

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ БИОРЕВИТАЛИЗАЦИИ
(обзор литературы)**

С.В. МОСКВИН

*ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина ФМБА России»,
ул. Студенческая, д. 40, г. Москва, 121165, Россия, e-mail: 7652612@mail.ru, www.lazmik.ru*

Аннотация. В обзоре констатируется, что лазерная биоревитализация – хорошо известная технология, разработанная в России, использующая в своей основе лазерофорез, как способ усиления проникновения веществ через кожу. Специальные исследования позволили оптимизировать параметры гелей и лазерного воздействия для максимальной эффективности процедур, которые пользуются большим спросом как у косметологов, так и у пациентов, благодаря неинвазивности, простоте и хорошим результатам.

Ключевые слова: лазерная биоревитализация, лазерофорез, гуалуроновая кислота, тепловидение, янтарная кислота.

**LASER BIOREVITALIZATION EXPERIENCE
(literature review)**

S.V. MOSKVIN

*FSBI “State Scientific Center of Laser Medicine named after O.K. Skobelkin” of the FMBA of Russia,
Studencheskaya Str, 40, Moscow, 121165, Russia, e-mail: 7652612@mail.ru, www.lazmik.ru*

Abstract. The review stated that laser biorevitalization is a well-known technology developed in Russia. It uses laser phoresis as its basis, as a way to enhance the penetration of substances through the skin. Special studies contribute to optimize the parameters of gels and laser exposure for the maximum effectiveness of procedures. They are in great demand both by cosmetologists and patients, due to non-invasiveness, simplicity and good results.

Keywords: laser biorevitalization, laser phoresis, gualuronic acid, thermal imaging, succinic acid.

Введение. Название методики (*laser biorevitalization*), вынесенное в название, имеет две составляющих. Первое – известная способность *низкоинтенсивного лазерного излучения* (НИЛИ) значительно усиливать проникновение *биологически активных веществ* (БАВ) через кожу. Второе – выраженный синергизм, когда эффективность двух факторов (НИЛИ и БАВ) значительно выше каждого по отдельности и их простой суммы. В итоге получаем «оживление живого» – кажущуюся тавтологию термина (*biorevitalization*), поскольку происходит реальное омоложение, кожа становится на 5-15 лет «моложе», если рассматривать объективные параметры возрастной физиологии. Оптимальные параметры методики, зарегистрированной 10 лет назад обеспечивают её высокую эффективность и популярность. Например, в России не менее 3000 косметологических центров успешно применяют лазерную биоревитализацию, и число сторонников этой технологии продолжает расти. Одной из наиболее известных и эффективных методик сочетанного применения различных лечебных физических факторов является чрескожный лазерофорез [7, 11].

Механизмы чрескожного лазерофореза, пути и условия проникновения биологически активных веществ, основанные на понимании строения, функции и физиологии кожи, хорошо изучены. Проникновение веществ через кожу может проходить тремя основными путями: трансэпидермальный, межклеточным и через шунты: транспорт веществ через потовые железы и волосные фолликулы.

Одна из основных функций кожи – защитная, следовательно, трансэпидермальное проникновение водных растворов различных веществ, т.е. напрямую через слой клеток эпидермиса, практически невозможно [13]. Наиболее значимым для проникновения большинства веществ, является третий путь, поэтому важны свойства макромолекул, чтобы иметь возможность проникнуть в кожу. Имеются и другие факторы, влияющие на проникновение: кожные специфические факторы (место и площадь аппликации; возраст человека, состояние, температура и степень гидратации кожи; интенсивность кровоснабжения и др.); характеристики вещества (молекулярная масса, химическое строение, конформация, степень гидрофильности); наличие внешних факторов (частота и вид ЭМИ, энергетические характеристики и экспозиция).

Если трансэпидермальный путь через межклеточные пространства практически невозможен, то с придатками кожи ситуация совершенно иная. Проток *потовой железы* (ПЖ) имеет дермальную и эпидермальную части, открывается на вершине гребешков кожи, диаметр поры составляет 60-80 мкм, а про-

светов – 14-16 мкм [31].

Плотность расположения ПЖ в зависимости от локализации и национальной принадлежности человека, по данным разных авторов колеблется от 64 до 431 на 1 см², больше всего на лице – до 174 на см², и ладонях – до 424-431 на 1 см², а общее количество составляет от 2 до 5 млн. При том, что общая площадь просветов выводных протоков меньше 1% поверхности кожи (57-94 см² (т. е.), секреторная поверхность всех ПЖ имеет площадь до 5 м², т. е. в 3 раза превышает общую площадь эпидермиса. Толщина слоя кожи, в котором размещены клубочки потовых желез, составляет 1,3-3,12 мм, а весь объём данного слоя равен 3200 см³ [9, 10, 33, 37, 38]. В различных участках кожи плотность волосяных фолликул в зависимости от возраста, пола, цвета волос, национальности и пр. по данным разных авторов колеблется в широких пределах, от 60±40 на коже мошонки, до 830±100 на щеках у мужчин. Число видимых волос значительно меньше или они полностью отсутствуют в некоторых частях тела (ладони, ступни и пр.) [9, 32, 42].

