

пациентов, получавших ФХТ, и отсутствие отрицательной динамики даже у тех пациентов, у которых она была отмечена до проведения ФХТ.

Обсуждение

Показано, что фотоны синего света могут проникать в глубокие слои тела и к органам человека, хотя прямое проникновение в кожу лучей данной длины волны составляет всего несколько миллиметров. Предполагается проникновение фотонов внутрь тела посредством многократного рассеивания неколлимированного пучка света структурами и жидкостями тканей [3]. Поэтому непосредственное облучение зоны проекции очага поражения на грудную клетку может давать непосредственный бактерицидный и бактериостатический эффект на МБТ [8], а также непосредственно повышать эффективность макрофагального звена иммунитета, и особенно в области очага поражения [9].

Заключение и выводы

Обнаружен способ значительного повышения эффективности ФХТ синим светом с длиной волны 470 нм больных легочными неостропрогрессирующими формами туберкулеза. На наш взгляд, данное значительное повышение эффективности лечения имеет своими причинами адекватное увеличение дозы воздействия, непосредственное облучение зоны грудной клетки над очагом поражения и запуск специфических рефлекторных механизмов саморегуляции организма.

Литература

1. *Гузатов П.И.* Клинико-патогенетические особенности компрессионно-ишемических нарушений и их коррекция световым излучением: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2003. 16 с.

2. *Дудина А.В.* Острые вирусные гепатиты А и В: обоснование применения селективной фотохромотерапии: Автореферат дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2008. 23 с.
3. *Карандашов В.И., Петухов Е.Б., Зродников В.С.* Фототерапия (светолечение). М.: Медицина, 2001. 392 с.
4. *Кирьянова В.В., Дудник А.В., Сологуб Т.В.* Комплексное лечение острого вирусного гепатита А с применением фотохромотерапии // *Нелекарственная медицина*. 2008. № 1. С. 34–41.
5. *Козарез М.И.* Взаимосвязь функционального состояния желудочно-кишечного тракта и печени с развитием побочного действия противотуберкулезных химиопрепаратов. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ташкент, 1988. 18 с.
6. *Комарова Л.А., Егорова Г.И., Кирьянова В.В.* Лечебные методики применения лазерного и светодиодного излучения в инфракрасном и видимом диапазонах от комплекса «Спектр»: Методические рекомендации. СПб.: Б.И., 2008. 58 с.
7. *Левашиов А.Н.* Применение селективной фотохромотерапии синим светом в комплексном лечении больных туберкулезом легких: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2009. 24 с.
8. *Левкина М.В.* Лазеротерапия в комплексном лечении инфильтративного туберкулеза легких: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2007. 19 с.
9. *Левченко Г.И.* Физиотерапия в лечении туберкулеза легких // *Военно-медицинский журнал*. 2002. Т. 323. № 5. С. 49–51.
10. *Русакова Л.И., Добкин В.Г., Овсянкина Е.С.* Эффективность использования надвенозного лазерного облучения крови в лечении распространенного туберкулеза легких у подростков России // *Пробл. туб. и бол. легких*. 2002. № 8. С. 16–18.
11. *Шилова М.В.* Туберкулез в России в 2006 году. М.: Медицина, 2007. 100 с.
12. *Шилова М.В.* Эпидемическая обстановка с туберкулезом в Российской Федерации, в мире и организация противотуберкулезной помощи в России // *Российский медицинский научно-практический портал*. 2011. http://www.rosmedportal.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1071%3A-2-2011-&catid=25%3Athe-project&Itemid=1.

Поступила в редакцию 20.06.2011 г.

Для контактов: *Емельянов Артем Николаевич.*
E-mail: EAN-6868@mail.ru

УДК 613.495:615.849.19

Москвин С.В., Рязанова Е.А.

Лазерофорез гиалуроновой кислоты и объективные методы контроля его эффективности

Moskvin S.V., Rjanzanova E.A.

