов с гипертрофическими рубцами кожи.

Критерии соответствия

Критерии включения: возраст пациентов от 5 до 75 лет; наличие интактных гипертрофических рубцов различного генеза, сроком существования от 1 месяца; отсутствие противопоказаний для проведения физиотерапевтического лечения (ультрафонофорез); высокая комплаентность пациентов и наличие подписанного добровольного информированного согласия участника исследования.

Критерии не включения: наличие общих абсолютных противопоказаний для проведения физиотерапевтического лечения, в том числе хронических системных заболеваний в стадии суб- и декомпенсации; наличие металлоконструкций; беременность и лактация; участие пациентов в других клинических исследованиях; хронические дерматозы в стадии обострения и повреждения

кожи, препятствующие проведению физиотерапевтического лечения.

Критерии исключения: наличие аллергических реакций на компоненты топических дефиброзирующих и ферментных препаратов, включённых в исследование; выявление стойких побочных эффектов в ходе проведения клинического исследования.

Условия проведения

Исследование проведено на базе клиники ФГБУ «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов имени Г.А. Альбрехта» Минтруда России в период 2021–2023 годов. Исследуемые параметры динамики клинических и инструментальных показателей определяли до начала лечения, через 1, 3 и 6 месяцев.

Продолжительность исследования

Период наблюдения за пациентами составил 8 месяцев. Смещения запланированных временных интервалов не было.

Описание медицинского вмешательства

Обследовано 42 пациента с гипертрофическими рубцами различного генеза, локализации и сроков существования. Сформированы группы наблюдения с формирующимися и зрелыми рубцами (группы 1 и 3) и сравнения (группы 2 и 4) в зависимости от сроков существования рубцовых деформаций кожи. Разработана формализованная карта пациента для фиксации и оценки данных анамнеза, жалоб, условий формирования рубцовых дисплазий кожи, определения факторов риска и объективного статуса.

Всем пациентам групп наблюдения проводили ультрафонофорез ферментного геля с прямой протеолитической активностью по непрерывной лабильной методике, с мощностью излучения от 0,2 до 0,8 Вт/см² в зависимости от локализации и площади рубца, контакт излучателя прямой. Продолжительность процедуры составляла не более 10 минут для взрослых и не более 4 минут для детей. Курс лечения состоял из 20 процедур, проводимых через день. Пациенты из групп сравнения получали ежедневные местные аппликации известных традиционных дефиброзирующих препаратов.

Эффективность методики ультрафонофореза ферментного геля с прямой протеолитической активностью оценивали как число пациентов с выраженным регрессом клинических проявлений к общему числу пациентов данной выборки (ГОСТ Р 52379–2005¹). Применялись следующие критерии эффективности: отсутствие динамики клинических характеристик рубца расценивалось как лечение без эффекта, регресс клинических и инструментальных показателей рубцовой ткани

¹ ГОСТ Р 52379–2005. Национальный стандарт Российской Федерации. Надлежащая клиническая практика (Good Clinical Practice, GCP). Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200041147>.

на 50–75% — как улучшение, регресс более 80% вышеперечисленных признаков — как значительное улучшение.

Методы регистрации исходов

Клиническую оценку параметров внешнего вида рубца и дискомфорта, связанного с его наличием, проводили врач и пациент с помощью 10-балльной оценки шкалы POSAS (Patient and Observer Scar Assessment Scale, 2004) [13].

Исследование динамики морфофункциональных характеристик рубцовых тканей (параметры пигментации, гидратации, микрорельефа и чувствительности рубца) произведено с помощью аппарата для видеодерматоскопии с фотофиксацией Aramo SG (Южная Корея; регистрационное удостоверение Росздравнадзора от 12.02.2015 № РЗН 2013/1253) по специализированной программе SkinXPro и с помощью запатентованных модифицированных и адаптированных высокочувствительных устройств: методом динамометрии производили оценку поперечной упругости рубцовой ткани при помощи модифицированного дюрометра Шора с пределом точности 1 Ньютон; методом тензометрии производили оценку продольной упругости рубца при помощи специально разработанного оригинального устройства поверхностного растяжения рубца *in situ*, калиброванного по вторичному эталону с поправочным коэффициентом и уровнем доверия 1 Паскаль [14–16].