На теле человека на 1 см² поверхности имеется более 1000 потенциальных «входов» для макромолекул значительных размеров, и этого вполне достаточно для проникновения необходимого количества вещества. Далее процесс происходит более активно за счёт увеличения площади соприкосновения с железистыми и эпителиальными клетками. При том, факт проникновения молекул через устье вовсе не означает автоматически их дальнейшего продвижения, поскольку необходимо пройти через клетки желез и/или эпителия. Хорошо известен механизм, позволяющий это осуществить, и который называется трансцитоз (пиноцитоз), – процесс, объединяющий признаки экзо- и эндоцитоза. На одной поверхности клетки формируется эндоцитозный пузырёк (эндосома), который переносится к противоположному краю клетки, становится экзоцитозным пузырьком, выделяя своё содержимое во внеклеточное пространство. Весь процесс (полное прохождение вещества) занимает не более 1 мин. Данный механизм известен как основной, обеспечивающий поглощение клетками мелких капель воды, белков, гликопротеинов и макромолекул с максимальным размером до 1000 нм (1 мкм) и работу эндокринных желез [5, 44, 45].

Следовательно, для реализации лазерофореза вещество должно быть гидрофильным и иметь размеры составляющих его фрагментов до 1 мкм. Понятно, что никаких проблем не должно возникнуть (и не возникает) в случае лазерофореза водных растворов низкомолекулярных соединений, которые в основном и используются в медицине [11]. Иная ситуация с *гиалуроновой кислотой* (ГК), которая в естественном состоянии склонна к образованию длинных нитей размером, например, в хряще от 450 нм (0,45 мкм) до 4200 нм (4,2 мкм). Однако в водном растворе та же самая молекула ГК (1000 кДа), имеющая в растянутом состоянии длину 2500 нм (2,5 мкм) образует сферу диаметром всего 200 нм [46].

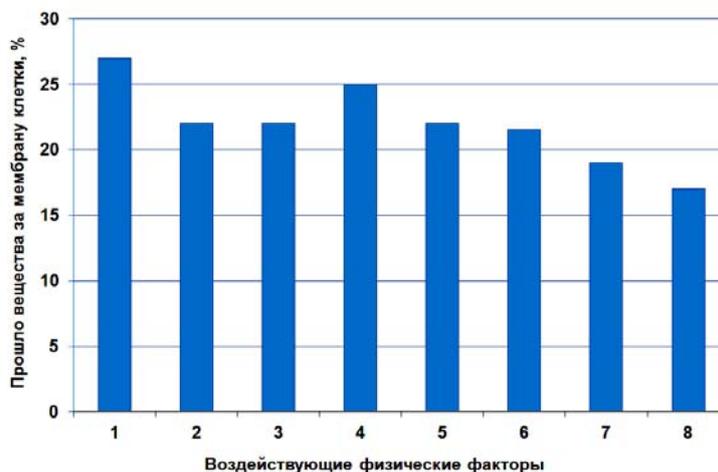


Рис. 1. Действие различных физических факторов на форетическую подвижность карбохромена в различных физических полях (экспозиция 5 мин): 1 – излучение гелий-неонового лазера (633 нм, 20 мВт), 2 – коротковолновое ультрафиолетовое излучение (254 нм, мощность лампы 220 Вт); 3 – ультразвук (0,88 МГц, 0,6 Вт/см²); 4 – ЭМИ 460 МГц, 2 Вт; 5 – ЭМИ 40,7 МГц, 15 Вт; 6 – переменное магнитное поле (50 Гц, 35 мТл); 7 – постоянное магнитное поле (30 мТл); 8 – постоянный электрический ток (электрофорез)

Известно, что первичным (основным) механизмом *биомодулирующего действия* (БД) *низкоинтенсивного лазерного излучения* (НИЛ) является термодинамический запуск Ca^{2+} -зависимых процессов. При поглощении НИЛ происходит локальное кратковременное нарушение термодинамического равновесия, вследствие чего из внутриклеточного депо высвобождаются Ca^{2+} , которые затем распространяются по клетке, инициируя активацию Ca^{2+} -зависимых процессов [14], которыми, в частности, являются эндо- и

экзоцитоз [5, 34, 41]. Таким образом высвобождение Ca^{2+} под воздействием НИЛЗ приводит к активации транскрипции в целом – этот процесс и является ведущим в механизме лазерофореза.

Что самое важное, лазерофорез не только самый простой в реализации и экономически целесообразный метод, но и наиболее эффективный. На рис. 1 приводится сравнение эффективности влияния различных физических факторов на проникновение через мембрану клетки карбохромена, демонстрируя безусловные преимущества лазерофореза [11].

Понимая механизмы лазерофореза, крайне важным является вопрос, молекулы ГК с какой *молекулярной массой* (ММ) можно ввести чрескожно, и с каким результатом.

Показано, что у женщин с возрастом концентрация ГК в коже снижается, особенно значителен этот процесс после 60 лет [36]. Кожа сильно обезвоживается, увеличивается ломкость кровеносных сосудов, появляются новые и углубляются старые морщины, уменьшается толщина и тургор кожи. Предположительно это связано, в том числе, и с дефицитом ГК, что служит обоснованием введения ГК в кожу.

Известно, что для внутрикожных инъекций применяют высокомолекулярную ГК (более 2000-6000 кДа), с другой стороны, непосредственно через кожу может проходить ГК с молекулярной массой до 600 кДа [43, 44]. Исследования *M. Farwick et al.* [35] показали, что ГК не просто обладает полезными для кожи свойствами, но эти свойства могут контролироваться за счёт применения ГК различной ММ. Так, низкомолекулярная ГК (50 кДа) лучше транспортируется через кожный покров, нежели чем ГК с высокой ММ (800 кДа), а также активирует большее количество генов кератиноцитов, включая гены, отвечающие за дифференцировку кератиноцитов и формирование комплексов межклеточных контактов, количество которых снижается в фотоповреждённой и стареющей коже. Увлажняющий эффект и повышение эластичности кожи в большей мере свойственны ГК с высокой ММ, тогда как разглаживающий эффект продемонстрировала ГК с низкой ММ. Увеличение активности при снижении молекулярного веса ГК авторы объясняют лучшими проникающими способностями трансэпидермального проникновения для молекул ГК меньшего размера.

