

**ЭФФЕКТ ВОЗДЕЙСТВИЕ КРАСНОГО СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
НА БИОАМИНСОДЕРЖАЩИЕ СТРУКТУРЫ КОЖИ**

О.А. ЕФРЕМОВА, Л.А. ЛЮБОВЦЕВА, Е.Н. ИГНАТЬЕВА, Ш.Я. ГАМЗАЛИЕВА, М.В. БУРМИСТРОВА

*Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова,
Московский пр-т, д. 15 Чебоксары, 428015, Россия, e-mail: oefremova13@rambler.ru*

Аннотация. Монохромный красный светодиодный свет ежедневно оказывает воздействие на человека, так как красные монохромные светодиодные лампы являются популярным элементом оформления интерьеров жилищных и развлекательных помещений. Влияние монохромного излучения исследовано недостаточно, в связи с недавним началом их производства в промышленных масштабах. В связи с чем, настоящая работа посвящена выявлению структурных изменений в коже экспериментальных мышей после облучения их светодиодным светом длиной волны 690 нм (красный свет). Нами при люминесцентно-гистохимическом исследовании кожи мышей контрольной группы обнаружены биогенные амины в гранулярных люминесцирующих и тучных клетках дермы, а также в эпидермисе, гиподерме и в волосных фолликулах. Выявлено, что облучение мышей красным светодиодным светом снизило содержание гистамина, серотонина и катехоламинов в изученных структурах. В межклеточном окружении гранулярных люминесцирующих и тучных клетках также выявлено снижение биогенных аминов. Наибольшее снижение нейрамина после воздействия красным светом наблюдалось в эпидермисе и волосных фолликулах. Выявлено, что серотониновый индекс у мышей опытной группы не изменился по сравнению с контрольной группой.

Ключевые слова: светодиодное излучение, кожа, гранулярные люминесцирующие клетки, тучные клетки, гистамин, серотонин, катехоламины.

EFFECT OF RED LED RADIATION ON BIOAMINSINFLOWING SKIN STRUCTURES

O.A. EFREMOVA, L.A. LUBOVITSEVA, E.N. IGNATYEVA, S.Y. GAMZALIEVA, M.V. BURMISTROVA

*Chuvash State I.N. Ulyanov University, Moscow Avenue, 15, Cheboksary, 428015, Russia,
e-mail: oefremova13@rambler.ru*

Abstract. Monochrome red LED light daily affects the person, as red monochrome LED lamps are a popular element of interior design of living and entertainment spaces. The influence of monochromatic radiation has not been studied sufficiently, in connection with the recent commencement of their production on an industrial scale. This work is devoted to revealing structural changes in the skin of experimental mice after irradiation with their LED light at a wavelength of 690 nm (red light). The authors detected biogenic amines in the granular luminescent (GLC) and mast cells (MC) of the dermis, as well as in the epidermis, hypodermis, and in the hair follicles during a luminescence-histochemical study of the skin of the control group mice. It was revealed that irradiation of mice with red LED light reduced the content of histamine, serotonin (ST) and catecholamines (CA) in the studied structures. In the intercellular environment of GLC and MC, a decrease in biogenic amines was also detected. The greatest decrease in neuroamines after exposure to red light was observed in the epidermis and hair follicles. It was revealed that the serotonin index in the mice of the experimental group did not change in comparison with the control group.

Key words: led radiation, skin, granular luminescent cells, mast cells, histamine, serotonin, catecholamines.

Введение. Красные монохромные светодиодные лампы в современном мире получили очень широкое распространение. Они являются популярным элементом оформления интерьеров жилищных и развлекательных помещений, офисов, витрин, рекламных конструкций. Светодиодные прожекторы используются для освещения больших строительных объектов, на площадях, для декоративного освещения зданий и сооружений. Они считаются биологически индифферентными, безопасными и широко используются в быту. Таким образом, монохромный красный светодиодный свет ежедневно оказывает воздействие на человека. Но влияние такого света на различные ткани человеческого организма, генерируемого узкополосными светодиодами, в настоящее время исследовано недостаточно, в связи с недавним началом их производства в промышленных масштабах.

Цель исследования – выявить содержание нейрамина в биоаминсодержащих структурах кожи при облучении мышей монохромным светодиодным излучением длиной волны 690 нм (красный цвет).

Задачи исследования:

1. выявить морфологические и количественные изменения в биоаминсодержащих структурах кожи при облучении мышей красными лучами спектра.

