



Возможности применения светодиодного излучения длиной волны 650 нм (красный свет) в коррекции инволюционных изменений кожи лица

В.В. Кирьянова, Т.Н. Королькова, А.С. Кириллова

Кафедра физиотерапии и медицинской реабилитации Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова, г. Санкт-Петербург, Россия

Обосновано применение светодиодного излучения длиной волны 650 нм (красный свет) для коррекции инволюционных изменений кожи лица на основании доказанного специфического влияния изучаемого фактора на морфофункциональные структуры кожи и на функциональные параметры кожи (влажность, трансэпидермальная потеря воды, эластичность), отражающие инволюционные изменения кожи лица.

Ключевые слова: инволюционные изменения кожи лица, светодиодное излучение, красный свет, функциональные параметры кожи

Введение. Видимый свет является основной составляющей солнечного спектра, воздействующим на живые организмы и играющим ключевую роль в сохранении жизни на Земле. Изучение влияния видимого света и его спектральных составляющих на организм человека продолжается не одно столетие и с каждым годом всё больше привлекает внимание современной медицины широким диапазоном терапевтического применения в сочетании с минимальным количеством противопоказаний и осложнений [1].

На сегодняшний день неоспоримым фактом является специфичность биологического воздействия каждого спектра видимого излучения, учитывая избирательное поглощение электромагнитного излучения различных длин волн соответствующими фотоакцепторами биологических тканей [2]. Известно, например, что биофизические механизмы воздействия красного светодиодного излучения реализуются за счёт поглощения световой волны молекулами ДНК, молекулярным кислородом, такими ферментами как каталаза, цитохромоксидаза, супероксиддисмутаза, щелочная фосфатаза и пр. [2,3].

Пороговая доза облучения, необходимая для запуска тех или иных клеточных биохимических процессов, также является строго индивидуальной для каждого спектра видимого излучения [4,5].

Наше исследование было посвящено изучению влияния светодиодного излучения длиной волны 650 нм (красный свет) на инволюционные процессы кожи лица. Базисной основой работы послужила экспериментальная часть исследования, в ходе ко-

торой было установлено специфическое действие красного света на морфологические структуры кожи и определена оптимальная доза светового облучения [6].

Цель исследования. Обосновать возможность применения светодиодного излучения длиной волны 650 нм (красный свет) для коррекции инволюционных изменений кожи лица.

Материал и методы. Исследование состояло из экспериментальной и клинической части. В эксперименте на 70 самцах белых мышей было изучено воздействие видимого излучения красного, зелёного, синего и фиолетового света на морфологические структуры кожи. В качестве источника видимого излучения использовался аппарат «Спектр И». Лабораторные животные были разделены на группы с учётом применяемой дозы облучения: 500 мДж/см², 1000 мДж/см², 5000 мДж/см². Облучение проводилось ежедневно в течение 10 дней.

В рамках клинической части работы было исследовано влияние светодиодного излучения длиной 650 нм (красный свет) на функциональные параметры кожи лица, отражающие её инволюционные изменения у 33 женщин в возрастной группе от 33 до 45 лет. У каждой пациентки, принявшей участие в исследовании, было получено добровольное информированное согласие на проведение процедур.

Исследуемой областью послужила средняя и нижняя треть лица слева, аналогичная зона справа рассматривалась в качестве контроля. Источником



узкополосного излучения красного видимого света являлся аппарат «Спектр ЛЦ - 02». Время облучения было определено на 1-ом этапе работы и составило 67 секунд, что эквивалентно дозе светового облучения 500 мДж/см². Для каждой зоны применялась контактная стабильная методика облучения. Терапевтический курс составил 10 процедур, выполняемых с интервалом в один день.

С помощью оборудования Multi Probe Adapter MPA измерялись показатели корнеометрии, мексаметрии, PH-метрии, ТЭПВ-метрии, эластометрии (параметры R0, R2, R4, R6, R8, F0, F1) до начала, в середине и после окончания терапевтического курса.