В предложенной технологии применяется специально разработанная нами ГК (2% гиалуронат натрия) с молекулярной массой 250-750 кДа. Микст из ГК разной ММ позволяет как получить быстрый видимый результат в виде разглаживания мелких морщин, так обеспечить долговременный эффект, сохраняющийся до 1-3 мес. [17, 26].

Лазерофорез, в том числе, препаратов на основе ГК, давно и успешно применяется в медицине: в стоматологии (стоматит, пародонтит и др.) [3,4,8,12,23-25,29], оториноларингологии (синусит, тонзиллит) [1,30], кардиологии (артериальная гипертензия) [6], андрологии [20], гинекологии [27] и др., однако, именно косметология и дерматология являются основными областями применения методики [17,18].

Поняв суть и механизмы происходящих при лазерофорезе процессов, а также оптимальные параметры ГК, были продолжены исследования в части оптимизации параметров методики лазерного освещения с объективной оценкой результатов ответной реакции кожи на сочетанное воздействие. В работе Е.А. Рязановой [26] показано, что после электромиостимуляции, предваряющей лазерофорез с помощью лазерного терапевтического комплекса «Матрикс-Косметолог» (Москва), происходят активация нейро-рецепторного и мышечного аппарата и улучшение микроциркуляции крови. Эти изменения способствуют активному отклику на воздействие НИЛИ и проникновению ГК и *янтарной кислоты* (ЯК) вглубь тканей. Оказалось, что малые концентрации ГК и ЯК обеспечивают весьма значимый эффект усиления микроциркуляции и общего влияния НИЛИ на организм человека, повышая его адаптивные возможности (рис. 2). Происходит значительное (почти в 2 раза) увеличение количества открытых пор, что продемонстрировано нами с помощью тепловидения [19].

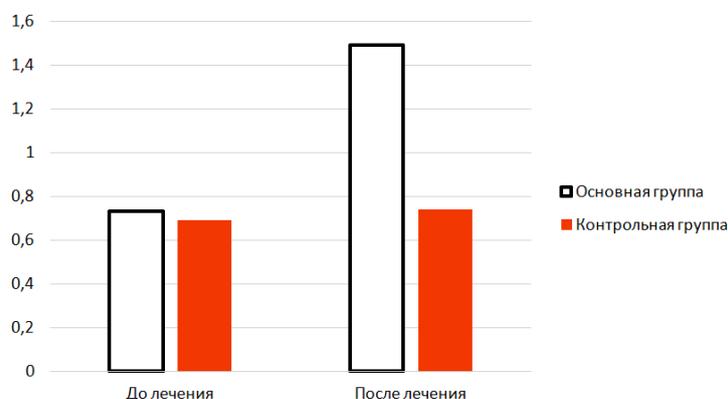


Рис. 2. Показатели коэффициента активации синтоксических программ адаптации в основной и контрольной группах (87 человек)

В течение 2-х лет (2010-2011 гг.) проводились исследования с целью оптимизации параметров методики лазерофореза, отработки технологии лазерной биоревитализации, позднее запатентованной [22]. С помощью специального оборудования измеряли различные параметры микроциркуляции крови и флюоресценции кожи лица. Исследование, в котором приняли участие 85 женщин, проводили в 3 этапа:

I – проводили измерения у 25 женщин 20-25 лет (контрольная группа) и 60 женщин 45-55 лет (основные группы) без внешнего воздействия,

II – измерения после нанесения геля с ГК (1-я основная группа),

III – измерения после освечивания НИЛИ и лазерофореза (в 2-х других основных группах) [2, 16].

Параметры лазерного освечивания: длина волны 780 нм, непрерывный режим, мощность 50 мВт, плотность мощности 50 мВт/см², экспозиция 30 с на одну зону, общее время процедуры 10 мин (15 зон на лице), на курс по 10 ежедневных процедур. Для лазерофореза использовали 1,5% гель с ГК (ММ 25-750 кДа), который наносили на зону непосредственно перед освечиванием.

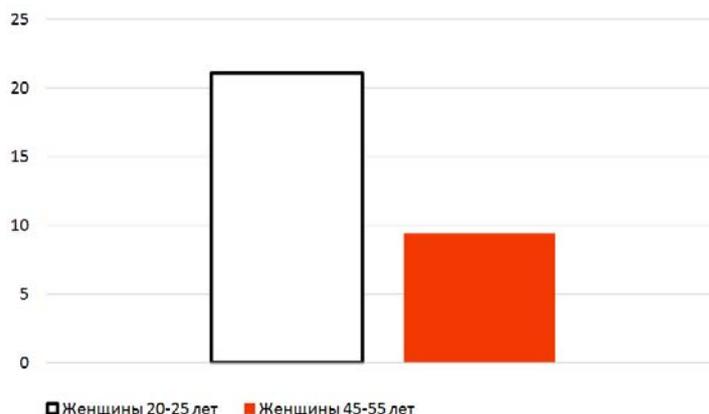


Рис. 3. Эффективность кислородного обмена клеток кожи лица у женщин разных возрастных групп ($p < 0,05$ по сравнению с другой возрастной группой)

