

ЦВЕТОВАЯ СВЕТОТЕРАПИЯ В ЛЕЧЕНИИ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ РАН

М.Ю. Готовский¹, Н.Т. Салия²

¹Центр интеллектуальных медицинских систем «ИМЕДИС» (г. Москва),
²ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н.Бакулева МЗ РФ» (г. Москва)

Color therapy in treatment of postoperative wounds

M.Yu. Gotovskiy¹, N.T. Salia²

¹Center of intellectual medical systems «IMEDIS» (Moscow, Russia),
²A.N. Bakoulev Medical Center for Cardiovascular Surgery (Moscow, Russia)

РЕЗЮМЕ

Введение. Стимуляция заживления преднамеренных или непреднамеренных ран и предупреждение развития раневой инфекции является актуальной проблемой современной медицины.

Методы. С использованием электронных баз данных был проведен поиск публикаций по применению цветовой светотерапии (оптического излучения видимого диапазона) для ускорения ранозаживления и в профилактике возникновения раневых инфекций.

Результаты. Показано, что цветовая светотерапия в видимой области спектра при местном применении положительно влияет на раневую процесс, способствует более быстрому рубцеванию и снижает сроки заживления ран.

Заключение. Применение цветовой светотерапии способствует ускорению процессов ранозаживления и позволяет существенно снизить процент осложнений в комплексном лечении инфицированных ран.

Ключевые слова: фототерапия, цветовая светотерапия, раны, послеоперационные раны, заживление ран, профилактика послеоперационных осложнений, оптическое некогерентное излучение, светодиоды.

RESUME

Background. Facilitation of healing of intentional or unintentional wounds and prevention of the development of wound infection is an urgent problem of modern medicine.

Methods. Using electronic databases, we searched for publications on the use of color light therapy (optical radiation in the visible range) to accelerate wound healing and in the prevention of wound infections.

Results. It has been shown that color light therapy in the visible region of the spectrum, when applied topically, has a positive effect on the wound process, promotes faster scarring and reduces the time for wound healing.

Conclusion. The use of color light therapy helps to accelerate wound healing processes and can significantly reduce the percentage of complications in the complex treatment of infected wounds.

Keywords: phototherapy, color light therapy, wounds, postoperative wounds, wound healing, prophylactics of postoperative complications, optical non-coherent emission, light emitting diodes.

ВВЕДЕНИЕ

Рана, согласно общим представлениям, является механическим нарушением целостности кожи, слизистых оболочек с возможным одновременным повреждением глубже лежащих тканей и/или внутренних органов с развитием местных, регионарных и общих нарушений жизнедеятельности [1]. В зависимости от обстоятельств (причин), происхождения раны могут быть преднамеренные (хирургические вмешательства, пластические операции, эстетическая коррекция) и непреднамеренные

(ранения и травматические повреждения) [2, 3]. Операционные раны наносятся с лечебной целью и в асептических условиях, сводящих к минимуму риск осложнений, в то время как непреднамеренные ранения и травмы являются, как правило, контаминированными микроорганизмами, и при этом всегда существует высокая вероятность возникновения осложнений.

В настоящее время актуальной проблемой является профилактика раневых инфекций, возникновение которых ведет к продолжительному пребыванию в стационаре, более за-

тяжкому выздоровлению, снижению качества жизни больных [4, 5]. Использование новых антибактериальных препаратов и совершенствование техники оперативных вмешательств не приводит, как правило, к снижению послеоперационных осложнений, процент которых в последние годы не только не снизился, но и, напротив, возрос.

В последние годы для ускорения ранозаживления и при профилактике возникновения раневых инфекций применяют оптическое излучение видимого диапазона (цветовая светотерапия), которое оказывает многокомпонентное действие: противовоспалительное, иммуностимулирующее, бактерицидное и улучшающее местную гемодинамику [6, 7]. Современные исследования показали, что в результате применения светодиодов благодаря селективному поглощению компонентов некогерентного излучения происходит стимуляция роста грануляций и эпителизация в зоне раневого дефекта, что способствует ускорению процесса ранозаживления [8]. Согласно исследованиям, применение светодиодного излучения видимой части спектра в составе комплексной противомикробной терапии позволяет блокировать развитие гнойно-воспалительных процессов и предупреждать формирование осложнений. Видимое оптическое излучение в последнее время стало рассматриваться как эквивалент фармакологических препаратов и альтернатива применению средств, обладающих антибактериальным действием [9].