2. определить изменения серотонинового индекса (ведущий медиатор) в биоаминсодержащих структурах кожи после воздействия красными лучами спектра.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования была кожа 40 мышей – самцов массой 18 гр. Животные были разделены на 2 группы:

1. интактная группа (20) – животные содержались при естественном освещении.

2. опытная группа (20) – животные содержались в течение 7 дней с 7:30 до 17 ч при облучении их лампочкой с монохромным светодиодным излучением с длиной волны 690 нм (красный свет). Расстояние от излучателя до опытных животных составило 30 см, что исключает воздействие теплового эффекта и обеспечивает равномерность светового потока.

Все процедуры по уходу за мышами осуществлялись согласно «Правилам проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приказ МЗ РФ от 19.06.2003 № 267).

Органы изымались после гильотинирования. Криостатные срезы свежемороженых органов толщиной 15 мкм исследовались люминесцентно-гистохимическими методами:

1. метод Фалька-Хилларпа (1962) в модификации Е.М. Крохиной (1969) применялся для выявления моноаминов: *катехоламинов* (КА) и *серотонина* (СТ) в содержащих их структурах. Метод основан на реакции конденсации катехоламинов и серотонина с формальдегидом, которые в результате дегидратации превращаются в интенсивно люминесцирующие структуры;

2. метод Кросса с соавт. (1971) применялся для идентификации гистаминсодержащих структур. Метод основан на реакции паров ортофталевого альдегида с гистамином, в ходе которой образуется флуоресцирующее соединение.

3. метод спектрофлуориметрии использовался для идентификации и количественного выражения уровней СТ, КА и гистамина в тканевых структурах селезенки. Для этого на люминесцентный микроскоп Лейка ДМ 1000 была установлена дополнительная насадка ФМЭЛ-1А. Замер интенсивности свечения производился в единицах флуоресценции (условные единицы (у.е.) по шкале регистрирующего прибора-усилителя).

4. с целью определения влияния ведущего нейромедиатора на общий физиологический процесс определяли *серотониновый индекс* (I_s), являющийся средней от суммы частных соотношений содержания C/KA . Его расчёт проводили по формуле: $I_s = \sum \frac{[C]}{[KA]} / N$, где C – концентрация серотонина в одной клетке; KA – концентрация катехоламинов в одной клетке; n – число обследованных клеток; I_s – серотониновый индекс.

4. статистическая обработка полученных цифровых данных проведена с помощью пакета программ *Microsoft office*. Достоверность результатов оценивалась с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни.

Результаты и их обсуждение. Нами при люминесцентно-гистохимическом исследовании кожи мышей контрольной группы обнаружены биогенные амины в ГЛК и ТК дермы, а также в эпидермисе, гиподерме и в волосяных фолликулах (табл. 1).

ГЛК в коже интактной группы мышей располагались в основном на границе сетчатого слоя дермы и гиподермы (рис. 1). Встречались места, где ГЛК образовывали скопления клеток с различным числом крупных разнокалиберных гранул, люминесцировавших ярким желтоватым или лимонным свечением. По литературным данным именно ГЛК имеют значение регуляторов автономных функций различных органов на клеточном уровне [4, 6]. ТК в коже интактной группы мышей располагались в сосочковом и сетчатом слоях дермы рядом с сосудами и волосяными фолликулами по 5-6 клеток в поле зрения. Они содержали мелкие одинаковой величины гранулы и люминесцировали более тусклым по сравнению с ГЛК желтоватым свечением (рис. 3).

После семидневного облучения мышей красным светодиодным светом при исследовании на гистамин наибольшие изменения были выявлены в эпидермисе и волосяных фолликулах. По сравнению с интактной группой, содержание гистамина в эпидермисе снизилось в 2,3 раза, в волосяных фолликулах – в 3,6 раз (табл. 1).

ГЛК выявлялись в сетчатом и сосочковом слоях дермы рядом с кровеносными сосудами и волосяными фолликулами. Чаще всего ГЛК были мелкими и люминесцировали более тусклым желтоватым свечением по сравнению с ГЛК интактной группы мышей. Содержание в них гистамина после облучения мышей красным светом снизилось в 2 раза по сравнению с контролем. При этом в межклеточном окружении ГЛК содержание гистамина также снизилось (табл. 1).

Интенсивность люминесценции биогенных аминов в цитоструктурах кожи (у.е.)