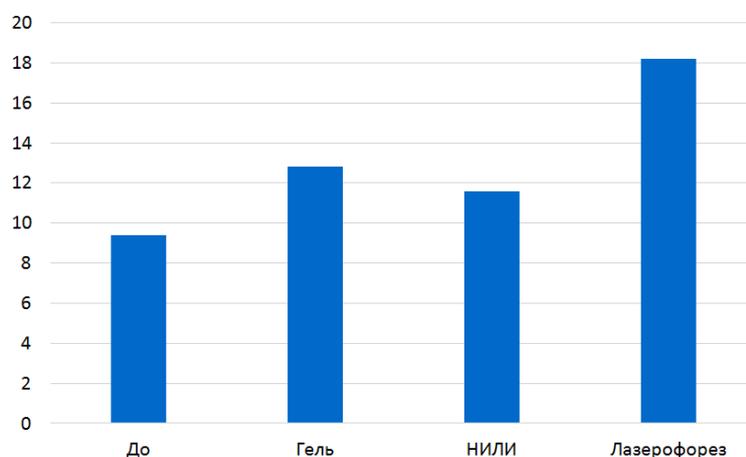


Рис. 4. Эффективность кислородного обмена клеток кожи лица у женщин после нанесения геля с ГК, воздействия НИЛИ и лазерофореза ГК ($p < 0,05$ по сравнению с контролем)

Полученные данные свидетельствуют о стимуляции микроциркуляции крови кожи лица и, как следствие, увеличении напряжения кислорода в коже, насыщении кислородом крови в коже лица, повышении уровня трофического обеспечения тканей. Все эти вторичные эффекты вызваны освечиванием НИЛИ и запуска Ca^{2+} -зависимых процессов, в частности, стимуляции синтеза NO эндотелием, вследствие чего происходят эндотелийзависимая вазодилатация сосудов и увеличение перфузии [16].

Результаты сравнительного анализа воздействия НИЛИ и лазерофореза свидетельствуют о значительно более выраженном эффекте сочетанной методики. Таким образом, подтверждено, что НИЛИ усиливает эффективность положительного биологического воздействия ГК на микроциркуляцию крови кожи лица у женщин в возрасте 45-55 лет, т.е. имеет место синергизм.

Исходно в основных группах интегральный показатель – *эффективность кислородного обмена*

(ЭКОБ), снижен по сравнению с контрольной группой (возраст 20-25 лет) более чем в 2 раза (рис. 3), что является физиологической возрастной нормой. По результатам исследования выявлено увеличение ЭКОБ на 36% после нанесения геля с ГК у женщин 45-55 лет, после лазерного освечивания – в среднем на 23%, после лазерофореза ГК – почти в 2 раза (рис. 4), практически достигнув нормы, соответствующей на 20 лет меньшему возрасту. Что наглядно проявляется заметным уменьшением морщин на лице (рис. 5).

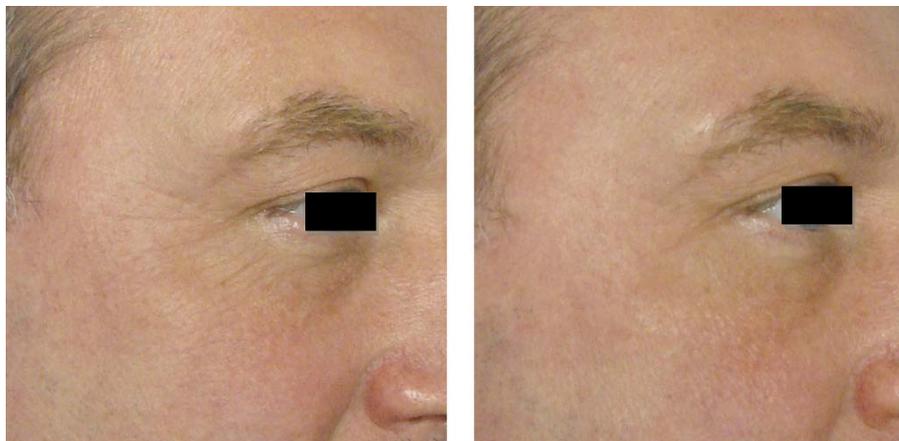


Рис. 5. Уменьшение морщин на лице (мужчина 45 лет, автор исследования)

Полученные данные свидетельствуют об улучшении местного кровообращения, стабильного насыщении кислородом кожи, улучшении эффективности потребления кислорода клетками кожи, стабилизации энергетический метаболизм клеток кожи, медленном снижении концентрации окисленных флавопротеидов и увеличении концентрации восстановленных пиридиннуклеотидов, что обуславливает повышение ЭКОБ кожи лица.

Наблюдения показали, что по различным показателям эффект сохраняется от 1 до 3 мес., чем объясняется необходимость проведения процедур не реже 1 раза в мес., а каждые 6 мес. проводить курс, состоящий минимум из 5 процедур лазерофореза.

Позже проводили сравнительную оценку НИЛИ различных спектров, влияние модуляции и других параметров методики с целью её оптимизации, эти данные были опубликованы в специализированных журналах, изданы 4 монографии.

Заключение. Понимание механизмов лазерофореза и БД НИЛИ на клеточном и тканевом уровнях, а также многолетний опыт тысяч специалистов, позволяет уверенно формулировать основные требования к веществам и параметрам методики лазерного освечивания, обеспечивающим наиболее эффективную реализацию лазерной биоревитализации [21, 28].

