

Изменения некоторых физиологических показателей кожи после лазерофореза различных гелей на основе гиалуроновой кислоты

Целью исследования являлась оценка флуоресцентного показателя потребления кислорода, показателя эффективности кислородного обмена, уровня флуоресценции белков кожи у женщин старших возрастных групп до и после воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) и лазерофореза различных гелей на основе гиалуроновой кислоты. Обследовано 40 практически здоровых женщин в возрасте 45–55 лет, разделенных на 4 группы в зависимости от применявшегося геля. 20 молодых здоровых женщин составили контрольную группу. Диагностика микроциркуляции проводилась методами лазерной доплеровской флоуметрии, оптической тканевой оксиметрии и лазерной флуоресценции. Исследование подтвердило положительное влияние НИЛИ и лазерофореза на микроциркуляцию крови в коже лица женщин старших возрастных групп. При этом снижается уровень флуоресценции коллагена и эластина, то есть происходит снижение уровня деструктурированных белков. Снижение уровня липофуцина свидетельствует о существенном благотворном влиянии лазерофореза геля ЛАЗМИК на систему антиоксидантной защиты. При этом лучшие результаты показал лазерофорез отечественного геля с гиалуроновой кислотой ЛАЗМИК®.

¹Эта статья является продолжением исследования: Москвин С.В., Зарубина Е.Г., Антипов Е.В., Рязанова Е.А. Изменения показателей микроциркуляции после воздействия низкоинтенсивным лазерным излучением и лазерофореза гиалуроновой кислоты // Современные проблемы дерматовенерологии, иммунологии и врачебной косметологии. — 2011. — № 1. — С. 35–40.

Ключевые слова: микроциркуляция в коже лица; НИЛИ; лазерофорез гелей с гиалуроновой кислотой; гель ЛАЗМИК

The paper describes the effects of low intensity laser irradiation (LILI) and laser pheresis of gels with gilauronic acid on methabolic processes in the face skin. The effect on microcirculation

Москвин С.В.¹, Антипов Е.В.², Зарубина Е.Г.²,
Рязанова Е.А.²
¹ФГУ «ГНЦ ЛМ ФМБА РФ»
²НОУ ВПО СМИ «Реавиз»

Москвин Сергей Владимирович
Тел. (495) 765–26–12
E-mail: 7652612@mail.ru

CHANGES
OF SOME
PHYSIOLOGICAL
PARAMETERS
OF SKIN AFTER
LASER-PHERESIS
OF VARIOUS
GILAUROIC ACID
CONTANING GELS
Moskvin S.V.,
Antipov E.V.,
Zarubina E.G.,
Ryazanova E.A.

and oxygen exchange studied by laser Doppler fluorimetry, optical tissue oxymetry, and laser fluorescent diagnostics permitted to evaluate not only tissue response but also cellular methabolism. Oxygen exchange which reflects microcirculation, oxygen blood saturation, and NADH/FAD fluorescence, was improved in women aged skin after LILI and laser pheresis. The decrease in autofluorescence of collagen and elastin demonstrated an improvement in the amount of denatutared dermal proteins. The decrease in lipofuscin after LASMIC gel laserpheresis manifested an improvement in antioxidant defense system.

Keywords: laser therapy, laser pheresis, efficacy of oxygen exchange, collagen, elastin, laser Doppler fluorimetry, laser fluorescent diagnostics



Введение

Большой интерес для исследователей представляет изучение изменений, которые происходят в коже с возрастом, в первую очередь в плане трофического обеспечения, это важно как с медицинской точки зрения, так и с эстетической [1; 2].

Одним из наиболее интересных объектов исследования являются компоненты систем энергетического обмена — восстановленные пиридиннуклеотиды (НАДН, НАДФН) и окисленные флавопротеиды (флавинадениндинуклеотид, ФАД), а также белки клеток кожи, такие как коллаген, эластин и липофусцин. С возрастом меняется также пространственная структура (морфология) ткани, что приводит к изменению ее оптических и спектральных характеристик [3–5].

Однако до сих пор остается открытым вопрос о связи флуоресценции НАДН и ФАД и белков кожи с системой микроциркуляции, хотя понятно, что комплексная оценка этих показателей позволяет более объективно судить о состоянии энергетического метаболизма кожи, в частности под воздействием НИЛИ и лазерофореза.