Контрольная группа						
Цитоструктуры	Клеточные структуры			Микроокружение клеток		
	КА	СТ	Г	КА	СТ	Г
ГЛК дермы	198,6±0,05	146,8±0,04	235±0,02	138±0,02	94±0,04	150±0,01
Тучные клетки	105,3±0,001	75,3±0,6	153,1±0,05	79,3±0,04	55,3±0,04	118,3±0,005
Эпидермис	204,7±0,001	118,8±0,03	246,2±0,001	-	-	-
Волосяные фолликулы	554,3±0,002	327±0,01	556,4±0,004	-	-	-
Гиподерма	304,2±0,008	189,7±0,04	326,7±0,05	-	-	-
Опытная группа (красный свет)						
Цитоструктуры	Клеточные структуры			Микроокружение клеток		
	КА	СТ	Г	КА	СТ	Г
ГЛК дермы	93,3±0,04*	64,1±0,03*	112±0,04*	61±0,05*	42,5±0,01*	71±0,01*
Тучные клетки	58±0,05*	38,1±0,05**	71,7±0,02**	50,6±0,02*	31,8±0,01*	59,3±0,01*
Эпидермис	80,2±0,04*	46,8±0,05**	106,1±0,02*	-	-	-
Волосяные фолликулы	217±0,009**	126,2±0,005*	298,1±0,001*	-	-	-
Гиподерма	128,2±0,01*	75,7±0,01*	298,1±0,02*	-	-	-

Примечание: Г – гистамин, СТ – серотонин, КА – катехоламины; ГЛК – гранулярные люминесцирующие клетки, $P \leq 0,05^*$ – по сравнению с контрольной группой, $P \leq 0,001^{**}$ – по сравнению с контрольной группой

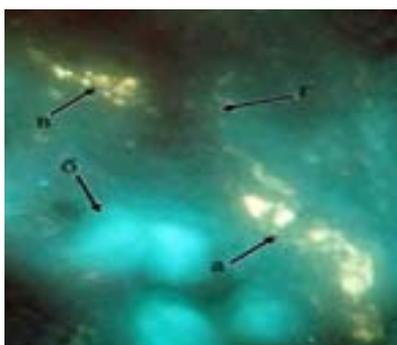


Рис. 1. Локализация КА и серотонина в цитоструктурах кожи контрольной группы мышей. а. гранулярные люминесцирующие клетки. б. гиподерма. в. тучные клетки. Метод Фалька. Лейка ДМ 1000. Об. 40. Гомаль 1,7

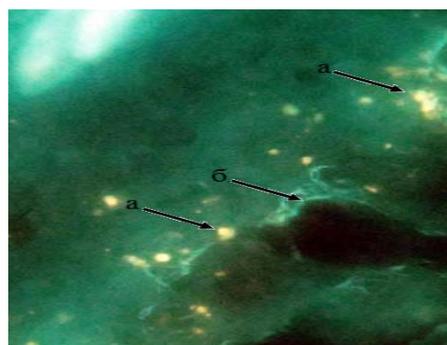


Рис. 2. Локализация КА и серотонина в цитоструктурах кожи мышей, облучавшихся светодиодным красным светом. а. гранулярная люминесцирующая клетка б. кровеносный сосуд. Метод Фалька. Лейка ДМ 1000. Об. 40. Гомаль 1,7

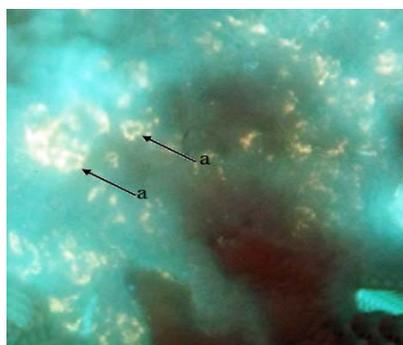


Рис. 3. Локализация гистамина в цитоструктурах кожи контрольной группы мышей. а. тучные клетки. Метод Кросса. Лейка ДМ 1000. Об. 40. Гомаль 1,7

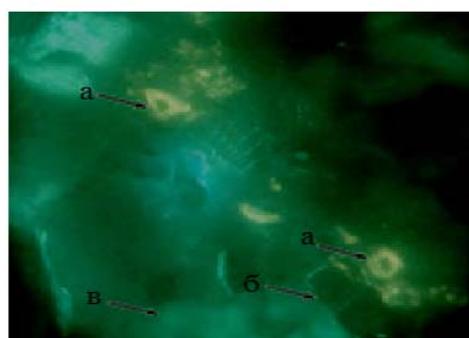


Рис. 4. Локализация гистамина в цитоструктурах кожи мышей, облучавшихся светодиодным красным светом. а. тучные клетки. б. кровеносный сосуд. в. гиподерма. Метод Кросса. Лейка ДМ 1000. Об.40. Гомаль 1,7

ТК выявлялись в дерме рядом с сосудами и волосяными фолликулами по 1-2 клетки в поле зрения, реже по 4-5 (рис. 4). Многие из них были частично или полностью дегранулированными. Гранулы тучных клеток после воздействия красным светодиодным излучением люминесцировали тусклым желтоватым свечением. Содержание гистамина в них снизилось в 2 раза по сравнению с интактной группой (табл. 1).