Разработка и практическое использование новых антибактериальных препаратов привели в последние годы не только к уменьшению процента осложнений инфицированных ран, но к появлению новых более резистентных штаммов микроорганизмов. В связи с этим, актуальны полученные результаты обзора применения синего и фиолетового цвета для инактивации обладающих множественной устойчивостью к антибиотикам видов микроорганизмов и лечения локализованных раневых инфекций [10, 11].

МЕТОДЫ

Электронные базы данных

Поиск публикаций в отечественной и зарубежной печати проводился через сетевые ресурсы Интернет (e.Library.ru, Medline.com, PubMed.com, EBSCO.com) за период с 1991 г. по январь 2021 г.

Алгоритм поиска публикаций

Поиск осуществлялся по ключевым словам: фототерапия, цветовая светотерапия, раны, ранозаживление, оптическое излучение видимого диапазона и светодиоды в сочетании друг с другом.

Критерии отбора статей

Критерии для отбора статей были следующие: оригинальные статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах, рандомизированные контролируемые исследования, в которых сравнивалась цветовая светотерапия при использовании различных длин волн (цветов) видимого оптического излучения, интенсивности, времени, зон и точек воздействия с результатами контрольных исследований (плацебо). В случае обнаружения идентичных по содержанию статей одних и тех же авторов в процессе обработки полученного массива данных результаты объединялись.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБОБЩЕННОГО АНАЛИЗА ПУБЛИКАЦИЙ

Сравнительное изучение влияния лазерного и светодиодного излучений на процессы заживления ран в грудине у больных после стернотомии выполнялось с использованием цитоморфологических исследований и регистрации микроциркуляции [12]. Облучение проводилось от аппарата «Мустанг 017-MCS-PC» и от светодиодных матриц «Барва-Флекс/СИК» синим цветом (длина волны – 470 нм) и ИК-излучением (длина волны – 940 нм) и «Барва-Флекс/ЗИК» зеленым цветом (длина волны – 525 нм) и ИК-излучением (длина волны – 940 нм) во время перевязок 1–2 раза в сутки. Результаты показали, что 3–5 сеансов цветотерапии приводили к устранению появлений нагноений в зоне шва, и существенно ускоряли заживление грудины. При этом эффекты влияния лазерного и светодиодного излучения были сопоставимы. Таким образом, воздействие лазерного и светодиодного излучений – эффективный способ стимуляции репаративных процессов в грудине после стернотомии и предупреждения осложнений.

Влияние цветовой светотерапии на ранозаживление и боль после стернотомии изучалось у больных в течение 6 месяцев после операции аортокоронарного шунтирования [13]. Исследование проводилось с участием 90 пациентов, которые были случайным образом распре-

делены поровну на три группы – основную, плацебо и контрольную. В основной группе во время госпитализации больных область раны облучалась красным цветом с длиной волны 640 ± 20 нм при средней плотности энергии $1,2$ Дж/см². Результаты цветотерапии в основной группе оценивались по субъективным критериям, боли при кашле, заживление раны по клиническим показателям и по интерпретации фотографий, которые сравнивались с группами плацебо и контрольной. В группе больных, получавших цветотерапию, отмечалось достоверное уменьшение боли на 6 и 8 день после выписки из стационара по сравнению с двумя остальными группами, причем полное исчезновение боли происходило через месяц после операции. Независимый анализ фотографий ран показал, что после цветотерапии отмечалась менее выраженная гиперемия, а также наблюдалось ускоренное заживление послеоперационных ран. Таким образом, применение цветовой светотерапии с длиной волны 640 нм у больных после аортокоронарного шунтирования оказало существенное анальгетическое действие, способствовало ускорению заживления операционной раны и предотвращению расхождения ее краев.

