

В настоящее время разрабатываются все более эффективные и безопасные технологии, с помощью которых можно устранить морщины, повысить упругость кожи, улучшить ее цвет и др. [1; 2]. К наиболее перспективным современным методам относится воздействие низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) в сочетании с различными лекарственными средствами и биологически активными веществами, в частности препаратами гиалуроновой кислоты (ГК), — так называемый лазерофорез [3–7].

Экспериментально-клинические данные свидетельствуют о высокой терапевтической эффективности, неинвазивности, безболезненности, отсутствии осложнений и побочных эффектов, длительном и устойчивом эффекте от применения НИЛИ как самостоятельно, так и в сочетании с ГК [3; 5]. Однако вопросы оптимизации как параметров воздействия (длина волны, плотность мощности, время экспозиции и процедуры и др.), так и свойств ГК (происхождение, молекулярная масса и др.) остаются открытыми.

Для оценки качества лазерофореза может использоваться диагностика общего функционального состояния микроциркуляторного русла, выявление адаптационных резервов системы микроциркуляции методом лазерной доплеровской флоуметрии. Данный метод исследования, дополненный различными функциональными пробами, позволяет получить характеристики, отражающие факт системного и органного нарушения микроциркуляции кожи в процессе старения [8].

Основной проблемой применения лазерной терапии и лазерофореза, в частности, является отсутствие объективных и статистически достоверных показателей улучшения в состоянии пациента. Изменения в микроциркуляции и оксигенации крови достоверно и легко измеряются и являются подтвержденной реакцией организма на НИЛИ и другие факторы [9].

Целью настоящего исследования являлась сравнительная оценка изменений некоторых параметров микроциркуляции кожи после воздействия НИЛИ и лазерофореза отечественного (ЛАЗМИК® (далее по тексту Гель 1)) и зарубежных гелей с гиалуроновой кислотой.

Изменения показателей микроциркуляции после воздействия низкоинтенсивным лазерным излучением и лазерофореза гиалуроновой кислоты

Москвин С. В.¹, Зарубина Е. Г.², Антипов Е. В.²,
Рязанова Е. А.³

¹ Государственный научный центр лазерной
медицины ФМБА России

² НОУ ВПО Самарский медицинский институт
«Реавиз»

³ Московская медицинская академия
им. И. М. Сеченова

Москвин Сергей Владимирович
121165, Москва, ул. Студенческая, д. 40, стр. 1

Тел.: (916) 987 9095

E-mail: 7652612@mail.ru

Indicators of skin
microcirculation
in women of
different age
groups before
and after laser
foresis with
hyaluronic acid

Moskvin S.V.,
Zarubina E.G.,
Antipov E.V.,
Ryazanova E.A.

Материал и методы исследования

Обследовано 60 женщин без выраженной патологии в возрасте от 20 до 55 лет. В 4 опытные группы вошли по 10 женщин в возрасте от 45 до 55 лет. Контрольную группу составили 20 практически здоровых молодых женщин в возрасте от 20 до 30 лет. Параметры микроциркуляции у молодых женщин были приняты нами за контрольные цифры (условно — «норма»). План исследования был одобрен этическим комитетом НОУ ВПО Самарский медицинский институт «Реавиз». Все исследования проводились при наличии информированного добровольного письменного согласия пациенток.



В первой опытной группе проводилось воздействие только НИЛИ, во 2-й — лазерофорез аппаратного Геля 1 (Россия) [7], в 3-й — лазерофорез геля *Hialurox* (далее по тексту Гель 2) (Испания), в 4-й — лазерофорез геля *Vyonik-Hyaluronic Gel X00* (далее по тексту Гель 3) (Германия). В *табл. 1* представлены данные, полученные от производителей. Также мы посчитали необходимым включить в таблицу и стоимость гелей, поскольку это может послужить одним из критериев выбора препарата.

Наружное безыглекционное введение ГК в кожу осуществлялось воздействием НИЛИ с помощью аппарата лазерной и лазерно-вакуумной терапии «ЛАЗМИК®» производства ООО НИЦ «Матрикс», Москва (излучающая головка КЛО-780–90 со специальной насадкой ЛАЗМИК, длина волны 780–785 нм, непрерывный режим, средняя мощность 40–50 мВт).

Для оценки влияния НИЛИ и лазерофореза на микроциркуляцию кожи проводились измерения на многофункциональном диагностическом комплексе ЛАКК-М (ООО «Лазма», Москва). Измерения осуществлялись у пациентов после 30-минутного отдыха в одно и то же время в первой половине дня при комнатной температуре (23 ± 3 °С) в положении сидя в течение 10 минут до лазерофореза гиалуроновой кислоты, а также после первой,

пятой и десятой процедур по методикам, описанным в инструкции к прибору. Записи проводили на коже височной области.