Полученные клинические данные обрабатывались с использованием программной системы STATISTICA for Windows (версия 5.5 Лиц. №AXXR402C29502 3FA). Критерием статистической достоверности получаемых выводов мы считали общепринятую в медицине величину $P < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенного нами гистологического исследования кожных лоскутов лабораторных животных под влиянием красного светодиодного излучения (доза 500 мДж/см²) отмечалось более плотное, упорядоченное расположение коллагеновых волокон сосочкового слоя дермы по сравнению с контрольными образцами. При использовании дозы облучения 1000 мДж/см², в облучаемых образцах наблюдалось скопление тучных клеток до 7-9 в поле зрения, преимущественно периваскулярно, в отдельных клетках наблюдалась дегрануляция. При использовании дозы облучения 5000 мДж/см², в изучаемых препаратах на фоне сохранения плотной, упорядоченной структуры коллагеновых волокон наблюдалась картина фиброзирования стенок сосудов дермы и подкожно-жировой клетчатки. Существенных изменений волокнистых структур кожи относительно контрольных образцов

под воздействием видимого излучения синего, фиолетового и зелёного светанами не отмечалось.

Полученные гистологические результаты позволили предположить специфическое влияние узкополосного видимого излучения длиной волны 650 нм (красный свет) при дозе облучения 500 мДж/см² на коллагеновый каркас дермы и были подтверждены клинической частью работы.

По окончании терапевтического курса воздействия красным светодиодным излучением 80% исследуемых пациенток отметили улучшение тургора кожи, разглаживание мелких морщин, уменьшение глубины носогубной складки на стороне воздействия.

Улучшение внешнего вида пациенток подтвердилось динамикой ряда функциональных показателей кожи, характеризующих её возрастные изменения. Индекс трансэпидермальной потери воды (ТЭПВ) является главным показателем, характеризующим потерю воды клетками путём испарения через кожный барьер. Увеличение этого показателя с возрастом приводит к развитию инволюционных процессов в коже, особенно, в случае преобладания мелкоморщинистого типа старения [7,8].

В результате воздействия красным светодиодным излучением на кожу лица к 10-й процедуре было отмечено достоверное уменьшение индекса трансэпидермальной потери воды (ТЭПВ) в области нижней части левой щеки и подбородка ($p < 0,05$) относительно значений контрольной группы (рис. 1 и 2).

Данные рисунки 1 и 2, также демонстрируют достоверное уменьшение индекса ТЭПВ после 10-й процедуры относительно исходных значений в облучаемой зоне и в зоне контроля, как в области подбородка, так и нижней части щеки.

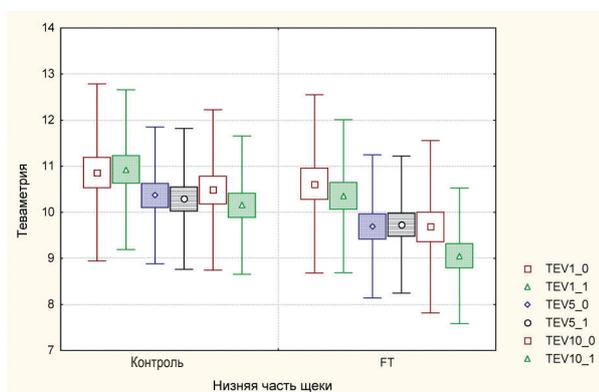


РИС. 1. ДИНАМИКА ИНДЕКСА ТЭПВ КОЖИ НИЖНЕЙ ЧАСТИ ЩЕКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ КРАСНОГО СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ПО ОСИ ОРДИНАТ УКАЗАНЫ ЗНАЧЕНИЯ ИНДЕКСА ТЭПВ (Г/Ч/М²)