Динамику показателей качества жизни пациентов с рубцами кожи — одной из конечных опорных точек, используемых для оценки эффективности проводимой терапии, — исследовали с помощью адаптированных для данного исследования опросников Skindex-29 и оценки дерматологического индекса качества жизни (ДИКЖ) [17, 18]. Профиль безопасности исследовали с помощью регистрации частоты и выраженности нежелательных явлений по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) до и после проводимых процедур в 1; 3; 7 и 14-й день коррекции.

Этическое утверждение

Согласно Хельсинкской декларации 1964 года, от всех пациентов получено подписанное информированное согласие на участие в данном исследовании. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России 15.06.2021.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

Обследовано 42 пациента с гипертрофическими рубцами различного генеза, локализации и сроков существования. Сформированы четыре группы наблюдения в зависимости от сроков существования рубцовых деформаций кожи: с формирующимися и зрелыми рубцами (группы 1 и 3) и сравнения (группы 2 и 4).

Основные результаты исследования

Установлена положительная динамика клинического статуса рубцов по оценке врача и пациента, инструментальных показателей рубцовой ткани во всех группах исследования. Наиболее значимые изменения показателей зарегистрированы у пациентов группы наблюдения (группа 1) с формирующимися гипертрофическими рубцами. Так, при оценке внешнего вида рубца в данной группе были получены следующие результаты: до лечения и по его окончании значения по оценке врача составили $5,87 \pm 0,64$ и $2,31 \pm 0,82$ ($p < 0,05$), по оценке пациента — $6,21 \pm 0,35$ и $3,16 \pm 0,46$ ($p < 0,05$) соответственно. В группе наблюдения пациентов со зрелыми рубцами (группа 3)



Рис. 1. Клиническая картина гипертрофического рубца до физиотерапевтического лечения.

Fig. 1. Clinical picture of a hypertrophic scar before physiotherapy.



Рис. 2. Динамика клинических признаков гипертрофического рубца после курса ультрафонофореза ферментного геля с прямой протеолитической активностью.

Fig. 2. Dynamics of clinical signs of a hypertrophic scar after the end of a course of ultraphonophoresis of enzyme gel with high proteolytic activity.

внешний вид рубцовых дисплазий по оценке врача составил $4,96 \pm 0,48$ балла, после лечения — $1,93 \pm 0,59$ ($p < 0,05$), по оценке пациента — $5,17 \pm 0,29$ и $2,87 \pm 0,61$ ($p < 0,05$) соответственно. В группе сравнения с формирующимися рубцами (группа 2) были получены следующие значения оценки внешнего вида: до лечения и после него $6,69 \pm 0,41$ и $6,21 \pm 0,37$ ($p < 0,05$) по оценке врача и $5,19 \pm 0,57$ и $4,82 \pm 0,34$ ($p < 0,05$) по оценке пациента. В группе 4 внешний вид рубца до лечения оценивался врачом в $4,53 \pm 0,27$ балла, после лечения — в $4,28 \pm 0,56$ ($p < 0,05$), пациентом — $4,75 \pm 0,52$ и $4,21 \pm 0,43$ ($p < 0,05$) соответственно.

Васкуляризация (цвет рубца) в группе 1 до лечения составляла $7,13 \pm 0,52$, после окончания курса терапии — $3,25 \pm 0,43$ балла по оценке врача, согласно оценке пациента — $6,94 \pm 0,36$ и $2,82 \pm 0,47$; в группе 3 — $5,03 \pm 0,51/2,24 \pm 0,06$ и $4,58 \pm 0,61/2,82 \pm 0,47$ соответственно (рис. 1, 2). В группе сравнения с формирующимися рубцами (группа 2) показатель васкуляризации до лечения оценивался врачом в $6,92 \pm 0,23$ балла, по окончании курса терапии — в $6,17 \pm 0,52$, пациентом — в $5,86 \pm 0,54$ и $5,21 \pm 0,35$ соответственно. В группе 4 васкуляризация по оценке врача до лечения составляла $4,85 \pm 0,16$, после курса терапии — $4,63 \pm 0,27$, согласно оценке пациента — $5,06 \pm 0,52$ и $4,76 \pm 0,63$ соответственно.