Анализировалось действие когерентного (лазерного) и некогерентного (светодиодного) облучения на характер заживления продольных стернотомических разрезов у больных после аортокоронарного шунтирования с нормальным и повышенным уровнем глюкозы в крови перед операцией [14]. В исследование были включены 120 пациентов, которые были случайным образом распределены на четыре равные группы: группа лазерной терапии (оранжевый цвет, длина волны – 620 нм), группа светодиодной терапии (красный цвет, длина волны – 640 нм), группа плацебо и контрольная группа. Цветовая светотерапия (лазерная и светодиодная) проводилась с одинаковой средней плотностью энергии 6 Дж/см² через 2–8 дней после операции, и по анализу фотографий оценивались гиперемия и заживление раны. Результаты показали аналогичное снижение гиперемии, кровотечений и отсутствие различий в ранозаживлении после лазерной и светодиодной терапии, так же как и в группах с нормогликемическими и гипергликемическими больными. Предполагается, что применение в цветовой светотерапии как когерентного, так и некогерентного света с использованными параметрами является эффективным для уско-

рения заживления ран после стернотомии, что проявляется на восьмой день после операции.

Клиническая оценка использования цветовой светотерапии для ускорения заживления ран после сафенэктомии выполнялась у больных, перенесших операцию аортокоронарного шунтирования с экстракорпоральным кровообращением [15]. Все больные (40 мужчин и женщин) были разделены на основную группу, в которой проводилась цветотерапия красным цветом (длина волны – 640 ± 20 нм) со средней плотностью энергии 6 Дж/см² и группу плацебо. Динамика восстановления тканей после сафенэктомии анализировалась с помощью цифровой фотограмметрии и количественно оценивалась в первый и пятый день после операции. Результаты показали, что в группе с цветотерапией было выявлено меньше зон кровотечения, а также снизилась площадь гематом и областей гиперемии по сравнению с группой плацебо. Применение цветовой светотерапии после сафенэктомии, таким образом, способствует процессам восстановления тканей, может предотвратить осложнения и сократить время госпитализации после операции.

Эффективность применения цветовой светотерапии красным цветом (длина волны – 633 ± 3 нм, средняя плотность энергии – 96 Дж/см²) для заживления ран после коррекции инволюционных изменений кожи лица (блефаропластика и лазерная абляционная шлифовка) изучалась в исследовании, в котором приняли участие двое мужчин и восемь женщин в возрасте от 44 до 59 лет [16]. Непосредственно после операции, через 48 часов и дважды в течение следующей недели одна половина лица облучалась на протяжении 20 мин от светодиодного источника, при этом вторая половина являлась необлученным контролем и закрывалась во время процедуры светонепроницаемым экраном. Субъективные оценки боли и дискомфорта пациентами учитывались через 24 и 48 часов, затем через 7; 10 дней и спустя 2; 3 и 6 недель после операции. Наличие и развитие осложнений (эритема, отек, кровоподтеки) и время до заживления ран оценивали независимо от клинической фотографии. Как показали результаты, применение цветотерапии после блефаропластики и лазерной абляционной шлифовки кожи лица сократило время заживления ран и побочные эффекты у пациентов от половины – до одной трети по сравнению с необлученной стороной.

В послеоперационном периоде после пластических операций на лице (круговая подтяжка лица, ринопластика, липосакция) применение цветотерапии синим цветом (длина волны – 405–420 нм) и ИК-излучением (длина волны – 850–900 нм) позволило устранить негативные последствия оперативного вмешательства в более короткие сроки [17]. После проведенных пластических операций в области лица под наблюдением находилось 89 пациентов, из которых 36 – после круговой подтяжки лица, 32 – после ринопластики и 21 – после липосакции. В послеоперационном периоде у пациентов отмечался отек мягких

тканей лица, наличие гематом, мышечного гипертонуса, болей и снижение кожной чувствительности. Цветовая терапия проводилась спустя 2–4-е сутки после операции, курс лечения состоял из 6 ежедневных процедур при продолжительности 30 мин. В результате проведенного курса лечения практически у всех пациентов отмечалась достоверная положительная динамика. Происходило уменьшение отеков после 1-й процедуры, а после 2-й наступало уменьшение выраженности гематом, снижение болей и повышение кожной чувствительности. После окончания курса лечения наблюдался полный регресс отеков,