Laserophoresis with hyaluronic acid and objective techniques for controlling its effectiveness

ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины ФМБА России», г. Москва

В косметологии успешно применяется лазерофорез препаратов гиалуроновой кислоты (гиалуронат натрия, ГК), более известный как метод лазерной биоревитализации ГК, но не исследован механизм действия и не обоснованы оптимальные параметры методики. Была поставлена задача оценки эффективности лазерофореза ГК как самостоятельно, так и в комбинированных вариантах. *Материалы и методы:* в исследовании приняло участие 180 женщин в возрасте от 25 до 65 лет. Лазерофорез проводили лазерным терапевтическим аппаратом «Матрикс-Косметолог» (производитель – компания «Матрикс», г. Москва), проводили тепловизионные исследования и микроциркуляция в коже методом лазерной доплеровской флоуметрии с помощью прибора ЛАКК-01, производимого НПП «Лазма» (г. Москва). *Результаты:* у всех женщин исходные термограммы отличались от сделанных через 15 дней после лазерофореза. После курса лазерофореза янтарной кислоты и ГК зарегистрировано увеличение количества открытых кожных пор с $14,83 \pm 1,28$ до $21,35 \pm 1,13$ ($p < 0,05$). Полученные результаты свидетельствуют о существенном и длительном улучшении показателей общей микроциркуляции крови после лазерофореза ГК, а параметры отработанной методики легли в основу известной технологии лазерофореза ЛАЗМИК® (LASMIK®). *Ключевые слова:* низкоинтенсивное лазерное излучение, лазерофорез, гиалуроновая кислота.

Currently, a laserophoresis technique with preparations of hyaluronic acid (GA) (sodium hyaluronate, hyaluronic acid) which is more known as a technique of laser biorevitalization with GA., is successfully used; however, the mechanism of its action and optimal parameters have not been studied yet. The aim of the present study was to evaluate effectiveness of laserophoresis with GA both as a monotherapy and in combined variations. *Materials and methods:* 180 women aged 25–65 were taken into the study. Therapeutic laser «Matrix-Cosmetolog» (manufacturer – firm Matrix, Moscow) was used for laserophoresis; thermal investigations were done as well; skin microcirculation was investigated with laser Doppler flowmetry device LAKK-01 (manufacturer- firm Lazma, Moscow). *Results:* in all women their initial thermogrammes were different of those made 15 days later after laserophoresis. After the course of laserophoresis with succinic acid and GA a number of opened skin pores has increased from 14.83 ± 1.28 to 21.35 ± 1.13 ($p < 0.05$). The obtained results indicate a considerable and long-lasting improvement of total microcirculation parameters after laserophoresis with GA. The parameters of this technique which has been actively applied in clinics were taken into the basis of the known laserophoresis technology called LASMIR®. *Key words:* low level laser therapy, laserophoresis, hyaluronic acid.

Комбинированные и сочетанные методы физиотерапии давно и успешно применяются как в медицине, так и в косметологии. Объединение в одной методике нескольких действующих физических факторов позволяет существенно повысить эффективность лечения многих заболеваний, а также оптимизировать косметологические технологии [3, 14].

Одним из известных современных сочетанных методов является лазерофорез (ЛФ) биологически активных веществ. Технология основана на эффекте повышения фотетических свойств некоторых препаратов под действием низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) [1, 7]. Например, в косметологии успешно применяется лазерофорез гиалуроновой кислоты (гиалуронат натрия, ГК), или лазерная биоревитализация ГК [10, 11, 15].

Однако, до недавнего времени не было научного обоснования механизмов реализации методики лазерофореза и оптимальных параметров лазерного воздействия. В связи с этим исключительно актуальной является задача исследования влияния лазерофореза ГК на организм человека с привлечением объективных методов контроля. Нами была поставлена задача оценки эффективности лазерофореза ГК – как самостоятельного метода, так и в комбинированных вариантах, совместно с янтарной кислотой (ЯК) и предварительной электромиостимуляцией.