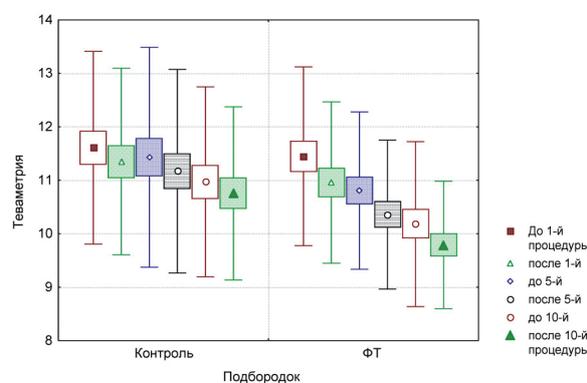


РИС. 2. ДИНАМИКА ИНДЕКСА ТЭПВ КОЖИ ПОДБОРОДОЧНОЙ ОБЛАСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ КРАСНОГО СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ПО ОСИ ОРДИНАТ УКАЗАНЫ ЗНАЧЕНИЯ ИНДЕКСА ТЭПВ (Г/Ч/М²)

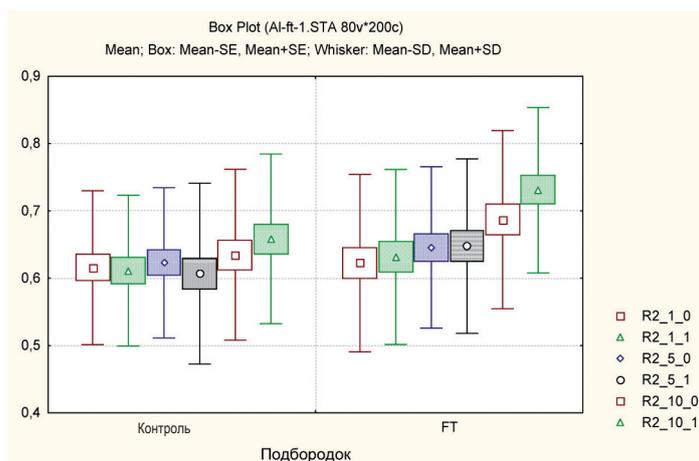


РИС. 3. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЯ ЭЛАСТОМЕТРИИ R2 ПОДБОРОДОЧНОЙ ОБЛАСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ КРАСНОГО СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ПО ОСИ ОРДИНАТ УКАЗАНЫ ЗНАЧЕНИЯ R2 (мм)

Представленные результаты позволяют сделать вывод, что под воздействием светодиодного излучения красного света происходит уменьшение потери воды клетками кожи, повышение влажности кожи и, как следствие, замедление инволюционных процессов кожи лица, особенно, при мелкоморщинистом типе старения. Уменьшение индекса ТЭПВ в контрольных участках кожи лица позволяет предположить рефлекторное действие светодиодного излучения длиной волны 650 нм в сегментарных зонах лица.

Повышение уровня увлажнённости кожи под воздействием видимого света длиной волны 650 нм подтверждается также увеличением показателя корнеометрии, характеризующего содержание воды в роговых клетках эпидермиса кожи, во всех исследуемых зонах относительно значений контрольной группы на 7% ($p < 0,1$).

В ходе работы нами была изучена динамика эластических свойств кожи лица под воздействием красного светодиодного излучения. Сопrotивляемость кожи к отрицательному давлению и её способность возвращаться в исходное состояние отображались в виде кривых в конце каждого измерения, с помощью которых рассчитывались исследуемые показатели эластичности кожи, описание которых приводится в таблице.

После окончания курса лечения было отмечено достоверное увеличение показателя эластометрии R2 (для кожи подбородочной области и верхней части щеки $p < 0,05$), характеризующего эластичность (рис. 3 и 4).