В группах наблюдения отмечена более выраженная положительная динамика субъективных ощущений в области рубцовых деформаций. В группе 1 показатели

зуда до лечения составляли $6,52 \pm 0,37$, после лечения — $2,13 \pm 0,59$; в группе 3 — $5,97 \pm 0,61$ и $1,74 \pm 0,58$ соответственно. В группе сравнения с формирующимися рубцами (группа 2) показатели интенсивности зуда до лечения составляли $7,24 \pm 0,85$, после лечения — $6,73 \pm 0,68$; в группе 4 выраженность зуда до лечения оценивалась в $5,88 \pm 0,67$, после лечения — $5,34 \pm 0,49$.

У пациентов групп наблюдения зарегистрирована более значимая динамика инструментальных показателей рубцовой ткани: выраженное изменение показателей параметров пигментации, гидратации, микрорельефа, чувствительности, поперечной и продольной упругости, что, вероятно, связано с синергетическим фибромодулирующим действием проводимых процедур, улучшением метаболизма рубцовой ткани (табл. 1).

Изначально показатели качества жизни были снижены у всей выборки пациентов. Проведённый курс физиотерапевтической коррекции способствовал улучшению данного параметра, более выраженного, чем в группах сравнения (группы 2 и 4). При длительно существующей проблеме (наличие рубца), травмирующей психику пациента, выявлены менее значимые изменения, что может быть обосновано высокой адаптацией к их наличию у пациентов (табл. 2).

Эффективность ультрафонофореза ферментного геля с прямой протеолитической активностью в группах наблюдения была следующей: у пациентов с формирующимися гипертрофическими рубцами — 87%, у пациентов

Таблица 1. Динамика инструментальных показателей у пациентов с гипертрофическими рубцами кожи

Table 1. Dynamics of instrumental parameters in patients with hypertrophic scars skin

Параметры	До лечения	Через 1 мес	Через 3 мес	До лечения	Через 1 мес	Через 3 мес
	Группа 1 (n=11)			Группа 2 (n=9)		
Гидратация, усл. ед.	$38,3 \pm 0,7$	$34,2 \pm 0,4^*$	$28,4 \pm 0,3^*$	$37,6 \pm 0,8$	$36,2 \pm 0,6^*$	$35,0 \pm 0,3^{*#}$
Пигментация, усл. ед.	$42,4 \pm 0,5$	$45,6 \pm 0,3^*$	$49,2 \pm 0,4^*$	$43,1 \pm 0,9$	$43,9 \pm 0,3^*$	$44,7 \pm 0,4^{*#}$
Чувствительность, усл. ед.	$42,3 \pm 0,5$	$30,5 \pm 0,4^*$	$21,4 \pm 0,4^*$	$41,7 \pm 0,5$	$40,5 \pm 0,4^*$	$39,4 \pm 0,5^{*#}$
Микрорельеф, усл. ед.	$42,5 \pm 0,3$	$50,7 \pm 0,5^*$	$58,5 \pm 0,3^*$	$45,2 \pm 0,3$	$47,5 \pm 0,9^*$	$48,9 \pm 0,3^{*#}$
Поперечная упругость, ΔF_y , Н	$53,5 \pm 0,6$	$38,1 \pm 0,2^*$	-	$49,5 \pm 0,6$	$48,4 \pm 0,7^*$	-
Продольная упругость, К, ед.	$17,8 \pm 0,8$	$13,2 \pm 0,4$	$11,0 \pm 0,2$	$18,4 \pm 0,5$	$17,5 \pm 0,3$	$17,0 \pm 0,5$
Параметры	Группа 3 (n=12)			Группа 4 (n=10)		
Гидратация, усл. ед.	$26,4 \pm 0,5$	$24,2 \pm 0,4^*$	$21,5 \pm 0,3^*$	$38,2 \pm 0,4$	$37,6 \pm 0,5^*$	$36,8 \pm 0,2^{*#}$
Пигментация, усл. ед.	$38,5 \pm 0,3$	$45,9 \pm 0,5^*$	$56,4 \pm 0,2^*$	$44,6 \pm 0,5$	$45,2 \pm 0,4^*$	$46,5 \pm 0,3^{*#}$
Чувствительность, усл. ед.	$30,8 \pm 0,4$	$25,3 \pm 0,3^*$	$21,2 \pm 0,3^*$	$42,6 \pm 0,4$	$41,9 \pm 0,3^*$	$40,7 \pm 0,4^{*#}$
Микрорельеф, усл. ед.	$34,5 \pm 0,3$	$41,4 \pm 0,2^*$	$47,9 \pm 0,4^*$	$44,1 \pm 0,5$	$45,3 \pm 0,7^*$	$46,4 \pm 0,2^{*#}$
Поперечная упругость, ΔF_y , н	$65,4 \pm 0,5$	$46,7 \pm 0,4^*$	-	$47,8 \pm 0,4$	$46,7 \pm 0,5^*$	-
Продольная упругость, К, ед.	$16,2 \pm 0,3$	$12,6 \pm 0,4^*$	$11,4 \pm 0,5^*$	$19,1 \pm 0,4$	$18,6 \pm 0,6$	$17,5 \pm 0,3$