Результаты исследования и их обсуждение

Параметры микроциркуляции, складывающиеся из количества эритроцитов, средней скорости движения эритроцитов в зондируемом объеме и коэффициента пропорциональности, широко применяются для диагностики патофизиологического состояния микроциркуляторного русла.

Установлено, что в среднем у женщин старших возрастных групп показатель микроциркуляции снижен по сравнению с показателем микроциркуляции женщин контрольной группы у пациентов первой, второй, третьей и четвертой групп на 18, 31, 17 и 15% соответственно (*табл. 2*).

Снижение показателя микроциркуляции у женщин старших возрастных групп по сравнению с молодыми связано с процессами старения и увядания кожи, в основе патогенеза которых лежат однотипные патофизиологические механизмы, обусловленные расстройствами микроциркуляции кожи и сосудов подкожной жировой клетчатки и скелетной

Таблица 1

Гели с гиалуроновой кислотой, используемые в исследовании

Название	Страна (производства), сайт производителя	Содержание ГК, %	Происхождение, размеры молекулы, нм	Стоимость одной процедуры (расход 5 мл), руб.
1. ЛАЗМИК®	Россия, http://www.matrix-kosmetolog.ru/	1,5	Нативная, 250–750	55,00
2. Hialurox	Испания, http://www.corpora.es/	Нет данных	Синтезированная, менее 250	1400,00
3. Vyonik-Hyaluronic Gel X00	Германия, http://www.beautylumis.com/	Нет данных	Синтезированная, нет данных	1350,00

Таблица 2

Показатель микроциркуляции, перф. ед.

	Контроль, n = 20	Только НИЛИ, n = 10	Лазерофорез, гель № 1, n = 10	Лазерофорез, гель № 2, n = 10	Лазерофорез, гель № 3, n = 10
До воздействия	8,72 ± 3,90	7,09 ± 2,52*	6,02 ± 1,77*	7,20 ± 1,98*	7,42 ± 1,87*
После 1-й процедуры		7,07 ± 2,28	5,63 ± 1,35	8,20 ± 3,08	7,87 ± 1,74
После 5-й процедуры		7,83 ± 1,91**	6,23 ± 2,06	9,26 ± 2,52	8,92 ± 2,01
После 10-й процедуры		8,09 ± 3,22**	9,86 ± 3,65***	9,79 ± 1,95***	8,92 ± 1,81***

Примечание: * — $p \leq 0,05$ по отношению к контролю; ** — $p \leq 0,05$ по отношению к измерениям до воздействия НИЛИ; *** — $p \leq 0,05$ по отношению к измерениям до лазерофореза.



мускулатуры. Они проявляются в виде вазоконстрикции артериол и капилляров, которая приводит к ишемии и венозно-лимфатическому застою в структурах тканей [10; 11].

С возрастом дерма становится менее васкуляризованной. По сравнению с кожей молодых людей у людей старших возрастных групп значительно меньше вертикальных капиллярных петель в сосочковом слое дермы. Кроме того, при старении происходит резкое уменьшение количества венул, что связывают с уменьшением количества тканевых базофилов, участвующих в синтезе гепарина — мощного ангиогенного фактора [11].

После 10 процедур воздействия НИЛИ у женщин старших возрастных групп показатель микроциркуляции повысился в среднем на 12% по сравнению с исходным, что подтверждает эффективность его влияния на процесс местного кровообращения и скорость кровотока в коже. Однако показатель микроциркуляции не превысил контрольных значений.

После 10 процедур лазерофореза гиалуроновой кислоты, входящей в состав гелей 1, у женщин старших возрастных групп показатель микроциркуляции повысился в среднем на 39% по сравнению со значением показателя до этих процедур, что также подтверждает эффективность их влияния на процесс местного кровообращения и скорость кровотока в коже. Показатель микроциркуляции превысил контрольные значения в среднем на 12%. То есть под влиянием лазерофореза микроциркуляция у женщин старших возрастных групп начинает соответствовать показателям молодых женщин.

После 10 процедур лазерофореза гиалуроновой кислоты, входящей в состав гелей 2 и 3, у женщин

старших возрастных групп показатель микроциркуляции повысился в среднем на 26,5 и на 17% соответственно по сравнению со значением этого показателя до лазерофореза. Показатель микроциркуляции превысил контрольные значения в среднем на 11% в случае применения геля 2.