Наименьшим изменениям подверглась гиподерма. Содержание гистамина в ней снизилось в 1,8 раз (табл. 1).

При исследовании на КА и СТ наибольшие изменения были выявлены в эпидермисе, в волосяных фолликулах и гиподерме. По сравнению с интактной группой содержание КА и СТ в эпидермисе, волосяных фолликулах и гиподерме у мышей, облучавшихся красным светом снизилось в среднем в 2,5 раза (табл. 1).

Выявленные в дерме ГЛК были в основном мелкими и люминесцировали более тусклым желтоватым свечением по сравнению с ГЛК контрольной группы (рис. 2). Содержание КА в ГЛК у мышей, облучавшихся красным светом снизилось в 2,1 раза, а содержание СТ – в 2,2 раза по сравнению с интактной группой (табл. 1).

ТК выявлялись по 2-3 клетки в поле зрения, реже по 4-5 и, многие из которых были дегранулированными. Содержание КА в ТК после облучения мышей красным светом снизилось в 1,8 раз, а СТ - в 1,9 раз по сравнению с контрольной группой (табл. 1). Из этого можно заключить, что облучение кожи красным монохромным светом вызывает выход нейрамина в межклеточное пространство. Однако по данным количественных подсчетов содержание нейрамина в межклеточном пространстве также снизилось. Вполне возможно, что красное облучение вызывает синтез каких-то веществ, которые связывают выделяющиеся нейрамина. Снижение нейрамина в межклеточном пространстве по данным литературы [1, 2, 3, 5] изменяет направление дифференцировки клеток, что может повлиять на общее образование соединительной ткани дермы, роста волос и восстановления эпителия кожи.

Установлено, что у мышей контрольной группы и у мышей, облучённых красным светом серотониновый индекс в исследуемых цитоструктурах кожи был ниже единицы (табл. 2), а это значит, что в цитоструктурах кожи у мышей контрольной и опытной групп преобладали КА над СТ, что, по условиям метода, говорит о контроле дифференцировки клеток, синтезе коллагеновых волокон и других процессов со стороны адренергической нервной системы (табл. 2).

Таблица 2

Серотониновый индекс в биоаминсодержащих структурах селезёнки (у.е.)

Биоаминсодержащие структуры	Контрольная группа	Опытная группа (красный свет)
ГЛК дермы	0,7±0,05	0,7±0,003**
Тучные клетки	0,7±0,001	0,6±0,04*
Эпидермис	0,6±0,03	0,6±0,05*
Волосяные фолликулы	0,6±0,01	0,6±0,05*
Гиподерма	0,6±0,04	0,6±0,01*

Примечание: ГЛК – гранулярные люминесцирующие клетки. $P \leq 0,05^*$ – по сравнению с контрольной группой. $P \leq 0,001^{**}$ – по сравнению с контрольной группой

Выводы:

1. Облучение мышей красным светодиодным светом снижает содержание биогенных аминов в гранулярных люминесцирующих и тучных клетках в 2 раза, вызывает дегрануляцию тучных клеток и гашение нейрамина в части гранул ГЛК.
2. Облучение мышей красным светодиодным светом снижает содержание биогенных аминов в межклеточном пространстве.
3. У мышей опытной группы серотониновый индекс не изменился по сравнению с контрольной группой.

Литература

1. Адаптационные реакции макрофагов лимфоидных органов лабораторных животных на введение иммуномодуляторов / Гордова В.С., Шатских О.А., Лузикова Е.М. [и др.] // Аллергология и иммунология. 2015. Т. 16, № 3. С. 312–313.
2. Ефремова О.А., Любовцева Л.А., Шептухина А.И., Бычкова И.А. Влияние синего светодиодного излучения на содержание биогенных аминов в цитоструктурах селезёнки. Морфологические науки и

клиническая медицина: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения доцента Бриллиантовой Анны Николаевны. Чебоксары, 2015. С. 69–71.