Проникновение вещества в кожу происходит через потовые железы и волосяные фолликулы посредством трансцитоза. Поскольку трансцитоз является Ca^{2+} -зависимым процессом и в основе механизма БД НИЛИ также лежит их активация [14, 15], то лазерофорез обосновано является наиболее эффективным способом усиления трансдермального транспорта, который возможен только для гидрофильных молекул с ММ до 750 кДа. Показано, наиболее оптимально использовать микст из ГК с молекулярной массой 250-750 кДа. Концентрация ГК в водном растворе не должна превышать 2-3%, поскольку для её проникновения необходимо большое количество воды. Оптимальные длины волн (проверенные нами): 405, 525, 780 нм. У каждой длины волны имеются свои положительные качества, выделить наиболее оптимальную достаточно сложно. Оптимальная плотность мощности составляет 20-50 мВт/см² и зависит от длины волны. Чаще используется непрерывный режим работы лазера, однако, модуляция частотой 10 Гц значительно повышает эффективность методики. Светить на область нанесения вещества не более 1 мин, при этом необходимо помнить о том, что общее время процедуры лазерного освечивания не должно превышать 20 мин. Процедуры лазерофореза необходимо проводить не реже 1 раза в мес., а каждые 6 мес. курс, состоящий минимум из 5 процедур ежедневно или через день.

Для *лазерной* биоревитализации необходимо использовать только *лазеры* и в соответствии с известными всем (в России) правилами проведения процедур лазерной терапии [39, 40]. К сожалению, приходится сталкиваться с дискредитацией методики, когда использовали некогерентные источники света и/или недопустимые параметры освечивания.

Литература

1. Антипенко В.В. Консервативное и хирургическое лечение хронического неспецифического тонзиллита: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2009. 18 с.
2. Антипов Е.В. Лазерофорез гиалуроновой кислоты в коррекции возрастных изменений микроциркуляции и кислородного обмена клеток кожи: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2013. 23 с.
3. Болатова Л.Х. Лечение воспалительных заболеваний пародонта препаратами на основе гиалуроновой кислоты группы «Гиалудент»: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ставрополь, 2010. 20 с.
4. Васильева Е.В. Лазерная терапия и фотофорез в комплексном лечении темпоромандибулярного болевого дисфункционального синдрома: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2002. 22 с.
5. Глебов Р.Н. Биохимия мембран: Эндоцитоз и экзоцитоз. М.: Высшая школа, 1987. 95 с.
6. Горячева А.А. Системный анализ лечебно-восстановительных мероприятий при артериальной гипертензии: автореф. дис. ... докт. мед. наук. Тула, 2007. 44 с.
7. Данилова И.Н., Миненков А.А., Каменецкая Т.М. Способ введения лекарственных препаратов в живой организм. Патент № 3354461; Заявлено 31.07.81. Оpubл. 23.04.1983.
8. Жданов Е.В. Фотофорез и лазерная терапия в послеоперационном периоде у больных хроническим пародонтитом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2004. 23 с.
9. Калантаевская К.А. Морфология и физиология кожи человека. Киев: Здоров'я, 1972. 267 с.
10. Куно Яс Перспирация у человека (Неощутимая перспирация, потоотделение, водно-солевой обмен): Пер. с англ. М.: Изд. иностранной литературы, 1961. 383 с.
11. Миненков А.А. Низкоэнергетическое лазерное излучение красного, инфракрасного диапазона и его использование в сочетанных методах физиотерапии: автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 1989. 44 с.
12. Митрофанов И.В. Немедикаментозные способы в комплексе восстановительных мероприятий при болезнях пародонта: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Тула, 2006. 24 с.
13. Михайлов И.Н., Виноградова Е.В. Строение кожи. Кожа: строение, функция, общая патология и терапия / Под ред. А.М. Чернуха, Е.П. Фролова. М.: Медицина, 1982. С. 19–59.
14. Москвин С.В. Системный анализ эффективности управления биологическими системами низкоэнергетическим лазерным излучением: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Тула, 2008. 38 с.
15. Москвин С.В. Эффективность лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 2. М.–Тверь: Издательство «Триада», 2014. 896 с.
16. Москвин С.В., Антипов Е.В., Зарубина Е.Г., Рязанова Е.А. Эффективность кислородного обмена кожи лица до и после лазерофореза гиалуроновой кислоты у женщин различных возрастных групп // Лазерная медицина. 2011. Т. 15, вып. 2. С. 89.
17. Москвин С.В., Гейниц А.В., Хазов М.Б., Федорищев И.А. Лазерофорез гиалуроновой кислоты и лазерные антицеллюлитные программы в косметологии (технология ЛАЗМИК®). М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2010. 96 с.
18. Москвин С.В., Кончугова Т.В. Обоснование применения лазерофореза биологически активных веществ // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. 2012. № 5. С. 57–63.
19. Москвин С.В., Рязанова Е.А. Лазерофорез гиалуроновой кислоты и объективные методы контроля его эффективности // Лазерная медицина. 2012. Т. 16, вып. 1. С. 42–45.
20. Москвин С.В., Силуянов К.А. Лазерная терапия в андрологии. Часть 1. Мужское бесплодие. М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2018. 248 с.
21. Москвин С.В., Хадарцев А.А. Возможные способы и пути повышения эффективности лазерофореза (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. № 4. Публикация 8-10. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-4/8-10.pdf> (дата обращения: 13.12.2016). DOI: 10.12737/23519.
22. Пат. 2456035 RU, МПК А61N5/067, А61K31/728, А61P43/00. Способ лазерофореза биологически активных веществ / Москвин С.В. № 2010145006/14(064880). Заявлено 03.11.2010. Оpubл. 20.07.2012.
23. Прикулс В.Ф. Лазерная терапия и фотофорез в комплексном лечении больных хроническим рецидивирующим афтозным стоматитом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2001. 21 с.
24. Прикулс В.Ф. Лекарственный фотофорез в восстановительном лечении больных хроническим генерализованным пародонтитом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2009. 44 с.
25. Прикулс В.Ф., Герасименко М.Ю., Московец О.Н., Сковородько С.Н. Фотофорез Метрогил Дента при комплексном лечении больных хроническим генерализованным пародонтитом // Стоматология. 2008. № 4. С. 18–23.
26. Рязанова Е.А. Физические способы восстановительной медицины в дерматокосметологии: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Тула, 2007. 23 с.
27. Фёдорова Т.А., Москвин С.В., Аполихина И.А. Лазерная терапия в акушерстве и гинекологии. М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2009. 352 с.
28. Хадарцев А.А., Купеев В.Г., Москвин С.В. Фитолазерофорез. М.–Тверь: Издательство «Триа-

да», 2016. 96 с.