Целью настоящего исследования являлась оценка флуоресцентного показателя потребления кислорода, показателя эффективности кислородного обмена, уровня флуоресценции белков кожи у женщин старших возрастных групп до и после воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения и лазерофореза различных гелей на основе гиалуроновой кислоты.

Материал и методы исследования

Исследование проводилось на базе Самарского медицинского института «Реавиз» в период с сентября 2010 года по март 2011 года. План исследования

был одобрен этическим комитетом НОУ ВПО «Самарский медицинский институт «Реавиз». Все исследования проводились при наличии информированного добровольного письменного согласия пациенток.

Обследовано 60 женщин без выраженной патологии в возрасте от 20 до 55 лет. В контрольную группу включены 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. В 4 опытные группы вошли по 10 женщин в возрасте от 45 до 55 лет.

Критерии включения: отсутствие выраженной патологии кровообращения и заболеваний, нарушающих микроциркуляцию; отсутствие вредных привычек; отсутствие противопоказаний к воздействию лазерного излучения; воздержание от приема лекарственных препаратов, алкогольных и кофеиносодержащих напитков за 30 минут до процедуры как минимум.

В первой опытной группе проводилось воздействие только НИЛИ, во 2-й — лазерофорез аппаратного геля с гиалуроновой кислотой ЛАЗМИК (Россия), в 3-й — лазерофорез геля Hialurox (Испания), в 4-й — лазерофорез геля Byonik — Hyaluronic Gel X00 (Германия) (табл. 1).

Особенностью исследования являлось комплексное использование нескольких методов: диагностика микроциркуляции методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), оптической тканевой оксиметрии (ОТО) и лазерной флуоресцентной диагностики (ЛФД) [4–6], что позволяет оценить не только параметры тканей в целом (например, микроциркуляцию), но и клеточный метаболизм. То есть мы рассматриваем биологическую систему физиологического регулирования (кожи человека) в целом, во взаимодействии клеток, тканей и кровеносной системы, а не отдельные ее части.

Таблица 1
Гели
с гиалуроновой
кислотой,
используемые
в исследовании

№ п/п	№ 1	№ 2	№ 3
Наименование	ЛАЗМИК	Hialurox	Byonik — Hyaluronic Gel X00
Содержание ГК, %	1,5	1,5	1,5
Размеры молекулы, нм	250–1000	250	250



Лазерофорез ГК осуществлялся после 30-минутного отдыха с помощью аппарата лазерной и лазерно-вакуумной терапии ЛАЗМИК[®] (излучающая головка КЛО-780-90 со специальной насадкой ЛАЗМИК, длина волны 780-785 нм, непрерывный режим, средняя мощность 40-50 мВт, по 0,5-1 минут на зону, общее время воздействия 10 минут по всему лицу).

Для оценки изменений параметров исследования у пациентов проводились измерения с помощью многофункционального диагностического комплекса ЛАКК-М. Измерения осуществлялись при совмещении метода ЛДФ, ОТО и ЛФД. Зонд устанавливался на височную область. При этом диагностика транспорта кислорода в микроциркуляторном русле и его потребление тканью оценивались комплексной характеристикой — эффективностью кислородного обмена (ЭКО), которая равна произведению показателя микроциркуляции (среднее значение перфузии М) на индекс удельного потребления кислорода и на флуоресцентный показатель потребления кислорода (ФПК) ферментов, участвующих в дыхательной цепи [4; 5].

Комплексный показатель микроциркуляции крови — индекс удельного потребления кислорода в ткани определяли по формуле:

$$U = SpO_2 / SO_2, \quad (1)$$

где SpO_2 — сатурация кислородом артериальной крови (определяется пульсоксиметрией).

Оценивалась флуоресценция липофусцина, коллагена и эластина кожи. Для оценки флуоресценции применялся коэффициент флуоресцентной контрастности биоткани, определяемый по формуле:

$$K_f = 1 + (I_f - I_l) / (I_f + I_l),$$

где I_f — максимум (пик) интенсивности в линии флуоресценции фермента, I_l — максимум в интенсивности пика в лазерной линии [5].