Сатурация (оксигенация) смешанной крови, которая равна отношению доли света, поглощаемой оксигенированной фракцией гемоглобина, к сумме долей света, поглощаемых оксигенированной и дезоксигенированной фракциями гемоглобина, указывает на степень насыщения артериальной и смешанной крови кислородом (достаточное ли количество кислорода поступает в организм) и является одним из важнейших показателей кислородного обмена.

Было установлено, что параметры среднего относительного уровня кислородной сатурации для артериальной крови микроциркуляторного русла кожи лица оставались неизменными для молодых женщин и женщин старших возрастных групп, составляя в среднем 98%. В то же время средний уровень функциональной сатурации оксигемоглобина для смешанной крови в микроциркуляторном русле кожи лица молодых женщин выше, чем у женщин старших возрастных групп, в среднем на 23, 13, 18 и 15% соответственно для каждой опытной группы (табл. 3).

Указанные факты могут быть связаны как с интенсивным переходом оксигемоглобина в дезоксиформу и, как следствие, накоплением метгемоглобина в микроциркуляторном русле кожи при старении, так и с патофизиологическими механизмами, обусловленными расстройствами микроциркуляции кожи и сосудов подкожной жировой клетчатки и скелетной мускулатуры. Поскольку в микрососудистом

	Контроль, <i>n</i> = 20	Только НИЛИ, <i>n</i> = 10	Лазерофорез, гель № 1, <i>n</i> = 10	Лазерофорез, гель № 2, <i>n</i> = 10	Лазерофорез, гель № 3, <i>n</i> = 10
До воздействия	80,47 ± 4,66	61,68 ± 6,71*	69,53 ± 7,47*	66,22 ± 6,61*	68,44 ± 5,08*
После 1-й процедуры		67,69 ± 5,97	73,43 ± 9,05	69,01 ± 6,39	67,90 ± 6,01
После 5-й процедуры		74,52 ± 9,26**	75,55 ± 9,63	75,10 ± 5,69	72,88 ± 4,62
После 10-й процедуры		73,83 ± 9,18**	75,47 ± 5,67***	76,21 ± 4,30***	73,99 ± 3,98***

Примечание: * — $p \leq 0,05$ по отношению к контролю; ** — $p \leq 0,05$ по отношению к измерениям до воздействия НИЛИ; *** — $p \leq 0,05$ по отношению к измерениям до лазерофореза.

Таблица 3
Сатурация кислорода смешанной крови, %



русле кожи содержится артериальной крови с высоким содержанием сатурации в несколько раз меньше, чем венозной, с более низким содержанием сатурации, этот параметр для системы микроциркуляции более характеризует венозное содержание кислорода, то есть позволяет оценивать и потребление кислорода тканями.

После 10 процедур воздействия НИЛИ у женщин старших возрастных групп выявлено увеличение показателя сатурации в среднем на 16% по сравнению со значениями до воздействия. После 10 процедур лазерофореза гиалуроновой кислоты гелей 1 у женщин старших возрастных групп также выявлено увеличение показателя сатурации (в среднем на 10%) по сравнению со значениями до воздействия.

После 10 процедур лазерофореза гиалуроновой кислоты гелей 2 и 3 у женщин старших возрастных групп выявлено увеличение показателя сатурации на 13 и 8% соответственно по сравнению со значениями до воздействия.

Это может быть объяснено увеличением средней скорости движения эритроцитов, которая является одной из составляющих комплексного показателя микроциркуляции крови.

Было установлено, что у женщин старших возрастных групп относительный объем фракции эритроцитов в области исследования на коже лица ниже во всех опытных группах, чем у молодых женщин, в среднем на 33, 11, 32 и 25% соответственно (табл. 4).

Это связано с общими процессами старения и увядания кожи, в основе патогенеза которых лежат патофизиологические механизмы, обусловленные расстройствами микроциркуляции кожи и сосудов подкожной жировой клетчатки и скелетной мускулатуры [10].

После 10 процедур воздействия НИЛИ не наблюдалось достоверных изменений в относительном содержании фракции эритроцитов по сравнению с показателями до воздействия. После воздействия лазерофореза гиалуроновой кислоты по технологии ЛАЗМИК® у женщин старших возрастных групп изменений этого показателя относительно показателей до воздействия также не выявлено.

После 10 процедур лазерофореза гиалуроновой кислоты гелей 2 и 3 у женщин старших возрастных групп выявлено достоверное повышение относительного содержания фракции эритроцитов на 13 и 10% соответственно.