На рисунке 3 представлены достоверные отличия показателя R2 подбородочной области не только между значениями экспериментальной и контроль-

ТАБЛИЦА. ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕРЯЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛАСТИЧНОСТИ КОЖИ

Показатель	Характеристика показателя
R0	Первая максимальная амплитуда кривой эластичности. Определяет растяжимость кожи.
R2	Отношение между величиной остаточной деформации и максимальной амплитудой деформации кожи (эластичность). Чем ближе значение к 1 (100 %) - тем более упругая кривая.
R4	Последняя минимальная амплитуда кривой эластичности. Определяет «эффект утомления» кожи, проявляющийся, как способность уменьшения остаточной деформации с каждым новым всасыванием.
R6	Упруго-вязкая часть на упругой части кривой. Чем меньше значение, тем выше эластичность.
R8	Чем ближе значение к 0, тем больше способность кожи к возврату в ее исходное состояние.
F0	Вычисляется из общей площади кривой всасывания. Для упругого материала эта область близка к 0
F1	Вычисляется из общей площади кривой расслабления. Для упругого материала эта область близка к 0

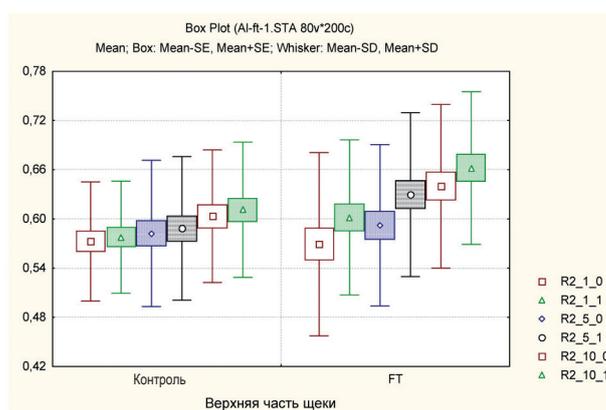


РИС. 4. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЯ ЭЛАСТОМЕТРИИ R2 ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ЩЕКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ КРАСНОГО СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ПО ОСИ ОРДИНАТ УКАЗАНЫ ЗНАЧЕНИЯ R2 (ММ)

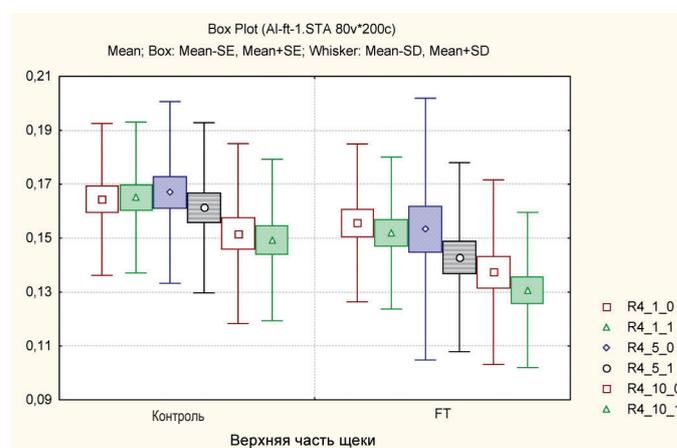


РИС. 5. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЯ ЭЛАСТОМЕТРИИ R4 ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ЩЕКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ КРАСНОГО СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ПО ОСИ ОРДИНАТ УКАЗАНЫ ЗНАЧЕНИЯ R4 (ММ)

ной зон, но и между параметрами 1-й и 10-й процедур, как для облучаемой, так и для контрольной зоны.

Относительно верхней части щеки достоверное увеличение показателя R2 после окончания терапевтического курса по сравнению с исходными значениями наблюдалось только в зоне воздействия световым фактором (рис. 4).

В области нижней части щеки статистически значимых изменений R2 под влиянием красного светодиода между параметрами 1-й и 10-й процедур, а также относительно аналогичной контрольной зоны получено не было.