Таблица 1

Клинические результаты применения цветовой светотерапии для ускорения заживления послеоперационных ран

№ п/п	Раны	Автор (авторы)	Параметры воздействия (длина волны, нм; зона и время облучения)	Результаты	Литература
1.	Заживление после стернотомии	Бутаев А.Х. Ахмедов У.Б., Сабилов С.К., Худжамбердыев А.У.	Лазерное и светодиодное излучение синий (470 нм) и зеленый (525 нм) цвет, ИК-излучение (940 нм) 1–2 раза в сутки, 3–5 сеансов	Ускорение заживления и устранение появления нагноений в зоне шва, влияние лазерного и светодиодного излучения были сопоставимы.	[12]
2.	Заживление после стернотомии	de Oliveira R.A., Fernandes G.A., Lima A.C., Tajra Filho A.D., de Barros Araújo R. Jr, Nicolau R.A.	Красный цвет (640 ± 20 нм), 1,2 Дж/см ²	Уменьшение боли на 6 и 8 день после выписки, исчезновение боли через месяц после операции, менее выраженная гиперемия и ускоренное заживление ран.	[13]
3.	Заживление после стернотомии	Lima A.C., Fernandes G.A., Gonzaga I.C., de Barros Araújo R., de Oliveira R.A., Nicolau R.A.	Лазерное (оранжевый цвет, 620 нм), 6 Дж/см ² и светодиодное (красный цвет, 640 нм) 6 Дж/см ² излучение, 2–8 дни после операции	Лазерное и светодиодное облучение одинаково эффективны для снижения гиперемии, кровотечений и ускорения заживления ран у нормо- и гипергликемических больных.	[14]
4.	Заживление после сафенэктомии	Júnior R.D.B.A., Gonzaga I.C.A., Fernandes G.A., Lima A.C.G., Cortelazzi P.S.T., de Oliveira R.A., Nicolau R.A.	Красный цвет (640 ± 20 нм), 6 Дж/см ² , 1 и 5 дни после операции	Снижение числа зон кровотечения, уменьшение площади гематом и областей гиперемии.	[15]
5.	Заживление после блефаропластики и абляционной лазерной шлифовки	Trelles M.A., Allones I.	Красный цвет (633 ± 3 нм), 96 Дж/см ² , 20 мин непосредственно после операции, через 48 часов и дважды в течение следующей недели	Сокращение времени заживления ран и побочных эффектов от половины до одной трети.	[16]
6.	Заживление после пластических операций на лице (круговая подтяжка, ринопластика, липосакция)	Андреева И.Н., Бастрыкина Л.Н.	Синий цвет (405–420 нм) и ИК-излучение (850–900 нм) излучение, 2–4 сутки после операции, 30 мин ежедневно, 6 процедур на курс	После 1-й процедуры уменьшение отеков, после 2-й – уменьшение гематом, болей, повышение кожной чувствительности, по окончании курса лечения – полное исчезновение негативных последствий.	[17]
7.	Заживление после абдоминопластики	Ramos R.M., Burland M., Silva J.B., Burman L.M., Gelain M.S., Debom L.M., Bec J.M., Alirezai M., Uebel C.O., Valmier J	Зеленый (520 нм), оранжевый (590 нм), красный (645 нм) цвет, 15 мин, на расстоянии 5 см, 10 Дж/см ²	Улучшение состояния рубцов через 6 месяцев и отсутствие различий между послеоперационной и интактной стороной.	[18]

гематом, исчезновение болей и восстановление кожной чувствительности, причем наиболее выраженные положительные сдвиги наблюдались у пациентов после ринопластики и липосакции и менее выраженные – после круговой подтяжки лица. Результаты свидетельствуют о высокой эффективности применения цветотерапии синим цветом и ИК-излучением у пациентов после пластических операций на лице, что позволяет рекомендовать включить цветовую светотерапию в послеоперационные реабилитационные мероприятия.