Измерения проводились у пациентов в одно и то же время в первой половине дня при комнатной температуре 23 °С в положения сидя после 30-минутного отдыха.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования обнаружена флуоресценция восстановленных пиридиннуклеотидов (НАДН) на длине волны 480-490 нм, а также флуоресценция окисленных флавопротеидов на длине волны 520 нм. Однако сами по себе показатели амплитуды флуоресценции указанных флуорофоров на этих волнах являются малоинформативными и не несут информации о состоянии микроциркуляторного русла кожи и обменных процессов в ней. Для оценки такого состояния требуется использовать комплексные показатели, такие как флуоресцентный показатель потребления кислорода (ФПК) и показатель эффективности кислородного обмена (ЭКО), используя и совмещая различные методы: ЛДФ, ЛФД, ОТО.

В результате проведенных исследований методом ЛФД выявлено, что у женщин старших возрастных групп по сравнению с молодыми ФПК снижен на 21%, что может быть объяснено сниженным значением амплитуды флуоресценции НАДН и увеличенным значением амплитуды ФАД (рис. 1, табл. 2).

Показатель ФПК напрямую связан с ЭКО. Обнаружено, что в среднем у женщин старших

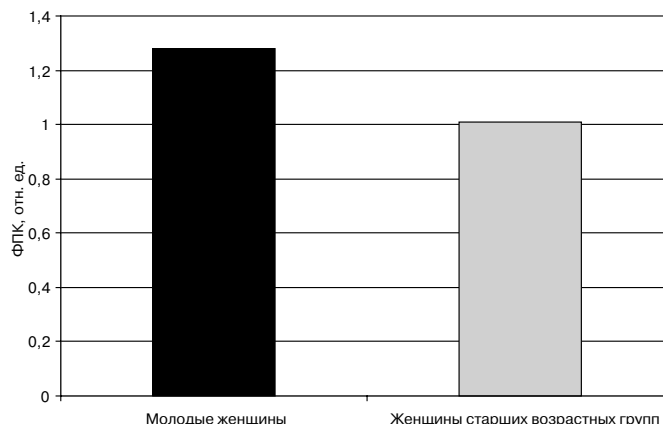


Рис. 1
Флуоресцентный показатель потребления кислорода: ■ — контроль, □ — опытные группы.



Рис. 2

Эффективность
кислородного
обмена:

■ — контроль,

■ — опытные

группы

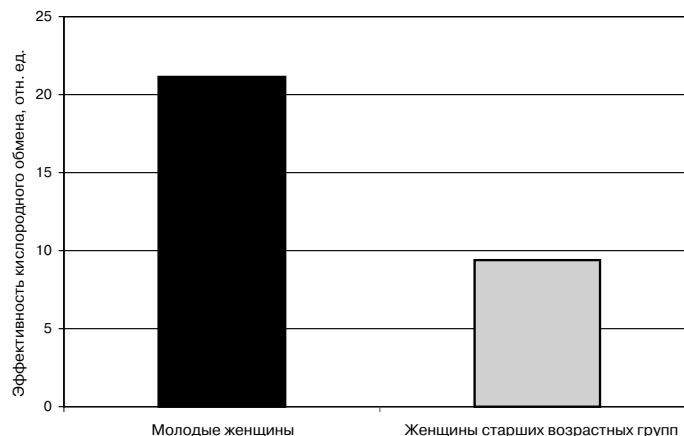


Таблица 2

Флуоресцентный
показатель
потребления
кислорода,
отн. ед.

Группы	ФПК
Контроль (молодые женщины), n=20	1,28±0,11
Опытные группы (женщины старших возрастных групп), n=40	1,01±0,09*

* $p \leq 0,05$ по отношению к контролю.

Таблица 3

Эффективность
кислородного
обмена, отн. ед.

Группы	Эффективность кислородного обмена
Контроль (молодые женщины), n=20	21,1±1,79
Опытные группы (женщины старших возрастных групп), n=40	9,40±1,55*

* $p \leq 0,05$ по отношению к контролю.

возрастных групп эффективность кислородного обмена снижена на 44% по сравнению с молодыми (рис. 2, табл. 3).

На основании совмещения методов ЛДФ, ЛФД и ОТО получены данные по ЭКО, из которых можно сделать вывод о сниженном показателе микроциркуляции (ПМ) крови в коже лица женщин старших возрастных групп по сравнению с молодыми, поскольку ЭКО прямо пропорциональна среднему значению перфузии по выражению (1).