Также об улучшении эластических свойств кожи лица может свидетельствовать и достоверное уменьшение показателя эластометрии R4, характеризующего так называемый «эффект утомления» кожи, в области средней трети лица относительно контрольных значений ($p < 0,05$). Между значени-

ями R4 средней трети лица облучаемой стороны, полученными после 10-й процедуры, и исходными параметрами также прослеживались достоверные отличия (рис. 5). Для области нижней трети лица статистически значимых изменений R4 нами не отмечалось.

Уменьшение значений показателя эластометрии R6 (упруго-вязкая часть на упругой части эластометрической кривой) относительно контрольных параметров под влиянием изучаемого светового фактора ($P < 0,05$ для нижней трети лица) представлено на рисунках 6 и 7.

На рисунках 6 и 7 видно, что достоверное уменьшение показателя R6 прослеживается в нижней трети лица после 10-й процедуры относительно исходных значений как в облучаемых зонах, так и в зонах контроля ($p < 0,05$).

О повышении способности кожной складки к возврату в исходное состояние после растяжения

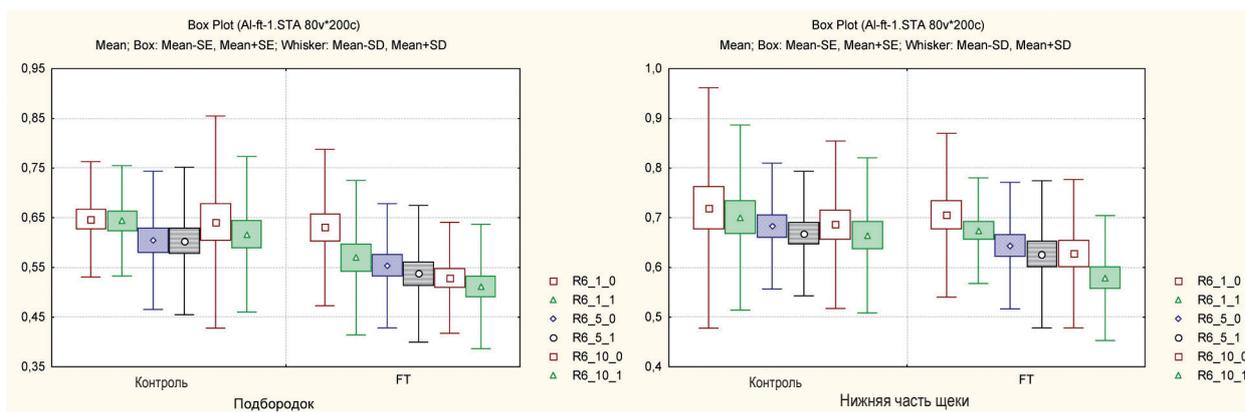


РИС. 6. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЯ R6 ПОДБО-РОДОЧНОЙ ОБЛАСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ КРАСНОГО СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ПО ОСИ ОРДИНАТ УКАЗАНЫ ЗНАЧЕНИЯ R6 В ММ

РИС. 7. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЯ R6 НИЖНЕЙ ЧАСТИ ЩЕКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ КРАСНОГО СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ПО ОСИ ОРДИНАТ УКАЗАНЫ ЗНАЧЕНИЯ R6 В ММ