Примечание. * $p < 0,001$ между значениями до и после воздействия; # межгрупповые различия в группах и подгруппах наблюдения статистически значимы при $p < 0,05$.

Note: * $p < 0,001$ between values before and after exposure; # intergroup differences in observation groups and subgroups are statistically significant at $p < 0,05$.

Таблица 2. Показатели качества жизни пациентов с гипертрофическими рубцами, баллы ($M \pm m$)**Table 2.** Quality of life indicators in patients with hypertrophic scars, scores ($M \pm m$)

Показатели	До лечения	Через 1 мес	Через 3 мес	До лечения	Через 1 мес	Через 3 мес
	Группа 1 (n=11)			Группа 2 (n=9)		
Шкала Skindex-29						
Эмоции	36,4±0,9	21,3±0,5*	18,1±0,3*	35,8±0,7	34,0±0,4*	32,5±0,3**
Функции	28,8±0,7	22,2±0,3*	16,4±0,4*	34,4±0,5	32,5±0,7*	31,5±0,4**
Симптомы	40,7±0,4	25,5±0,6*	17,1±0,5*	42,2±0,6	41,5±0,5*	40,2±0,8**
Шкала дерматологического индекса качества жизни						
Сумма баллов	24,4±0,9	19,4±0,7*	16,5±0,4*	21,8±0,5	20,4±0,6	19,0±0,4
	Группа 3 (n=12)			Группа 4 (n=10)		
Шкала Skindex-29						
Эмоции	35,6±0,8	27,0±0,4*	22,2±0,6*	37,2±0,3	36,4±0,5*	34,1±0,4**
Функции	26,3±0,4	21,3±0,7*	20,6±0,5*	35,9±0,9	34,8±0,6*	32,5±0,5**
Симптомы	39,5±0,6	26,7±0,4*	28,8±0,4*	40,3±0,5	39,8±0,4*	36,7±0,6**
Шкала дерматологического индекса качества жизни						
Сумма баллов	20,8±0,7	18,6±0,5*	16,1±0,3*	19,7±0,9	19,2±0,5	18,6±0,7

Примечание. * $p < 0,05$ между значениями до и после воздействия; # межгрупповые различия в группах и подгруппах наблюдения статистически значимы при $p < 0,05$.

Note: * $p < 0.05$ between values before and after exposure; # intergroup differences in observation groups and subgroups are statistically significant at $p < 0.05$.

со зрелыми рубцами — 83%, в группах сравнения — 67 и 56% соответственно.

Высокий профиль безопасности проводимого в группах наблюдения физиотерапевтического лечения подтверждается тем, что нежелательные явления во время и после процедур непосредственно в месте контакта с кожей (эритема, зуд, жжение) полностью купировались на следующий день. Стойких побочных эффектов не возникало.