29. Хохлова Ж.В. Фотофорез нейротропных препаратов в комплексной терапии больных хроническим генерализованным пародонтитом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2007. 23 с.

30. Хрыкова А.Г. Лазерная терапия и новые перевязочные материалы в лечении детей с верхнечелюстными синуситами: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2007. 21 с.

31. Цветкова Г.М. Морфология нормальной кожи. Кожные и венерические болезни. Т. 1 / Под ред. Ю.К. Скрипкина, В.Н. Мордовцева. М.: Медицина, 1999. С. 11–29.

32. Человек. Медико-биологические данные (Публикация № 23 Международной комиссии по радиологической защите). Коллектив авторов. Пер. с англ. М.: «Медицина», 1977. 496 с.

33. Cage G.W., Dobson R.L. Sodium Secretion and Reabsorption in the Human Eccrine Sweat Gland // *J Clin Invest.* 1965. № 44(7). P. 1270–1276.

34. Carafoli E., Santella L., Brance D., Brisi M. Generation, control, and processing of cellular calcium signals // *Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol.* 2001. № 36. P. 107–260.

35. Farwick M., Lersch P., Strutz G. Low Molecular Weight Hyaluronic Acid: Its Effects on Epidermal Gene Expression & Skin Ageing // *SOFW-Journal.* 2008. № 134(11). P. 2–6.

36. Ghersetich I., Lotti T., Campanile G. Hyaluronic acid in cutaneous intrinsic aging // *Int J Dermatol.* 1994. № 33(2). P. 119–122.

37. Gordon R.S., Jr., Cage G.W. Mechanism of Water and Electrolyte Secretion by the Eccrine Sweat Gland // *Lancet.* 1966. V. I. P. 1246–1250.

38. Montagna W. The Structure and Function of Skin. New York: Academic Press, 1962. 237 p.

39. Moskvina S.V. Low-Level Laser Therapy in Russia: History, Science and Practice // *J Lasers Med Sci.* 2017. № 8(2). P. 56–65. doi: 10.15171/jlms.2017.11

40. Moskvina S.V. Only lasers can be used for low level laser therapy // *BioMedicine.* 2017. №7(4). P. 4–11. DOI: 10.1051/bmdcn/2017070422.

41. Plattner H., Braun C., Hentschel J. Facilitation of Membrane Fusion During Exocytosis and Exocytosis-Coupled Endocytosis and Acceleration of «Ghost» Detachment in Paramecium by Extracellular Calcium. A Quenched-Flow/Freeze-Fracture Analysis // *J. Membrane Biol.* 1997. № 158. P. 197–208.

42. Szabo G. The Regional Anatomy of the Human Integument with Special Reference to the Distribution of Hair Follicles, Sweat Glands and Melanocytes. London, Trans. Roy. Soc. 1967. V. 252, Series B. P. 447–485.

43. Tammi R., Ripellino J.A., Margolis R., Tammi M. Localization of epidermal hyaluronic acid using the hyaluronate binding region of cartilage proteoglycan as a specific probe // *J Invest Dermatol.* 1988. № 90(3). P. 412–414.

44. Tammi R., Saamanen A.-M., Maibach H.I., Tammi M. Degradation of newly synthesized high molecular mass hyaluronan in the epidermal and dermal compartments of human skin in organ culture // *J Invest Dermatol.* 1991. № 97(1). P. 126–130.

45. Thomas C., James E. Rothman, Randy W. Schekman. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2013 was awarded jointly to Südhof "for their discoveries of machinery regulating vesicle traffic, a major transport system in our cells" The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2013. URL: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2013/summary/>.

46. White A., Handler P., Smith E.L. Principles of Biochemistry, 1973

References

1. Antipenko VV. Konservativnoe i hirurgicheskoe lechenie hronicheskogo nespecificheskogo tonzillita [Conservative and surgical treatment of chronic nonspecific tonsillitis][dissertation]. Sankt-Peterburg; 2009. Russian.

2. Antipov EV. Lazeroforesz gialuronovoj kisloty v korrekcii vozrastnyh izmenenij mikroциркуляции i kislorodnogo obmena kletok kozhi [Laser phoresis of hyaluronic acid in the correction of age-related changes in microcirculation and oxygen metabolism of skin cells][dissertation]. Moscow; 2013. Russian.

3. Bolatova LH. Lechenie vospalitel'nyh zabolevanij parodonta preparatami na osnove gialuronovoj kisloty gruppy «Gialudent» [Treatment of inflammatory periodontal diseases with preparations based on hyaluronic acid of the "Hyaludent" group] [dissertation]. Stavropol'; 2010. Russian.

4. Vasil'eva EV. Lazernaja terapija i fotoforesz v kompleksnom lechenii temporoman-dibuljarnogo bolevogo disfunkcional'nogo sindroma [Laser therapy and photophoresis in the complex treatment of temporomandibular pain dysfunction syndrome] [dissertation]. Moscow; 2002. Russian.

5. Glebov RN. Biohimija membran: Jendocitoz i jekzocitoz [Membrane biochemistry: Endocytosis and exocytosis]. Moscow: Vysshaja shkola; 1987. Russian.