Одним из ранних признаков нарушений микроциркуляции кожи являются локальный спазм приносящих артериолярных сосудов, застойные явления в посткапиллярно-венулярных сосудах и снижение

интенсивности кровотока в нутритивном звене капиллярного русла [7]. При развитии патологического процесса, связанного с объемным дефицитом капиллярного кровотока, страдают тонкие механизмы, регулирующие транскапиллярный массоперенос и обменные процессы в тканях [5]. При этом наиболее важные компоненты цепи переноса электронов (НАД⁺/НАДН, ФАД/ФАДН₂, окисленные и восстановленные цитохромы, порфирины и т. д.) имеют характерные спектры поглощения и флуоресценции, зависящие от окислительно-восстановительного потенциала. Поэтому даже самые незначительные изменения этого параметра проявляются в спектральных характеристиках [2]. Регистрация люминесцентных характеристик таких ключевых компонентов окислительного метаболизма, как НАДН и ФАД, открывает



возможность тонкого слежения за состоянием энергетического аппарата клетки [8]. После воздействия НИЛИ показатель ФПК увеличился на 11%, а ЭКО повысился в среднем на 15%. После лазерофореза ГК гелями № 1–3 показатель ФПК увеличился на 14%.

После лазерофореза ГК (гель № 1) показатель ЭКО повысился в среднем на 40%, что подтверждает эффективность влияния лазерофореза на процесс местного кровообращения, скорости кровотока и потребление кислорода в коже (рис. 3, табл. 4). После лазерофореза ГК, входящей в состав гелей № 2 и 3, показатель эффективности кислородного обмена повысился в среднем на 24 и 28% соответственно (рис. 3, табл. 4).

Если сравнить по этим показателям воздействие НИЛИ и лазерофореза, то можно видеть значительно больший эффект от воздействия лазерофореза, в

чем проявляется выраженный синергизм действия лазерофореза.

Комплексные параметры, такие как ФПК и ЭКО, являются более информативными характеристиками состояния микроциркуляции крови и обмена веществ в коже по сравнению с их оценкой отдельными способами. Современный уровень понимания возрастных изменений, происходящих в организме, требует разработки и внедрения более объективных количественных методов системного и комплексного анализа для осмысления инволюционных процессов, происходящих в тканях, органах и системах человека при старении [5].

Выявлено увеличение коэффициента флуоресцентной контрастности коллагена и эластина у женщин старших возрастных групп по сравнению с молодыми женщинами на 33% (рис. 4, табл. 5).

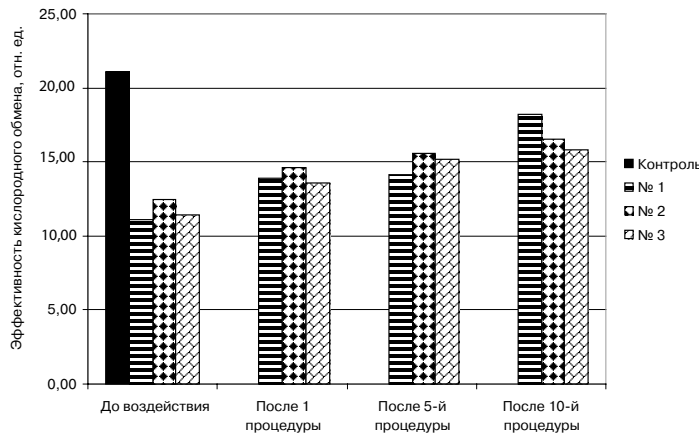


Рис. 3
Эффективность кислородного обмена в норме, до и после лазерофореза различных гелей

	Контроль (молодые женщины), n=20	Гель № 1, n=10	Гель № 2, n=10	Гель № 3, n=10
До воздействия	21,10±1,12	11,1±1,03*	12,5±1,30*	11,4±1,15*
После 1-й процедуры		13,9±0,95	14,6±1,08	13,6±0,99
После 5-й процедуры		13,9±0,95	14,6±1,08	13,6±0,99
После 10-й процедуры		18,2±1,25**	16,5±0,85**	15,8±1,23**

Таблица 4
Эффективность кислородного обмена, до и после лазерофореза различных гелей, отн. ед.

*p<0,05 по отношению к контролю.