ОБСУЖДЕНИЕ

Применение методики ультрафонофореза ферментного геля с прямой протеолитической активностью способствует значимым изменениям морфофункциональных параметров рубцовой ткани и, как следствие, улучшению внешнего вида рубца. Ингредиенты геля с прямой протеолитической активностью включают в себя ферменты прямого действия: коллагеназу с увеличенной по сравнению с аналогами активностью, которая способствует деполимеризации гликозаминогликанов, и папаин — инициатор гидролиза пептидов, аминов, эфиров и белков [11]. Транскутантный проводник аквакомплекс глицеросольват титана усиливает доставку в дермальные слои кожи препарата и активность работы ферментов [19]. Снижение интенсивности субъективных ощущений и максимально выраженная положительная динамика показателей внешнего вида рубца по оценке пациентов групп наблюдения обусловлена, вероятно, влиянием нейроседативного

компонента нейрофенсина, способствующего снижению нейросенсорной чувствительности кожи и связанных с ней ноцицептивных реакций [3, 7, 20].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Улучшение клинических и морфофункциональных показателей рубцов, положительная динамика показателей качества жизни, благоприятный профиль безопасности позволяют обосновать перспективность дальнейшего применения методики ультрафонофореза ферментного геля с прямой протеолитической активностью для коррекции и профилактики формирующихся и зрелых гипертрофических рубцов кожи, а также для сокращения сроков реабилитации пациентов и профилактики у них тяжёлого рубцевания после травм и повреждений различного генеза.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведённым исследованием и публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную

версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: И.Г. Пономаренко — концепция и дизайн исследования, редактирование; И.А. Грицкова, И.В. Черкашина — сбор и обработка материала, статистическая обработка; И.А. Грицкова, И.Г. Пономаренко, И.В. Черкашина — написание текста.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Behrangi E., Goodarzi A., Roohaninasab M., et al. A review of scar treatment related to acne and burn // *J Critical Rev.* 2020. Vol. 7, N 4. P. 714–722. doi: 10.31838/jcr.07.04.133
- Shen W., Chen L., Tian F. Research progress of scar repair and its influence on physical and mental health // *Int J Burns Trauma.* 2021. Vol. 11, N 6. P. 442–446.
- Суркичин С.И. Влияние методов фореа на терапию рубцовых деформаций кожи // *Медицинский алфавит.* 2020. № 4. С. 78–81. doi: 10.33667/2078-5631-2020-24-78-81
- Круглова Л.С., Течиева С.Г., Стенько А.Г., Шматова А.А. Современный взгляд на инновационные методы терапии патологических рубцовых деформаций // *Клиническая дерматология и венерология.* 2014. Т. 12, № 5. С. 105–116.
- Сорокина К.Н., Уфимцева М.А., Симонова Н.В., и др. Энзимная наружная терапия в лечении атрофических рубцов постакне // *Клиническая дерматология и венерология.* 2022. Т. 21, № 6. С. 840–848.
- Khetarpal S., Kaw U., Dover J.S., et al. Laser advances in the treatment of burn and traumatic scars // *Semin Cutan Med Surg.* 2017. Vol. 36, N 4. P. 185–191. doi: 10.12788/j.sder.2017.030
- Xue Y., Qi C., Dong Y. Poly (γ-glutamic acid)/chito oligosaccharide/papain hydrogel prevents hypertrophic scar during skin wound healing // *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2021. Vol. 109, N 11. P. 1724–1734. doi: 10.1002/jbm.b.34830
- Ogawa R., Dohi T., Tosa M., et al. The latest strategy for keloid and hypertrophic scar prevention and treatment: The Nippon Medical School (NMS) protocol // *J Nippon Med School.* 2021. Vol. 88, N 1. P. 2–9. doi: 10.1272/jnms.JNMS.2021_88-106
- Федеральные клинические рекомендации по ведению больных с келоидными и гипертрофическими рубцами. Класс по МКБ-10: L91 Болезни кожи и подкожной клетчатки. Москва, 2022.
- Минаев С.В., Владимирова О.В. Мультицентровое исследование эффективности противорубцовой терапии у пациентов различных возрастных групп // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2020. № 9. С. 51–58.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. The authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis of literature, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. I.G. Ponomarenko — the concept and design of the study, editing; I.A. Gritskova, I.V. Cherkashina — collection and processing of material, statistical processing; I.A. Gritskova, I.G. Ponomarenko, I.V. Cherkashina — writing the text.