Один из комплексных показателей микроциркуляции крови — индекс перфузионной сатурации кислорода — равен отношению сатурации микрокровотока к среднему значению перфузии. Он является диагностическим параметром взаимосвязи сатурации и перфузии.

Установлено, что у женщин старшей возрастной группы, где производилось воздействие только НИЛИ, после 10 процедур не обнаружено достоверных изменений индекса перфузионной сатурации кислорода в микрокровотоке по сравнению со значением до воздействия. В группе, где производилось воздействие лазерофорезом гелями 1, после 10 процедур выявлено снижение индекса перфузионной сатурации кислорода в микрокровотоке кожи в среднем на 33% по сравнению со значением до воздействия (табл. 5), что может быть связано с общим повышением показателя микроциркуляции в коже лица.

После 10 процедур воздействия лазерофорезом гелями 2 и 3 обнаружено снижение индекса перфузионной сатурации кислорода на 15 и 10%.

Одним из комплексных показателей микроциркуляции крови является индекс удельного

Таблица 4
Относительный
объем фракции
эритроцитов, %

	Контроль, n = 20	Только НИЛИ, n = 10	Лазерофорез, гель № 1, n = 10	Лазерофорез, гель № 2, n = 10	Лазерофорез, гель № 3, n = 10
До воздействия	6,53 ± 1,82	4,40 ± 1,48*	5,83 ± 2,72*	4,44 ± 2,34*	4,89 ± 2,13*
После 1-й процедуры		4,78 ± 1,73	5,55 ± 1,64	4,38 ± 1,27	4,71 ± 1,20
После 5-й процедуры		4,78 ± 1,85	5,24 ± 2,49	5,28 ± 1,85	5,61 ± 1,40
После 10-й процедуры		4,83 ± 0,98*	5,69 ± 1,67*	5,06 ± 1,74**	5,39 ± 1,21**

Примечание: * — $p \leq 0,05$ по отношению к контролю; ** — $p \leq 0,05$ по отношению к измерениям до воздействия НИЛИ.



потребления кислорода в ткани, равный отношению сатурации артериальной крови, который определяется методом пульсоксиметрии, к значению сатурации смешанной крови. Выявлено увеличение индекса удельного потребления кислорода в ткани у женщин старших возрастных групп на 23, 13, 18 и 15% соответственно для каждой группы (табл. 6), что связано с общим снижением сатурации смешанной крови у женщин опытных групп по сравнению с молодыми, хотя сатурация артериальной крови во всех группах, в том числе и контрольной, одинаковая и равна 98%.

Было установлено, что у женщин старшей возрастной группы, где производилось воздействие только НИЛИ, после 10 процедур обнаружено снижение индекса удельного потребления кислорода в коже на 16% по сравнению со значением до воздействия. Это может быть связано с повышением значения сатурации смешанной крови после воздействия НИЛИ.

В группе, где производилось воздействие лазерофорезом гелями 1, после 10 процедур выявлено снижение индекса удельного потребления кислорода в среднем на 8% по сравнению со значением до воздействия.

После 10 процедур воздействия лазерофорезом гелями 2 и 3 обнаружено снижение индекса удельного потребления кислорода на 13 и 8%.

Выводы

1. В коже лица у женщин старших возрастных групп по сравнению с молодыми выявлено снижение показателя микроциркуляции крови в среднем на 20%, снижение функционального насыщения кислородом в среднем на 17%, снижение относительного объема фракции эритроцитов в среднем на 25%, повышение индекса удельного потребления кислорода в ткани в среднем на 17%.

2. После воздействия низкоинтенсивным лазерным излучением по технологии ЛАЗМИК® отмечено повышение показателя микроциркуляции крови в среднем на 12%, повышение функционального насыщения кислородом в среднем на 16%, снижение индекса удельного потребления кислорода в коже в среднем на 16% относительно исходного состояния.

3. После лазерофореза гиалуроновой кислоты по технологии ЛАЗМИК® отмечено повышение показателя микроциркуляции крови в среднем на 34%, повышение функционального насыщения кислородом в среднем на 10%, снижение индекса перфузионной сатурации кислорода в среднем на 33%, снижение индекса удельного потребления кислорода в коже в среднем на 8% относительно исходного состояния.