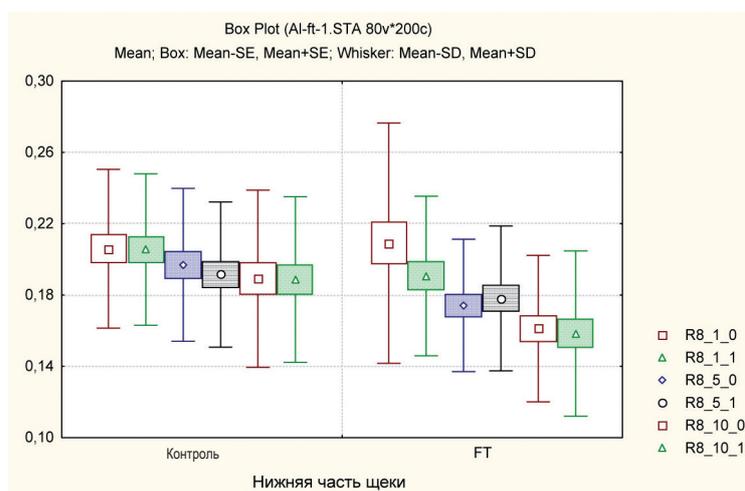


РИС. 8. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЯ ЭЛАСТОМЕТРИИ R8 НИЖНЕЙ ЧАСТИ ЩЕКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ КРАСНОГО СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ПО ОСИ ОРДИНАТ УКАЗАНЫ ЗНАЧЕНИЯ R8 (ММ)

свидетельствует уменьшение к 10-й процедуре показателя эластометрии R8. Достоверные изменения относительно контрольных значений были отмечены после окончания терапевтического курса в области нижней части щеки ($p < 0,05$). Достоверное уменьшение значений R8 после 10-й процедуры относительно исходных параметров регистрировалось также в области нижней части щеки, как в облучаемой зоне, так и в зоне контроля (рис. 8).

В области верхней части щеки к 10-й процедуре отмечалось уменьшение значений показателя R8 на 11% по сравнению с контрольной группой ($p < 0,1$). Относительно подбородочной области статистически значимых изменений R8 не отмечалось.

Нами также были исследованы параметры F0, F1, характеризующие упругие свойства кожи (чем более упругий материал, тем ближе к нулю их значения),

было получено достоверное уменьшение значений F0 к 10-й процедуре во всех облучаемых зонах относительно контрольных значений ($p < 0,05$). Также достоверные отличия наблюдались между параметрами заключительной процедуры и исходными значениями для всех исследуемых областей, как в экспериментальных, так и в контрольных зонах (рис. 9-11).

Достоверное уменьшение показателя эластометрии F1 относительно контрольных значений отмечалось только в области нижней части щеки ($p < 0,05$). В этой области достоверные отличия наблюдались также между исходными значениями и параметрами 10-й процедуры, как в экспериментальной, так и в контрольной зонах (рис. 12). В области верхней части щеки на 10-й процедуре наблюдалось уменьшение значений показателя F1 на 20% ($p < 0,1$).

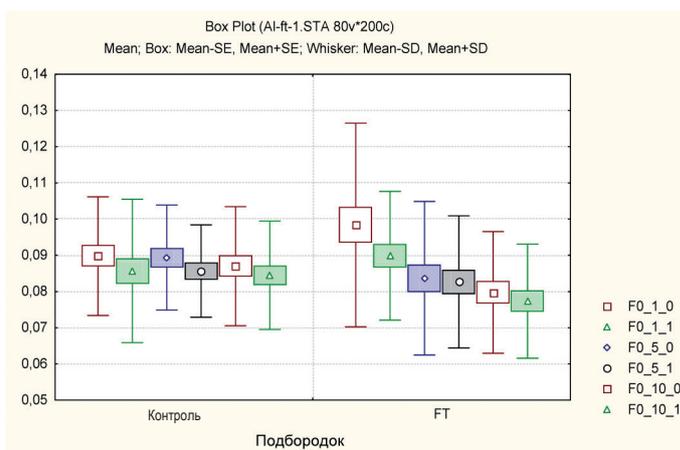


РИС. 9. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЯ ЭЛАСТОМЕТРИИ F0 ПОДБОРОДОЧНОЙ ОБЛАСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ КРАСНОГО СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ПО ОСИ ОРДИНАТ УКАЗАНЫ ЗНАЧЕНИЯ F0 (ММ)