- Салистый П.В., Саидгалин Г.З., Бикташев В.С., и др. Опыт применения препарата Карипаин Scar в детском ожоговом отделении // *Детская хирургия.* 2021. Т. 25, № 5. С. 346–351.
- Стенько А.Г., Шматова А.А., Щукина Е.В., и др. Клинический опыт применения электродного фармафореза в лечении и профилактике рубцовых поражений кожи // *Клиническая дерматология и венерология.* 2014. Т. 12, № 1. С. 63–67.
- Vercelli S., Ferriero G., Sartorio F., et al. Clinimetric properties and clinical utility in rehabilitation of postsurgical scar rating scales: A systematic review // *Int J Rehabil Res.* 2015. Vol. 38, N 4. P. 279–286. doi: 10.1097/MRR.000000000000134
- Короткова Н.Л., Воловик М.Г. Тепловизионная оценка возможности использования рубцовых тканей при планировании пластических операций на лице // *Современные технологии в медицине.* 2015. Т. 7, № 2. С. 120–126. doi: 10.17691/stm2015.7.2.16
- Патент РФ на изобретение № RU 2763843 C1. Пономаренко Г.Н., Смирнова Л.М., Романов В.В., и др. Устройство для определения упругости кожи и рубцов кожи человека. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2763843C1_20220111. Дата обращения: 15.11.2022.
- Тиманин Е.М. Нелинейные упругие свойства поверхностных тканей тела человека, наблюдаемые методом вдавливания индентора // *Российский журнал биомеханики.* 2014. Т. 18, № 2. С. 147–157.
- Deng H., Li-Tsang C.W. Measurement of vascularity in the scar: A systematic review // *Burns.* 2019. Vol. 45, N 6. P. 1253–1265. doi: 10.1016/j.burns.2018.10.026
- Адаскевич В.П. Диагностические индексы в дерматологии. Москва: Медицинская книга, 2014. 352 с.
- Салистый П.В., Бикташев В.С., Саидгалин Г.З., Фаизьянов А.А. Опыт лечения рубцов препаратом Карипаин scar // *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии.* 2022. Т. 12, № S. С. 125.
- Карпова Т.Н. Электро- и ультрафонофорез ферменкола в коррекции рубцов кожи: Автореф. канд. ... мед. наук. Санкт-Петербург, 2009. 18 с.

REFERENCES

- Behrangi E., Goodarzi A., Roohaninasab M., et al. A review of scar treatment related to acne and burn. *J Critical Rev.* 2020;7(4):714–722. doi: 10.31838/jcr.07.04.133
- Shen W., Chen L., Tian F. Research progress of scar repair and its influence on physical and mental health. *Int J Burns Trauma.* 2021;11(6):442–446.
- Surkichin SI. The influence of foresis methods on the therapy of scar deformities of the skin. *Med Alphabet.* 2020;(4):78–81. (In Russ). doi: 10.33667/2078-5631-2020-24-78-81
- Kruglova LS, Techieva SG, Stenko AG, Shmatova AA. Modern view on innovative methods of therapy of pathological scar deformities. *Clin Dermatol Venereol.* 2014;12(5):105–116. (In Russ).