Материалы и методы

Объект исследования

В исследовании приняли участие практически здоровые женщины – всего 180 человек, выделенных в 4 возрастные группы (табл. 1).

Таблица 1

Объект исследования

Возраст	25–29 лет	30–45 лет	46–65 лет	Более 65 лет
Группы	1	2	3	4
Женщин всего	21 (11,7%)	61 (33,9%)	87 (48,3%)	11 (6,1%)

Для изучения эффективности лазерофореза ГК из 98 человек 3-й и 4-й возрастных групп (54,4% от всех женщин, участвующих в исследовании) были сформированы 2 основные группы: А (33 чел.), В (33 чел.) и контрольная группа (32 чел.). В группе А проводили 15-дневный курс лазерофореза с 1,5% гелем ГК в сочетании с 1,5% гелем ЯК. В группе В дополнительно перед лазерофорезом осуществлялась электромиостимуляция

лица. Контрольная группа из 32 человек получала лазерофорез только с 1,5% гелем ГК (без ЯК).

Женщины 1-й и 2-й возрастных групп в количестве 82 человек (45,6% от всех участвующих в исследовании) также стали объектом изучения значимости аутофлуоресценции кожи для оценки возможной коррекции ее возрастных изменений.

Методы исследования

1. Тепловизионные исследования (ИК-термография). Использовали матричный охлаждаемый тепловизор JADE (Cedip – Франция), работающий в диапазоне длин волн 3–5 мкм, с температурной чувствительностью не хуже 0,02 °С при скорости регистрации 150–200 кадров в секунду. Анализ полученных термограмм осуществляли визуально (качественно) и путем расчета перепада температур (ΔT) между различными симметричными участками (количественно). Учитывались: симметричность теплового рисунка, наличие гипо- и гипертермии дистальных отделов, пятнистость теплового изображения [16].

2. Микроциркуляцию в коже исследовали преимущественно методом лазерной доплеровской флоуметрии с помощью отечественного прибора ЛАКК-01 (НПП «Лазма», г. Москва) по известной методике [6].

Методы воздействия

1. Электромиостимуляцию (ЭЛМС) осуществляли аппаратом «МАГИСТР-II» по описанной ранее методике [11, 16].
2. Лазерофорез биологически активных веществ (ГК и ЯК) проводили с помощью лазерного терапевтического комплекса «Матрикс-Косметолог» на базе аппарата лазерной терапии «Матрикс» (4 канала) производства Научно-исследовательского центра «Матрикс» (г. Москва) по ранее отработанной методике [2, 5].

3. Использовали гели с ГК (1,5%) и ЯК (1,5%) – как объединенные в одну тубу, так и расфасованные отдельно (производство ООО НПП «Тулская индустрия Ltd»). После 5–7 мин электромиостимуляции кожи в области лица и рук (на 1–2-й зонах справа и слева) наносили гель с действующим веществом. Облучение НИЛИ проводили в течение 5 мин, что является оптимальным временем воздействия [9].

Обработку результатов исследований проводили с оценкой различий по методу Стьюдента (Excel 7.0), а корреляционный и регрессивный анализ – с помощью пакета статистических программ «Statgraphics 2.6» [12].

Результаты и обсуждение

У всех женщин исходные термограммы отличались от сделанных через 15 дней после курса лазерофореза. Поскольку изменения ИК-термограммы зависят не только от состояния кожи как таковой, но и от функционального состояния внутренних органов и систем [4, 8, 16], то эффекты от транскутанного проникновения янтарной и гиалуроновой кислот можно оценить как коррекцию микроциркуляторных нарушений, возникающих в процессе старения организма человека. Это соответствует данным упомянутых выше исследований, при этом субъективная и объективная визуальная оценка кожных покровов соответствовала улучшению их состояния. По данным психологического обследования, также уменьшались проявления психоэмоционального дистресса.