6. Gorjacheva AA. Sistemnyj analiz lechebno-vosstanovitel'nyh meroprijatij pri arterial'noj gipertenzii [System analysis of treatment and rehabilitation measures for arterial hypertension][dissertation]. Tula; 2007. Russian.

7. Danilova IN, Minenkov AA, Kameneckaja TM. Sposob vvedenija lekarstvennyh preparatov v zhivoj organism [The method of introducing drugs into a living organism]. Patent № 3354461; Zajavleno 31.07.81. Opubl. 23.04.1983. Russian.

8. Zhdanov EV. Fotoforez i lazernaja terapija v posleoperacionnom periode u bol'nyh hronicheskim parodontitom [Photophoresis and laser therapy in the postoperative period in patients with chronic periodontitis][dissertation]. Moscow; 2004. Russian.

9. Kalantaevskaja KA. Morfologija i fiziologija kozhi cheloveka [Morphology and physiology of human skin]. Kiev: Zdorov'ja; 1972. Russian.

10. Kuno Jas Perspiracija u cheloveka (Neoshhutimaja perspiracija, potootdelenie, vodno-solevoj obmen) [Kuno Yas Perspiration in humans (Imperceptible perspiration, sweating, water-salt metabolism)] Per. s angl. Moscow: Izd. inostrannoj literatury; 1961. Russian.

11. Minenkov AA. Nizkojenergeticheskoe lazernoe izluchenie krasnogo, infrakrasnogo diapazona i ego ispol'zovanie v sochetannyh metodah fizioterapii [Low-energy laser radiation of the red, infrared range and its use in combined methods of physiotherapy][dissertation]. Moscow; 1989. Russian.

12. Mitrofanov IV. Nemedikamentoznye sposoby v komplekse vosstanovitel'nyh me-roprijatij pri boleznyah parodonta [Non-drug methods in a complex of rehabilitation measures for periodontal diseases] [dissertation]. Tula; 2006. Russian.

13. Mihajlov IN, Vinogradova EV. Stroenie kozhi. Kozha: stroenie, funkcija, obshhaja patologija i terapija [The structure of the skin. Skin: structure, function, general pathology and therapy] Pod red. AM. Chernuha, EP. Frolova. Moscow: Medicina; 1982. Russian.

14. Moskvina SV. Sistemnyj analiz jeffektivnosti upravlenija biologicheskimi sistemami nizkojenergeticheskim lazernym izlucheniem [System analysis of the effectiveness of controlling biological systems with low-energy laser radiation][dissertation]. Tula; 2008. Russian.

15. Moskvina SV. Jeffektivnost' lazernoj terapii. Serija «Jeffektivnaja lazernaja terapija» [The effectiveness of laser therapy]. T. 2. Moscow–Tver': Izdatel'stvo «Triada»; 2014. Russian.

16. Moskvina SV, Antipov EV, Zarubina EG, Rjazanova EA. Jeffektivnost' kislorodnogo obmena kozhi lica do i posle lazeroforeza gialuronovoj kisloty u zhenshin razlichnyh vozrastnyh grupp [The effectiveness of oxygen metabolism of the skin of the face before and after laser phoresis of hyaluronic acid in women of various age groups]. Lazernaja medicina. 2011;15(2):89. Russian.

17. Moskvina SV, Gejnic AV, Hazov M.B., Fedorishhev I.A. Lazeroforez gialuronovoj ki-sloty i lazernye anticelljulitnye programmy v kosmetologii (tehnologija LAZMIK) [Laser phoresis of hyaluronic acid and laser anti-cellulite programs in cosmetology (LASMIC technology)]. Moscow–Tver': OOO «Izdatel'stvo «Triada»; 2010. Russian.

18. Moskvina SV, Konchugova TV. Obosnovanie primenenija lazeroforeza biologicheski aktivnyh veshhestv [The rationale for the use of laser phoresis of biologically active substances]. Voprosy kurortologii, fizioterapii i LFK. 2012;5:57-63. Russian.

19. Moskvina SV, Rjazanova EA. Lazeroforez gialuronovoj kisloty i obektivnye metody kontrolja ego jeffektivnosti [Laser phoresis of hyaluronic acid and objective methods for monitoring its effectiveness]. Lazernaja medicina. 2012;16(1):42-5. Russian.

20. Moskvina SV, Silujanov KA. Lazernaja terapija v andrologii [Laser therapy in andrology]. Chast' 1. Muzhskoe besplodie. Moscow–Tver': OOO «Izdatel'stvo «Triada»; 2018. Russian.

21. Moskvina SV, Hadarcev AA. Vozmozhnye sposoby i puti povyshenija jeffektivnosti lazeroforeza (obzor literatury) [Possible methods and ways to increase the efficiency of laser phoresis (literature review)]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie. 2016 [cited 2013 Dec 13];4 [about 9 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-4/8-10.pdf>. DOI: 10.12737/23519.

22. Russian Federation Pat. 2456035 RU, MPK A61N5/067, A61K31/728, A61P43/00. Sposob lazeroforeza biologicheski aktivnyh veshhestv [The method of laser phoresis of biologically active substances] Moskvina SV. № 2010145006/14(064880). Zajavleno 03.11.2010. Opubl. 20.07.2012.

23. Prikuls VF. Lazernaja terapija i fotoforez v kompleksnom lechenii bol'nyh hronicheskim recidivirujushhim aftoznym stomatitom [Laser therapy and photophoresis in the complex treatment of patients with chronic recurrent aphthous stomatitis][dissertation]. Moscow; 2001. 21 s. Russian.