	Контроль, n = 20	Только НИЛИ, n = 10	Лазерофорез, гель № 1, n = 10	Лазерофорез, гель № 2, n = 10	Лазерофорез, гель № 3, n = 10
До воздействия	9,22 ± 3,47	8,70 ± 2,65*	11,5 ± 2,61*	9,19 ± 1,65*	9,22 ± 3,84*
После 1-й процедуры		9,57 ± 2,96	13,04 ± 3,84	8,41 ± 3,14	8,63 ± 2,93
После 5-й процедуры		9,52 ± 2,52	12,13 ± 2,99	8,11 ± 3,28	8,17 ± 3,06
После 10-й процедуры		9,12 ± 1,53	7,65 ± 1,68**	7,78 ± 2,95**	8,29 ± 2,80**

Примечание: * — $p \leq 0,05$ по отношению к контролю; ** — $p \leq 0,05$ по отношению к измерениям до воздействия НИЛИ.

	Контроль, n = 20	Только НИЛИ, n = 10	Лазерофорез, гель № 1, n = 10	Лазерофорез, гель № 2, n = 10	Лазерофорез, гель № 3, n = 10
До воздействия	1,22 ± 0,28	1,59 ± 0,49*	1,41 ± 1,72*	1,48 ± 0,34*	1,43 ± 0,13*
После 1-й процедуры		1,45 ± 0,63	1,33 ± 1,64	1,42 ± 0,27	1,44 ± 0,20
После 5-й процедуры		1,32 ± 0,85	1,30 ± 0,49	1,30 ± 0,85	1,34 ± 0,40
После 10-й процедуры		1,33 ± 0,98**	1,30 ± 0,67*	1,29 ± 0,74***	1,32 ± 0,21***

Примечание: * — $p \leq 0,05$ по отношению к контролю; ** — $p \leq 0,05$ по отношению к измерениям до воздействия НИЛИ; *** — $p \leq 0,05$ по отношению к измерениям до лазерофореза.

Таблица 5

Индекс перфузионной сатурации кислорода в микроциркуляции кожи, отн. ед.

Таблица 6

Индекс удельного потребления кислорода в ткани, отн. ед.



4. После лазерофореза гиалуроновой кислоты по технологии ЛАЗМИК® с применением гелей 2 и 3 отмечено повышение показателя микроциркуляции крови в среднем на 22%, повышение функционального насыщения кислородом в среднем на 10%, снижение индекса перфузионной сатурации кислорода в среднем на 13%, снижение индекса удельного потребления кислорода в коже в среднем на 10% относительно исходного состояния.

5. Полученные данные доказывают более высокую эффективность сочетанного воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения и гиалуроновой кислоты на кожу по сравнению с воздействием

только НИЛИ, а также свидетельствуют о более высокой эффективности применения гелей 1 по сравнению с использованием гелей 2 и 3.

6. Исследованием установлено, что нормализация показателей микроциркуляции после лазерофореза гиалуроновой кислоты по технологии ЛАЗМИК® происходит после 5–10-й процедуры, что указывает на системный характер воздействия и нормализацию физиологических (трофических, пластических и метаболических) процессов в коже. Это безусловное преимущество данной технологии введения гиалуроновой кислоты по сравнению с инъекционным методом.

Литература

1. Марголина А.А., Эрнандес Е.И. Новая косметология. Т. 1. – М.: Клавель, 2005.
2. Руководство по дерматокосметологии/Под ред. Е.Р. Аравийской и Е.В. Соколовского. – СПб.: Фолиант, 2008.
3. Москвин С.В. Системный анализ эффективности управления биологическими системами низкоинтенсивным лазерным излучением: Автореф. дис.... докт. биол. наук. – Тула, 2008.
4. Москвин С.В., Ачилов А.А. Основы лазерной терапии. – М. –Тверь: Триада, 2008.
5. Москвин С.В., Гейниц А.В., Хазов М.Б. и др. Лазерофорез гиалуроновой кислоты и лазерные косметологические программы (технология ЛАЗМИК®). – М. –Тверь: Триада, 2010.
6. Рязанова Е.А. Физические способы восстановительной медицины в дерматокосметологии: Автореф. дис.... канд. мед. наук. – Тула, 2007.
7. Рязанова Е.А., Хадарцев А.А. Лазерофорез гиалуроновой кислоты в профилактике и восстановительной терапии нарушений функций кожи // Фундамент. исследования. – 2006. – Т. 9. – С. 110–111.
8. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови: Руководство для врачей/Под ред. А.И. Крупаткина, В.В. Сидорова. – М.: Медицина, 2005.
9. Парахонский А.П. Проблемы и перспективы низкоинтенсивной лазерной терапии // Успехи соврем. естествознания. – 2008. – Т. 1. – С. 58.
10. Ахтямов С.Н., Бутов Ю.С. Практическая дерматокосметология: Учебное пособие. – М.: Медицина, 2003.
11. Частная физиотерапия: Учебное пособие/Под ред. Г.Н. Пономаренко. – М.: Медицина, 2005.