Рис. 4

Коэффициент
флуоресцентной
контрастности кол-
лагена и эластина

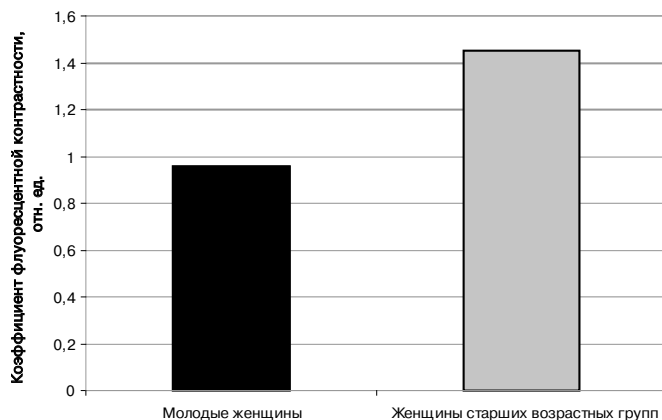


Таблица 5

Коэффициент
флуоресцентной
контрастности
коллагена и элас-
тина, отн. ед

Молодые женщины	0,96±0,21
Женщины старших возрастных групп	1,45±0,18*

* $p \leq 0,05$ по отношению к контролю.

Рис. 5

Коэффициент
флуоресцентной
контрастности
эластина и колла-
гена, до и после
лазерофореза
различных гелей

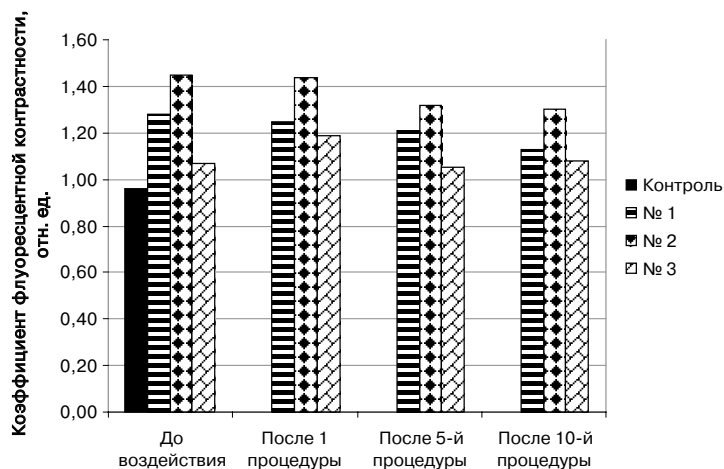


Таблица 6

Коэффициент
флуоресцентной
контрастности
коллагена и элас-
тина, до и после
лазерофореза
различных гелей
отн. ед.

	Контроль (молодые женщины), n=20	Гель № 1, n=10	Гель № 2, n=10	Гель № 3, n=10
До воздействия	0,96±0,21	1,28±0,08*	1,45±0,09*	1,07±0,17*
После 1-й процедуры		1,25±0,15	1,44±0,18	1,19±0,25
После 5-й процедуры		1,21±0,11	1,32±0,15	1,05±0,22
После 10-й процедуры		1,13±0,05**	1,30±0,35**	1,08±0,13

* $p \leq 0,05$ по отношению к контролю. ** $p \leq 0,05$ по отношению к измерениям до лазерофореза.

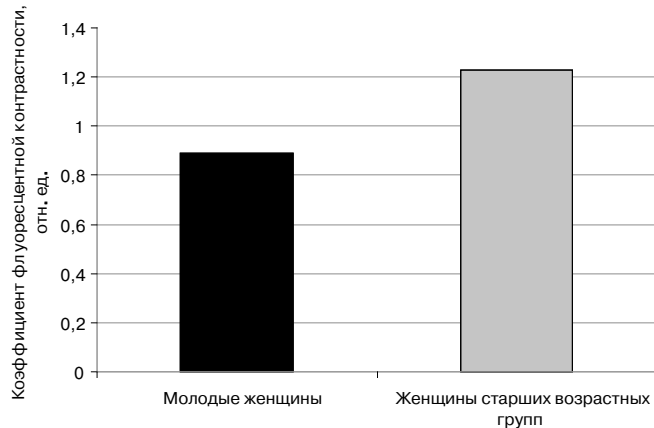


Рис. 6

Коэффициент
флуоресцентной
контрастности
липофусцина

Молодые женщины	0,89±0,11
Женщины старших возрастных групп	1,23±0,08*

Таблица 7

Коэффициент
флуоресцентной
контрастности
липофусцина,
отн. ед.

* $p \leq 0,05$ по отношению к контролю.

Обнаружено также снижение коэффициента флуоресцентной контрастности коллагена и эластина после воздействия лазерофореза геля № 1 и 2 в среднем на 11% (рис. 5, табл. 6).