5. Sorokina KI, Ufimtseva MA, Simonova NV, et al. Topical enzymatic therapy of atrophic acne scars. *Clin Dermatol Venereol*. 2022;21(6):840–848. (In Russ).
6. Khetarpal S, Kaw U, Dover JS, et al. Laser advances in the treatment of burn and traumatic scars. *Semin Cutan Med Surg*. 2017;36(4):185–191. doi: 10.12788/j.sder.2017.030
7. Xue Y, Qi C, Dong Y. Poly (γ -glutamic acid)/chitoooligosaccharide/papain hydrogel prevents hypertrophic scar during skin wound healing. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2021;109(11):1724–1734. doi: 10.1002/jbm.b.34830
8. Ogawa R, Dohi T, Tosa M, et al. The latest strategy for keloid and hypertrophic scar prevention and treatment: The Nippon Medical School (NMS) protocol. *J Nippon Med School*. 2021;88(1):2–9. doi: 10.1272/jnms.JNMS.2021_88-106
9. Federal clinical guidelines for the management of patients with keloid and hypertrophic scars. ICD-10 class: L91 Diseases of the skin and subcutaneous tissue. Moscow; 2022. (In Russ).
10. Minaev SV, Vladimirova OV. Multicenter study of the effectiveness of anti-scar therapy in patients of different age groups. *Surgery. J named after N.I. Pirogov*. 2020;9:51–58. (In Russ).
11. Salisty PV, Saidgalin GZ, Biktashev VS, et al. Experience with the use of the drug Karipain Scar in the children's burn department. *Children's Sur*. 2021;25(5):346–351. (In Russ).
12. Stenko AG, Shmatova AA, Shchukina EV, et al. Clinical experience of the use of electrode pharmacophoresis in the treatment and prevention of scarring of the skin. *Clin Dermatol Venereol*. 2014;12(1):63–67. (In Russ).
13. Vercelli S, Ferriero G, Sartorio F, et al. Clinimetric properties and clinical utility in rehabilitation of postsurgical scar rating scales: A systematic review. *Int J Rehabil Res*. 2015;38(4):279–286. doi: 10.1097/MRR.000000000000134
14. Korotkova NL, Volovik MG. Thermal imaging assessment of the possibility of using scar tissue in the planning of plastic surgery on the face. *Modern Technologies Med*. 2015;7(2):120–126. (In Russ). doi: 10.17691/stm2015.7.2.16
15. Patent RUS No. RU 2763843 C1. Ponomarenko GN, Smirnova LM, Romanov VV, et al. A device for determining the elasticity of the skin and scars of human skin. Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2763843C1_20220111. Accessed: 15.11.2022.
16. Timanin EM. Nonlinear elastic properties of surface tissues of the human body, observed by indentation indenter method. *Russ J Biomechan*. 2014;18(2):147–157. (In Russ).
17. Deng H, Li-Tsang CW. Measurement of vascularity in the scar: A systematic review. *Burns*. 2019;45(6):1253–1265. doi: 10.1016/j.burns.2018.10.026
18. Adaskevich VP. Diagnostic indices in dermatology. Moscow: Meditsinskaya kniga; 2014. 352 p. (In Russ).
19. Salisty PV, Biktashev VS, Saidgalin GZ, Faizyanov AA. Experience in the treatment of scars with caripain scar. *Russ Bulletin Pediatric Sur Anesthesiol Res*. 2022;12(S):125. (In Russ).
20. Karpova TN. Fermenkol electro- and ultraphonophoresis in the correction of skin scars [dissertation abstract]. Saint-Petersburg; 2009. 18 p. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* Грицкова Инна Александровна;

адрес: Россия, 194044, Санкт-Петербург,
ул. Академика Лебедева, д. 6;
ORCID: 0000-0002-0549-4009;
eLibrary SPIN: 6004-6546;
e-mail: inusik2002kklan@mail.ru

Пономаренко Инга Геннадьевна, д-р мед. наук, доцент;

ORCID: 0000-0001-6550-6940;
eLibrary SPIN: 7930-2463;
e-mail: manga-85@mail.ru

Черкашина Ирина Викторовна;

ORCID: 0000-0002-5839-1433;
eLibrary SPIN: 7991-9023;
e-mail: vulan1507@mail.ru

AUTHORS' INFO

* Inna A. Gritskova;

address: 6 Akademik Lebedev street, 194044 Saint Petersburg,
Russia;
ORCID: 0000-0002-0549-4009;
eLibrary SPIN: 6004-6546;
e-mail: inusik2002kklan@mail.ru

Inga G. Ponomarenko, MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor;

ORCID: 0000-0001-6550-6940;
eLibrary SPIN: 7930-2463;
e-mail: manga-85@mail.ru

Irina V. Cherkashina;

ORCID: 0000-0002-5839-1433;
eLibrary SPIN: 7991-9023;
e-mail: vulan1507@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author