Сравнительное клиническое исследование, направленное на оценку влияния цветотерапии на процесс заживления ран, проводилось на 17 женщинах со средним возрастом 35,7 лет (от 18 до 55 лет), перенесших операцию симметричной абдоминопластики [18]. Послеоперационные рубцы правой стороны подвергались воздействию зеленым (длина волны – 520 нм), оранжевым (длина волны – 590 нм) и красным (длина волны – 645 нм) цветом, тогда как рубцы левой стороны не получали никакого дополнительного лечения и использовались в качестве контроля. Воздействие осуществлялось на протяжении 15 мин от светодиодного источника, располагавшегося на расстоянии 5 см от поверхности рубца со средней плотностью энергии 10 Дж/см². Клиническая оценка послеоперационных рубцов проводилась через 1; 6 и 12 месяцев после операции и сравнивались результаты состояния шрамов с правой и левой стороны. Спустя 6 месяцев после операции было отмечено значительное улучшение состояния рубцов на правой (облученной светом) стороне по сравнению с необлученной левой в соответствии с Ванкуверской шкалой оценки рубцов (*Vancouver scar scale*). По прошествии одного года наблюдений сами пациентки не отмечали различий в состоянии послеоперационных рубцов между сторонами после цветотерапии и без применения лечебного воздействия. Выполненные исследования статистически достоверно подтверждают положительное влияние цветовой светотерапии на процесс заживления ран, сокращение стадии рубцевания на первых этапах послеоперационного процесса. Следует отметить, что, к сожалению, в этой публикации не приведен анализ результатов состояния рубцов в зависимости от длины волны использованного для лечебного воздействия оптического излучения при проведении цветовой светотерапии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ДАЛЬНЕЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Проблема комплексного лечения ран различного происхождения остается одной из важнейших в современной медицине и является актуальной и приоритетной задачей для практического здравоохранения, поскольку от эффективности ее разрешения зависит исход раневого процесса и дальнейшая трудоспособность больного. Особую значимость проблема лечения ран в последнее время приобрела в связи с ростом числа катастроф техногенного и природного происхождения, а также военных конфликтов и террористических актов. Несмотря на активное внедрение в клиническую практику новых методов, проблема профилактики и лечения ран по-прежнему остается актуальной, а высокий процент осложнений переводит эту проблему из раздела медицинских в категорию социально-экономических.