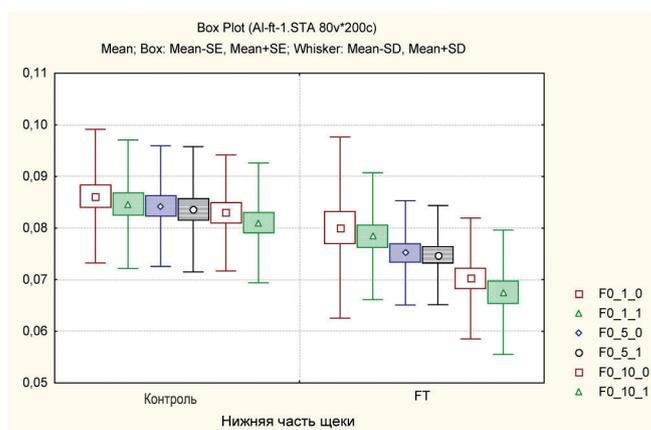


РИС. 10. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЯ ЭЛАСТОМЕТРИИ F0 НИЖНЕЙ ЧАСТИ ЩЕКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ КРАСНОГО СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ПО ОСИ ОРДИНАТ УКАЗАНЫ ЗНАЧЕНИЯ F0 (ММ)

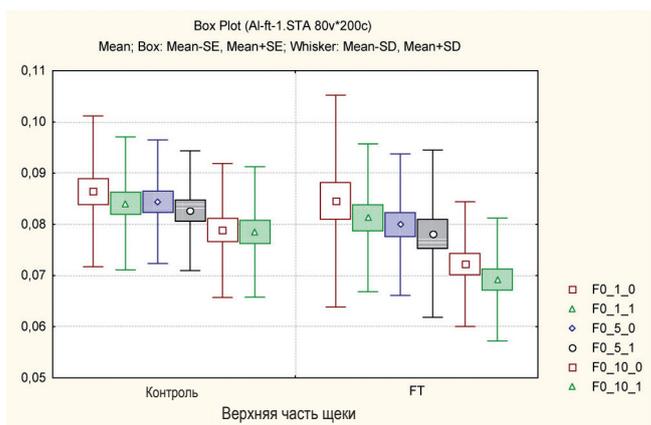


РИС. 11. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЯ ЭЛАСТОМЕТРИИ F0 ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ЩЕКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ КРАСНОГО СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ПО ОСИ ОРДИНАТ УКАЗАНЫ ЗНАЧЕНИЯ F0 (ММ)

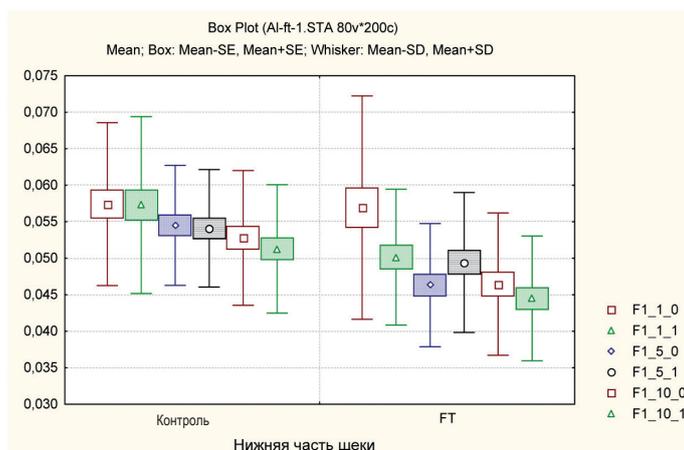


РИС. 12. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЯ ЭЛАСТОМЕТРИИ F1 НИЖНЕЙ ЧАСТИ ЩЕКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ КРАСНОГО СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ПО ОСИ ОРДИНАТ УКАЗАНЫ ЗНАЧЕНИЯ F1 (ММ)

Представленные выше данные свидетельствуют, что под воздействием некогерентного узкополосного излучения длиной волны 650 нм видимой части оптического диапазона электромагнитных волн происходят изменения эластических свойств кожи лица, характеризующиеся увеличением способности кожной складки к возврату в исходное состояние после растяжения, уменьшением растяжимости, повышением упругих свойств кожи. Полученные нами изменения могут расцениваться в качестве коррекции и замедления возрастных изменений кожи лица, особенно при деформационном типе старения.