ИК-системы позволяют визуализировать раскрытие каналов одиночных потовых пор размером около 30 мкм, получить соответствующие температурные профили (на рис. 1 темные точки на пальцах руки – открытые потовые каналы). Эти данные позволили нам подсчитать количество открытых потовых пор на площади 1 см² до и после корригирующих микроциркуляцию воздействий лазерофореза ГК и ЯК в сочетании с электромиостимуляцией у женщин с увядающей кожей. Соблюдались усло-

вия идентичной температуры и влажности окружающей среды, предшествующего состоянию покоя в течение 2 ч.

Для унификации измерения осуществляли на термограммах 4-го пальца правой кисти. Исходное количество открытых пор составило $14,83 \pm 1,28$, а после курса лазерофореза янтарной кислоты и ГК было зарегистрировано увеличение количества открытых кожных пор до $21,35 \pm 1,13$ ($p < 0,05$).

Полученный результат свидетельствует о разогреве тканей за счет активации микроциркуляции, при этом совершенно малые концентрации янтарной и гиалуроновой кислот обеспечивают весьма значимый эффект усиления микроциркуляции и, соответственно, ИК-излучения, регистрируемого тепловизором.

Была изучена микроциркуляция крови методом лазерной доплеровской флоуметрии после различного воздействия. Полученные результаты (табл. 2) свидетельствуют об улучшении показателей общей микроциркуляции крови при коррекции ЛФ (ГК+ЯК) и ЛФ (ГК+ЯК) + ЭЛМС.

Параллельно изучали показатели лазерной доплерфлоуметрии при обработке ее с помощью вейвлет-преобразования (табл. 3). Величина ПМисх во всех возрастных группах достоверно не изменялась, оставаясь в

Таблица 2

Микроциркуляция крови по данным лазерной доплеровской флоуметрии при различных вариантах коррекции ($M \pm m$, $n = 98$)

	Контрольная группа – ЛФ (ГК) ($n_1 = 32$)	Группа А – ЛФ (ГК + ЯК) ($n_2 = 33$)	Группа В – ЛФ (ГК + ЯК) + ЭЛМС ($n_3 = 33$)
ПМ, перф. ед.	$4,12 \pm 0,13$	$4,96 \pm 0,28$	$5,36 \pm 0,28^*$
ALF, перф. ед.	$0,93 \pm 0,17$	$1,15 \pm 0,17$	$1,27 \pm 0,03^*$
ACF, перф. ед.	$0,14 \pm 0,06$	$0,16 \pm 0,03$	$0,18 \pm 0,01$
ИКCF, ед.	$63,45 \pm 2,93$	$70,21 \pm 3,08^*$	$74,53 \pm 1,12^{**}$
ИЭМ, ед.	$1,65 \pm 0,14$	$1,92 \pm 0,13$	$2,04 \pm 0,15^*$
ИСТ,%	$99,78 \pm 10,75$	$86,78 \pm 9,42$	$81,33 \pm 6,52^*$
ΔПМ дых.,%	$21,26 \pm 1,86$	$23,91 \pm 1,55$	$27,53 \pm 1,09^*$
ΔПМ пост.,%	$28,15 \pm 1,79$	$39,04 \pm 1,62^*$	$40,08 \pm 1,31^*$
РКК,%	$196,24 \pm 7,46$	$210,93 \pm 4,32^*$	$235,64 \pm 2,16^{***}$

Примечание. * $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой; ** $p < 0,01$ по сравнению с контрольной группой; *** $p < 0,05$ по сравнению с группой А.