Использование облучения видимым оптическим излучением различных длин волн для лечения ран, как показали проведенные исследования, приводит к ускорению процесса заживления, которое в наиболее благоприятных ситуациях приближается к первичному. Сравнение лазерного (оранжевый цвет, длина волны – 620 нм) и светодиодного (красный цвет, длина волны – 640 нм) излучений показало одинаковую эффективность для снижения гиперемии, кровотечений и ускорения заживления ран. Светодиодные источники красного цвета в диапазоне длин волн от 620 до 640 нм были наиболее эффективными в сокращении времени заживления ран, снижении кровотечений, гиперемии и возникновении побочных послеоперационных эффектов. Применение лазерного и светодиодного излучений в сочетании с ИК-излучением в диапазоне 850–940 нм позволило устранить нагноение и ускорить стадии рубцевания в послеоперационном периоде. Следует подчеркнуть, что цветовая светотерапия и медикаментозное лечение ран не являются конкурирующими методами, их можно рассматривать как дополняющие друг друга компоненты комплексной терапии, способствующей скорейшему выздоровлению пациента. Таким образом, применение цветовой светотерапии позволяет существенно сократить сроки заживления ран, способствует образованию менее выраженного рубца на коже и снижению пролиферативных процессов на месте внутреннего шва, что является особенно важным при заживлении ран.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузин, М.И. Раны и раневая инфекция: руководство для врачей / М.И. Кузин, Б.М. Костюченко; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1990. – 591 с.
2. Минченко, А.Н. Раны. Лечение и профилактика осложнений / А.Н. Минченко. – СПб: Изд-во «Спец-Лит», 2003. – 244 с.
3. Broughton, G., 2nd. Wound healing: an overview / G. Broughton, 2nd, J.E. Janis, C.E. Attinger // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2006. – Vol.117, N.7 Suppl. – P.1e-S-32e-S.
4. Полувековой путь развития профилактики инфекционных осложнений в послеоперационных ранах / В.В. Паршиков, В.И. Логинов, А.Б. Бабурин, Р.Р. Касимов // *Медицинский вестник Башкортостана.* – 2017. – Т.12, №1. – С.82–93.
5. Привольнев, В.В. Основные принципы местного лечения ран и раневой инфекции / В.В. Привольнев, Е.В. Каракулина // *Клин. микробиол. антимикроб. химиотер.* – 2011. – Т.13, № 3. – С.214–222.
6. Kuffer, D.P. Photobiomodulation in promoting wound healing: a review / D.P. Kuffer // *Regen. Med.* – 2016. – Vol.11, N.1. – P.107–122.
7. Barolet, D. Accelerating ablative fractional resurfacing wound healing recovery by photobiomodulation / D. Barolet // *Curr. Dermatol. Rep.* – 2016. – Vol.5, N.3. – P. 232–238.
8. Fryc, J. Diody elektroluminescencyjne LED w dermatologii-stymulacja gojenia ran / J. Fryc, I. Fryc // *Przegl Dermatol.* – 2016. – Vol. 103, N.2. – P.169–175.
9. Karu, T. Is it time to consider photobiomodulation as a drug equivalent? / T. Karu // *Photomed. Laser Surg.* – 2013. – Vol.31, N.5. – P.189–191.
10. Enwemeka, C.S. Antimicrobial blue light: an emerging alternative to antibiotics / C.S. Enwemeka // *Photomed. Laser Surg.* – 2013. – Vol.31, N.11. – P.1–3.
11. Hamblin, M.R. Can light-based approaches overcome antimicrobial resistance? / M.R. Hamblin, H. Abrahamse // *Drug. Dev. Res.* – 2019. – Vol.80, N.1. – P.48–67.
12. Использование лазерного и светодиодного воздействия для стимуляции репаративных процессов грудины при стернотомии / А.Х. Бутаев, У.Б. Ахмедов, С.К. Сабиров, А.У. Худжамбердыев // *Лазерная медицина.* – 2014. – Т.18, №4. – С.15.
13. The effects of LED emissions on sternotomy incision repair after myocardial revascularization: a randomized double-blind study with follow-up / R.A. de Oliveira, G.A. Fernandes, A.C. Lima [et al.] // *Laser. Med. Sci.* – 2014. – Vol.29, N.3. – P.1195–1202.
- 14 Low-level laser and light-emitting diode therapy for pain control in hyperglycemic and normoglycemic patients who underwent coronary bypass surgery with internal mammary artery grafts: a randomized, double-blind study with follow-up / A.C. Lima, G.A. Fernandes, I.C. Gonzaga [et al.] // *Photomed. Laser Surg.* – 2016. – Vol.34, N.6. – P.244–251.
15. Low-intensity LED therapy ($\lambda 640 \pm 20$ nm) on saphenectomy healing in patients who underwent coronary artery bypass graft: a randomized, double-blind study / R.D.B.A. Júnior, I.C.A. Gonzaga, G.A. Fernandes [et al.] // *Lasers Med. Sci.* – 2018. – Vol.33, N.1. – P.103–109.
16. Trelles, M.A. Red light-emitting diode (LED) therapy accelerates wound healing post-blepharoplasty and periocular laser ablative resurfacing / M.A. Trelles, I. Allones // *J. Cosmet. Laser Ther.* – 2006. – Vol.8, N.1. – P.39–42.
17. Андреева, И.Н. Эффективность применения фототерапии в раннем послеоперационном периоде после пластических операций на лице / И.Н. Андреева, Л.Н. Бастрыкина // *Современные научные исследования и разработки / Матер. Междун. научно-практ. конфер.* – Прага, Чехия, 2017. – С.490–494.
18. Photobiomodulation improved the first stages of wound healing process after abdominoplasty: an experimental, double-blinded, non-randomized clinical trial / R.M. Ramos, M. Burland, J.B. Silva [et al.] // *Aesthetic Plast. Surg.* – 2019. – Vol.43, N.1. – P.147–154.

Адрес автора

К.т.н. Готовский М.Ю., генеральный директор
ООО «ЦИМС «ИМЕДИС»
info@imedis.ru