24. Prikuls VF. Lekarstvennyj fotoforez v vosstanovitel'nom lechenii bol'nyh hronicheskim generalizovannym parodontitom [Medicinal photophoresis in the rehabilitation treatment of patients with chronic generalized periodontitis][dissertation]. Moscow; 2009. 44 s. Russian.

25. Prikuls VF, Gerasimenko MJ, Moskovec ON, Skovorod'ko SN. Fotoforez Metrogil Denta pri kompleksnom lechenii bol'nyh hronicheskim generalizovannym parodontitom [Photophoresis Metrogil Denta in the complex treatment of patients with chronic generalized periodontitis]. Stomatologija. 2008;4:18-23. Russian.

26. Rjazanova EA. Fizicheskie sposoby vosstanovitel'noj mediciny v dermatokosmetologii [Physical methods of restorative medicine in dermatocosmetology][dissertation]. Tula; 2007. Russian.

27. Fjodorova TA, Moskvina SV, Apolihina IA. Lazernaja terapija v akusherstve i ginekologii [Laser therapy in obstetrics and gynecology]. Moscow–Tver': OOO «Izdatel'stvo «Triada»»; 2009. Russian.
28. Hadarcev AA, Kupeev VG, Moskvina SV. Fitolazeroforez [Phytolaserophoresis]. Moscow–Tver': Izdatel'stvo «Triada»»; 2016. Russian.
29. Hohlova ZhV. Fotoforez nejrotropnyh preparatov v kompleksnoj terapii bol'nyh hronicheskim generalizovannym parodontitom [Photophoresis of neurotropic drugs in the treatment of patients with chronic generalized periodontitis][dissertation]. Moscow; 2007. Russian.
30. Hrykova AG. Lazernaja terapija i novye perevjazochnye materialy v lechenii detej s verhnecheljustnymi sinusitami [Laser therapy and new dressings in the treatment of children with maxillary sinusitis][dissertation]. Moscow; 2007. Russian.
31. Cvetkova GM. Morfologija normal'noj kozhi [Morphology of normal skin]. Kozhnye i venericheskie bolezni. T. 1. Pod red. JuK. Skripkina, VN. Mordovceva. Moscow: Medicina; 1999. Russian.
32. Chelovek. Mediko-biologicheskie dannye (Publikacija № 23 Mezhdunarodnoj komissii po radiologicheskoj zashhite) [The man. Biomedical data (Publication No. 23 of the International Commission on Radiological Protection)]. Kollektiv avtorov. Per. s angl. Moscow: «Medicina»; 1977. Russian.
33. Cage GW, Dobson RL. Sodium Secretion and Reabsorption in the Human Eccrine Sweat Gland. J Clin Invest. 1965;44(7):1270-6.
34. Carafoli E, Santella L, Brance D, Brisi M. Generation, control, and processing of cellular calcium signals. Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol. 2001;36:107-260.
35. Farwick M, Lersch P, Strutz G. Low Molecular Weight Hyaluronic Acid: Its Effects on Epidermal Gene Expression & Skin Ageing. SOFW-Journal. 2008;134(11):2–6.
36. Ghersetich I, Lotti T, Campanile G. Hyaluronic acid in cutaneous intrinsic aging. Int J Dermatol. 1994;33(2):119-22.
37. Gordon RS, Jr, Cage GW. Mechanism of Water and Electrolyte Secretion by the Eccrine Sweat Gland. Lancet. 1966;I:1246-50.
38. Montagna W. The Structure and Function of Skin. New York: Academic Press; 1962.
39. Moskvina SV. Low-Level Laser Therapy in Russia: History, Science and Practice. J Lasers Med Sci. 2017;8(2):56-65. DOI: 10.15171/jlms.2017.11
40. Moskvina SV. Only lasers can be used for low level laser therapy. BioMedicine. 2017;7(4):4-11. DOI: 10.1051/bmcdn/2017070422.
41. Plattner H, Braun C, Hentschel J. Facilitation of Membrane Fusion During Exocytosis and Exocytosis-Coupled Endocytosis and Acceleration of «Ghost» Detachment in Paramecium by Extra-cellular Calcium. A Quenched-Flow/Freeze-Fracture Analysis. J. Membrane Biol. 1997;158:197-208.
42. Szabo G. The Regional Anatomy of the Human Integument with Special Reference to the Distribution of Hair Follicles, Sweat Glands and Melanocytes. London, Trans. Roy. Soc. 1967.
43. Tammi R, Ripellino JA, Margolis R, Tammi M. Localization of epidermal hyaluronic acid using the hyaluronate binding region of cartilage proteoglycan as a specific probe. J Invest Dermatol. 1988;90(3):412-4.
44. Tammi R, Saamanen A, Maibach HI, Tammi M. Degradation of newly synthesized high molecular mass hyaluronan in the epidermal and dermal compartments of human skin in organ culture. J Invest Dermatol. 1991;97(1):126-30.
45. Thomas C, James E, Rothman, Randy W, Schekman. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2013 was awarded jointly to. Südhof "for their discoveries of machinery regulating vesicle traffic, a major transport system in our cells" The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2013. Available from: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2013/summary/>.
46. White A, Handler P, Smith EL. Principles of Biochemistry; 1973

Библиографическая ссылка:

Москвин С.В. Опыт применения лазерной биоревитализации (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2020. №1. Публикация 3-7. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-1/3-7.pdf> (дата обращения: 17.02.2020). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16601.*

Bibliographic reference:

Moskvina SV. Opyt primeneniya lazernoj biorevitalizacii (obzor literatury) [Laser biorevitalization experience (literature review)]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2020 [cited 2020 Feb 17];1 [about 9 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-1/3-7.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16601.

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-1/e2020-1.pdf>