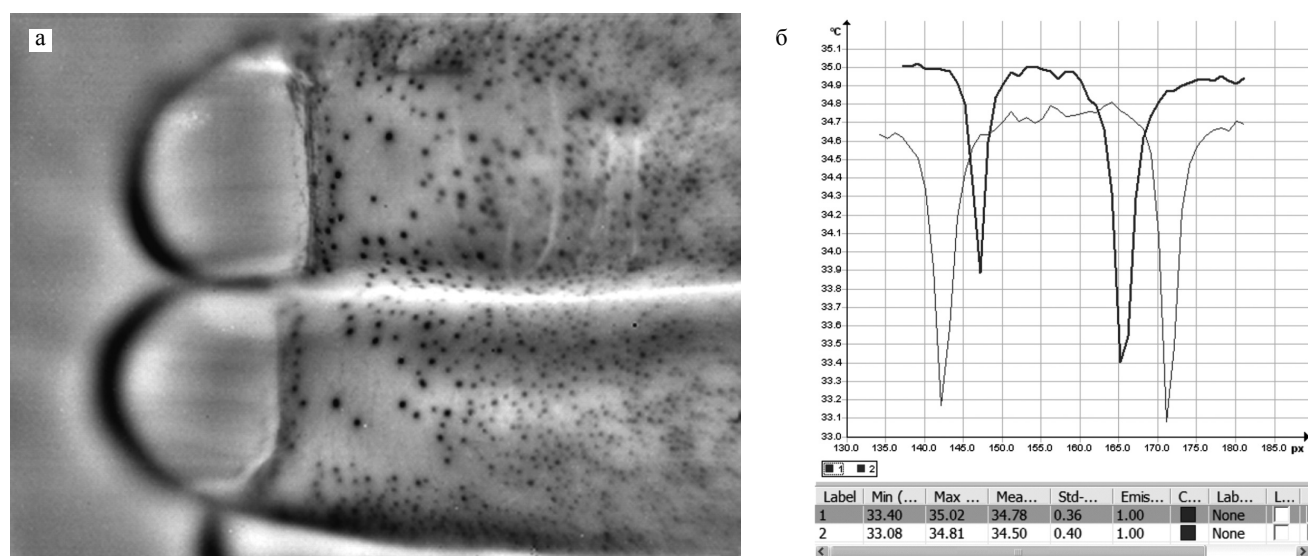


Рис. 1. Открытые потовые каналы и температурные профили через поры (совместные данные с Л.Н. Хижняк [17])

пределах 4,8–5,0 перфузионных единиц (ПЕ). При проведении окклюзионной пробы максимальная величина перфузии – ПМмакс – снижалась достоверно у женщин в возрасте свыше 65 лет – на $37,8 \pm 4,3\%$ ($p < 0,001$), в возрасте от 35 до 65 лет снижение ПМмакс составило $31 \pm 2,9\%$ ($p < 0,05$), а в возрасте до 30 лет показатели совпадали с таковыми в контрольной группе. В диапазоне миогенной активности амплитуда колебаний: А(М) исх в покое уменьшалась на $38,8 \pm 5,2\%$ ($p < 0,05$) у женщин свыше 65 лет и на $34,7 \pm 5,2\%$ ($p < 0,05$) у женщин от 35 до 65 лет. Ишемия при окклюзионной пробе вызывала постокклюзионную гиперемию и увеличение амплитуды колебаний с частотой миогенной активности: А(М) у женщин до 65 лет на $49 \pm 1,5\%$ ($p < 0,001$), чего у женщин старше 65 лет мы не наблюдали. Это свидетельствует о сокращении с возрастом регуляции со стороны миогенной системы, что обосновывает ожидаемую эффективность электромиостимуляции, лазерной стимуляции, антигипоксического и пластического эффектов янтарной и гиалуроновой кислот, использованных в нашей работе. Полученные результаты в отношении изменений эндотелиальной, нейрогенной, респираторной активности и сердечных сокращений не противоречат данным, полученным ранее И.В. Тихоновой с соавт. [13].

Таблица 3
Динамика показателей микроциркуляции при обработке с помощью вейвлет-преобразования

Уменьшение показателей на (%)				
	Возраст 35–65 лет	p	Возраст свыше 65 лет	p
ПМмакс при окклюзионной пробе	$31 \pm 2,9$	<0,05	$37,8 \pm 4,3$	<0,001
А(М)исх.	$34,7 \pm 5,2$	<0,05	$38,8 \pm 5,2$	<0,05
Увеличение показателя на (%)				
А(М) миогенная активность (постокклюзионный эффект)	$49 \pm 1,5$	<0,001	не отмечено	–

Таким образом, показано, что после электромиостимуляции происходит активация нейрорецепторного и мышечного аппарата и улучшение микроциркуляции крови. В целом эти изменения способствуют более активному отклику на воздействие НИЛИ и проникновению ГК и ЯК в глубь тканей. У 87 женщин в возрасте от 46 до 65 лет (3 группа), которым была проведена предварительная электромиостимуляция, улучшение показателей эффективности кровоснабжения кожи оказалось наиболее значимым.