Статистически достоверных изменений показателей R0, РН-метрии и мексаметрии относительно контрольных значений зарегистрировано не было.

Таким образом, полученные экспериментальные данные о влиянии красного светодиодного излучения на морфологические структуры кожи были подтверждены результатами проведенного клинического исследования. Нами были получены статистически достоверные данные, свидетельствующие об уменьшении ТЭПВ, увеличении содержания воды в клетках рогового слоя эпидермиса, повышении эластических свойств кожи (увеличение значений R2, уменьшение значений R4, R6, R8, F0, F1).

Результаты данной работы позволяют рекомендовать применение красного светодиодного излучения со средней длиной волны 650 нм в практике физиотерапевтов и косметологов с целью коррекции возрастных изменений кожи лица, как в составе комплексного лечения, так и в виде монотерапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егорова Г.И. Применение светового излучения инфракрасного и видимого диапазонов в лечебной практике / Г.И.Егорова, В.В.Кириянова, А.В.Максимов – СПб: ИТМО. - 1996. - 30с.
2. Веселовский А.Б. Тенденции развития, разработка и исследование физиотерапевтической аппаратуры для фототерапии / А.Б.Веселовский, В.В.Кириянова, А.С.Митрофанов// Оптические и лазерные технологии, сборник статей, выпуск 1. -СПб. - 2001. - С. 149-164
3. Состояние структур кожи мышей после экспериментального воздействия различных спектров видимого монохромного некогерентного излучения / В.В.Кириянова, Н.М.Хмельницкая, А.С.Филиппович, А.Попов. - Мат-лы Межд. науч.-практ. конф. «Низкоинтенсивное лазерное и светодиодное излучение в медицине и биологии». - СПб, 2009. - С. 38-40
4. Гейниц А.В. Лазерная терапия в косметологии и дерматологии /А.В.Гейниц, С.В.Москвин// -М. -Тверь: Издательство «Триада». - 2010.- 400с.
5. Ильин Д.А. Воздействие спектральных составляющих света видимого диапазона на клетки соединительной ткани /Д.А.Ильин// – Сборник научных трудов «Естествознание и гуманизм». - Новосибирск. Т. 3. Вып. 3. -2006.- С. 22-24
6. Комарова Л.А. Лечебные методики применения лазерного и светодиодного излучения в инфракрасном и видимом диапазонах от комплекса «Спектр» / Л.А.Комарова, Г.И.Егорова, В.В.Кириянова// - СПб: СПбМАПО. -1996. -57с.
7. Губанова Е.И. Инволюционные изменения кожи нижней трети лица у женщин (клинико-функциональное исследование): автореф. дис... д-ра мед. наук /Е.И.Губанова. - М. - 2010. - 44с.
8. Карандашов В.И. Фототерапия /В.И.Карандашов, Е.В.Петухов, В.С.Зродников. - М.: «Медицина». -2001. -392с.



Summary

Possibilities of application light-emitting-diode wavelength of 650 nm (red light) in correction of involuntional changes of facial skin

V.V. Kiryanova, T.N. Korolkova, A.S. Kirillova

Northwestern State Medical University named after Il Mechnikov, Saint-Petersburg, Russia

It was proved the application of LED emission wavelength of 650 nm (red light) for the correction of involuntional changes in skin based on proven specific effect of studied factors on morphofunctional skin structure and functional parameters of the skin (moisture, transepidermal water loss, elasticity), reflecting the involuntional changes in facial skin.

Key words: involuntional changes of skin, LED light, red light, the functional parameters of the skin

АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Кириянова Вера Васильевна – заведующая кафедрой физиотерапии и медицинской реабилитации Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И.Мечникова; Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д.41
E-mail: kiryanova_vv@mail.ru