3. Гималдинова Н.Е., Любовцева Л.А., Тихонова Н.Н. Влияние аутогенной пересадки костного мозга на биоаминный состав вилочковой железы. Морфология в теории и практике: материалы всероссийской конференции с международным участием посвященной 85-летию со дня рождения Д.С. Гордон. Чебоксары, 2008. С. 62.

4. Любовцева Л.А., Любовцева Е.В., Воробьева О.В. Возрастные и видовые различия нейроаминных структур тимуса крыс, кошек и человека. Актуальные вопросы клинической медицины: сб. материалов региональной научно-практической конференции (к 65-летию бюджетного учреждения Чувашской Республики «Вторая городская больница»). Чебоксары, 2017. С. 177–184.

5. Лузикова Е.М., Московский А.В., Московская О.И., Ефремова О.А. Влияние мелатонина на макрофаги и клетки дисперсной эндокринной системы селезенки // Морфологические ведомости. 2016. Т. 24, № 1. С. 107–111.

6. Любовцева Л.А., Аронина Е.Е., Любовцев В.Б., Любовцева Е.В. Локализация биологически активных веществ в структурных образованиях кожи в точке акупунктуры TR-20 в утреннее и вечернее время суток // Морфологические ведомости. 2016. № 4. С. 71–76.

References

1. Gordova VS, SHatskikh OA, Luzikova EM, et al. Adaptacionnyye reakcii makrofagov limfoidnykh organov laboratornykh zhivotnykh na vvedenie immunomodulyatorov [Adaptive reactions of macrophages of lymphoid organs of laboratory animals to the introduction of immunomodulators]. Allergologiya i immunologiya. 2015;16(3):312-3. Russian.

2. Efremova OA, Lyubovceva LA, SHEptukhina AI, Bychkova IA. Vliyanie sinego svetodiodnogo izlucheniya na sodержanie biogenykh aminov v citostrukturakh selezyonki [Effect of blue light radiation on the content of biogenic amines in sitestructure spleen. Morphological Sciences and clinical medicine]. Morfologicheskie nauki i klinicheskaya medicina: materialy vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya docenta Brilliantovoj Anny Nikolaevny. Cheboksary; 2015. Russian.

3. Gimaldinova NE, Lyubovceva LA, Tikhonova NN. Vliyanie autogennoj peresadki kostnogo mozga na bioaminyj sostav vilochkovoj zhelezyu Morfologiya v teorii i praktike [Influence of autogenous bone marrow transplantation on the bioamine composition of the thymus gland Morphology in theory and practice]: materialy vserossiyskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem posvyashchennoj 85-letiyu so dnya rozhdeniya DS. Gordon. Cheboksary; 2008. Russian.

4. Lyubovceva LA, Lyubovceva EV, Vorob'eva OV. Vozrastnye i vidovye razlichiya nejroaminykh struktur timusa krysa, koshek i chelovekayu Aktual'nye voprosy klinicheskoy mediciny [the Age and species differences neuroamine structures of the thymus of rats, cats and cheloveka Topical issues of clinical medicine]: sb. materialov regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii (k 65-letiyu byudzhethnogo uchrezhdeniya CHuvashskoy Respubliki «Vtoraya gorodskaya bol'nica»). Cheboksary; 2017. Russian.

5. Luzikova EM, Moskovskij AV, Moskovskaya OI, Efremova OA. Vliyanie melatonina na makrofagi i kletki dispersnoj ehndokrinnoj sistemy selezyonki [the Effect of melatonin on macrophages and cells of the dispersed endocrine system of the spleen]. Morfologicheskie vedomosti. 2016;24(1):107-11. Russian.

6. Lyubovceva LA, Aronina EE, Lyubovcev VB, Lyubovceva EV. Lokalizaciya biologicheskii aktivnykh veshchestv v strukturnykh obrazovaniyakh kozhi v tochke akupunktury TR-20 v utrennee i vechernee vremya sutok [Localization of biologically active substances in the structural formations of the skin at the point of acupuncture TR-20 in the morning and evening]. Morfologicheskie vedomosti. 2016;4:71-6. Russian.

Библиографическая ссылка:

Ефремова О.А., Любовцева Л.А., Игнатъева Е.Н., Гамзалиева Ш.Я., Бурмистрова М.В. Эффект воздействия красного светодиодного излучения на биоаминсодержащие структуры кожи // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2018. №4. Публикация 3-9. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2018-4/3-9.pdf> (дата обращения: 10.07.2018). DOI: 10.24411/2075-4094-2018-16126. *

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2018-4/e2018-4.pdf>