Выводы

Показано, что в процессе старения организма человека отчетливо прослеживаются неблагоприятные изменения микроциркуляции, которые отражаются на состоянии кожи.

Методом лазерной доплеровской флоуметрии под тепловизионным контролем подтверждена целесообразность проведения лазерофореза янтарной и гиалуроновой кислот при возрастных изменениях кожи у женщин.

Показано, что электромиостимуляция, предшествующая лазерофорезу, повышает эффективность методики.

Таким образом, объективными методами контроля доказана и обоснована возможность применения лазерофореза с лечебными и косметологическими целями.

Литература

1. А.с. 1012923 SU, МКИ А61N5/00. Способ введения лекарственных препаратов в живой организм / И.Н. Данилова, А.А. Миненков, Т.М. Каменецкая и др. № 3354461. Заявлено 31.07.81. Опубл. 23.04.1983.
2. Валентинов Б.Г. Системные биологические эффекты фитопрепаратов китайской медицины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тула, 2005. 20 с.
3. Гейниц А.В., Москвин С.В. Лазерная терапия в косметологии и дерматологии. М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2010. 400 с.
4. Корягин А.А. Немедикаментозная коррекция физиологических механизмов психоэмоционального стресса: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Тула, 2004. 26 с.
5. Краяхин А.В. Системная диагностика эффективности лазерофореза биологически активных веществ: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тула, 2005. 26 с.
6. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. М.: Медицина, 2005. 256 с.
7. 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.
8. Митрофанов И.В. Немедикаментозные способы в комплексе восстановительных мероприятий при болезнях пародонта: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Тула, 2006. 24 с.
9. Москвин С.В. Системный анализ эффективности управления биологическими системами низкоэнергетическим лазерным излучением: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Тула, 2008. 38 с.
10. Москвин С.В., Гейниц А.В., Хазов М.Б., Федорщев И.А. Лазерофорез гиалуроновой кислоты и лазерные антицеллюлитные программы в косметологии (технология ЛАЗМИК®). М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2010. 96 с.
11. Рязанова Е.А. Физические способы восстановительной медицины в дерматокосметологии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Тула, 2007. 23 с.
12. Сергеев В.И., Бондарева И.Б. Математическая статистика в клинических исследованиях. М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 2000. 256 с.
13. Тихонова И.В., Танканаг А.В., Косякова Н.И., Чемерис Н.К. Изменения в функционировании микроциркуляторной системы человека в процессе старения // Клини. физиол. кровообращ. 2005. № 4. С. 53–60.
14. Улащик В.С. Очерки общей физиотерапии. Минск: Навука і тэхніка, 1994. 200 с.
15. Хадарцев А.А., Рязанова Е.А. Лазерофорез комплекса гиалуроновой и янтарной кислот в восстановительной терапии и косметологии // Тез. докл. IV конференции «Проблемы качества жизни в здравоохранении». М., 2006. № 4. С. 28.
16. Хадарцев А.А., Купеев В.Г., Зилов В.Г. и др. Диагностические и лечебно-восстановительные технологии при сочетанной патологии внутренних органов и систем. Тула: Тульский полиграфист, 2003. 172 с.
17. Хижняк Л.Н. Диагностика и контроль эффективности лечения заболеваний сосудов нижних конечностей с использованием матричных термовизионных систем: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Тула, 2006. 24 с.

Поступила в редакцию 06.09.2010 г.

Для контактов: Москвин Сергей Владимирович.
E-mail: 7652612@mail.ru