Выявлено увеличение коэффициента флуоресцентной контрастности у женщин старших возрастных групп по сравнению с молодыми женщинами на 28% (рис. 6, табл. 7).

Достоверные различия в уровне липофусцина (на 12%) обнаружены только после лазерофореза геля ЛАЗМИК; только НИЛИ и лазерофорез других гелей не приводили к изменениям.

Заключение

Таким образом, исследование подтвердило положительное влияние НИЛИ и лазерофореза на микроциркуляцию крови в коже лица у женщин старших возрастных групп и на снижение уровня флуоресценции коллагена и эластина — то есть обнаружено снижение уровня деструктурированных белков. Снижение уровня липофусцина свидетельствует о существенном благотворном влиянии лазерофореза геля ЛАЗМИК на систему антиоксидантной защиты. При этом лучшие результаты показал лазерофорез отечественного геля с нативной гиалуроновой кислотой ЛАЗМИК[®].

Литература

1. *Калюжная Л.Д., Шармазан С.И., Моисеева Е.В.* и др. Место гиалуроновой кислоты в проблеме старения кожи // Эстетич. мед. — 2009. — Т. 4, № 10. — С. 44–46.
2. *Потекаев Н.Н., Ткаченко С.Б., Шугинина Е.А.* и др. Особенности нарушения микроциркуляции при различных типах старения кожи // Кардиоваск. тер. и профилактика. — 2008. — № 3. — С. 107–110.
3. *Горенков Р.В., Карпов В.Н.* и др. Хроническая гипоксия как один из факторов повышенной флуоресценции эндогенных порфиринов в живых биологических тканях // Биофизика. — 2007. — Т. 52, № 4. — С. 711–717.
4. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. Руководство для врачей / Под ред. *Крупаткина А.И., Сидорова В.В.* — М.: Медицина, 2005.
5. Оптическая биомедицинская диагностика: Учебное пособие для вузов / Пер. с англ. под ред. *В.В. Тучина*; в 2 т. Т. 2. — М.: Физматлит, 2007.
6. *Карнаухов В.Н.* Люминесцентный анализ клеток: учебное пособие [Электронный документ]. — Пушкино, 2002.
7. *Козлов В.И.* Система микроциркуляции крови: клиничко-морфологические аспекты изучения // Регион. кровообращ. и микроциркуляция. — 2006. — 5. — С. 84–101.
8. *Прокопьев В.Е.* Биофизические механизмы воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения на биологические ткани и оптические методы диагностики их состояния: Автореф. дис. докт. физ.-мат. наук. — Томск, 2004.

КРАСОТА и ЗДОРОВЬЕ – все в Ваших руках!

Лазерный физиотерапевтический комплекс «Матрикс-Косметолог»

Все для лазерной косметологии и дерматологии:

- аппараты лазерной терапии;
- аппараты для вакуумного и лазерно-вакуумного массажа;
- аппаратные гели и кремы;
- восстанавливающие и омолаживающие маски;
- широкий спектр лазерных и светодиодных головок;
- специализированные лазерные головки для лазерной гиалуронопластики и биоревитализации (лазерофореза);
- насадки для лазерно-вакуумного и лазерно-иппликаторного массажа;
- насадки для лазеропунктуры;
- очки защитные;
- уникальные авторские аппаратные косметологические методики;
- система обучения во всех регионах России;
- широкая сеть дилеров.

Все современные методы сочетанной
и комбинированной лазерной терапии:

- лазерно-вакуумный массаж;
- лазерно-иппликаторный массаж;
- лазеропунктура;
- лазерофорез;
- лазерная гиалуронопластика;
- лазерная биоревитализация кожи и др.



Аппарат для лазерной терапии
и лазерно-вакуумного массажа
ЛАЗМИК



Аппарат для вакуумного массажа
Матрикс-ВМ



Широкий спектр светодиодных
излучающих головок
для хромоцветотерапии
(зеленые, желтые, красные, синие)



Специализированные
аппаратные гели,
крема и маски
ЛАЗМИК



Специализированные
защитные очки
ЛАЗМИК



Лазерный терапевтический
аппарат **Матрикс** (4 канала)



Специализи-
рованные лазерные
излучающие головки
для лазерофореза

Специализированные
насадки **Матрикс-
Косметолог**



Научно-исследовательский центр «Матрикс»

125367, Москва, а/я 33, тел.: (495) 765-2612; e-mail: 7652612@mail.ru; <http://www.matrix-kosmetolog.ru/>