

ВЛИЯНИЕ ПОЛЯРИЗОВАННОГО МОНОХРОМАТИЧЕСКОГО СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ТЕЧЕНИЕ РАНЕВОГО ПРОЦЕССА (ЭКСПЕРИМЕНТ *IN VIVO*)

А.В. Буравский, Е.В. Баранов, М.К. Недзьведь, Л.В. Бутько, Ж.А. Макаревич

Белорусский государственный медицинский университет

Введение. Проблема лечения раневых дефектов кожи и мягких тканей, особенно хронических ран, не теряет своей актуальности. Вектор исследований направлен на изучение особенностей репарации повреждений, поиск способов активации раневого процесса и ускорения смены его фаз [1,2]. В настоящее время для стимуляции регенерации широко используются методы, основанные на действии физических факторов, в том числе и фототерапия [4]. Помимо низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ), исследователи все чаще обращают внимание на применение для стимуляции раневых репаративных процессов некогерентного света, одним из вариантов которого является поляризованное светодиодное излучение (ПСИ) [3,6]. Это обусловлено появлением светодиодных излучателей высокой мощности и отсутствием существенных различий в биологических эффектах, индуцируемых НИЛИ и ПСИ [5].

Цель исследования: оценка влияния поляризованного монохроматического светодиодного излучения с определенными физическими параметрами на течение раневых репаративных процессов (в эксперименте *in vivo*).

Материалы и методы. Для проведения эксперимента были использованы взрослые белые крысы линии Vistar весом 160–200 г. У всех животных выполняли моделирование округлой раны на спине по отработанной методике. После внутрибрюшинного введения 0,5–0,7 мл 1% раствора тимопенталя натрия на спине животного выбривали участок кожи размерами 3,0x3,0 см, и наносили рану округлой формы примерно 2,5 см в диаметре, отсекая кожу, подкожную клетчатку и фасцию до мышц (рис. 1).

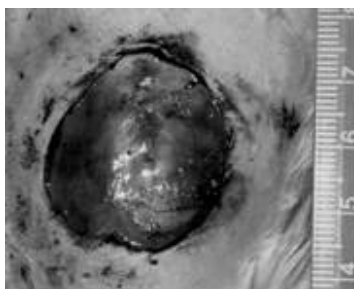


Рис. 1. Внешний вид экспериментальной раны

Площадь раневого дефекта в начале эксперимента принимали за 100%. Ежедневно каждой крысе вводили внутримышечно по 5 мг антибактериального препарата Цефтриаксон в течение всего периода наблюдения.

Для проведения исследований был использован экспериментальный макет Комплекса фототерапевтического «Календула», разработанного в ГНУ «Институт физики им. Б. И. Степанова НАН РБ» (Беларусь). Этот аппарат позволяет получить монохроматическое поляризованное светодиодное (некогерентное) излучение с длиной волны $\lambda = (0,630 \pm 0,03)$ мкм и регулируемой плотностью мощности на облучаемой поверхности. Достаточная плотность энергии на поверхности раны является обязательным условием эффективности применяемого метода. В то же время чрезмерно интенсивное воздействие может привести к гибели структурных элементов (макрофагов, фибробластов и т.д.), ответственных за регенерацию.

Экспериментальные животные были разделены на 2 группы — контрольную и основную, по 15 особей в каждой. В контрольной группе в ходе эксперимента светодиодное излучение не использовали. Животным основной группы ежедневно проводили локальное облучение раневых дефектов светодиодным монохроматическим поляризованным светом. При этом плотность энергии однократного воздействия на поверхности облучаемой раны составляла 12 ± 4 Дж/см².

В процессе экспериментального исследования выполняли измерения размеров ран, а также вычисления площадей раневых дефектов в динамике с применением методов математической и компьютерной планиметрии (Universal Desktop Ruler v2.6.1007). Статистическая обработка результатов исследований производилась с использованием программного пакета STATISTICA Version 10.

В основной и контрольной группах животных поэтапно выводили из эксперимента. В дальнейшем проводили световую микроскопию срезов тканей экспериментальной раны для оценки гистологической структуры. В каждом препарате выполняли исследования в нескольких полях зрения.

Результаты и их обсуждение. В процессе проведения исследований у крыс основной группы на протяжении всего эксперимента были отмечены более высокие значения скорости заживления (эпителизации) раневых дефектов, чем в контрольной группе животных. Кроме того, в основной группе контракция ран начиналась раньше, чем в группе контроля (диаграмма 1).

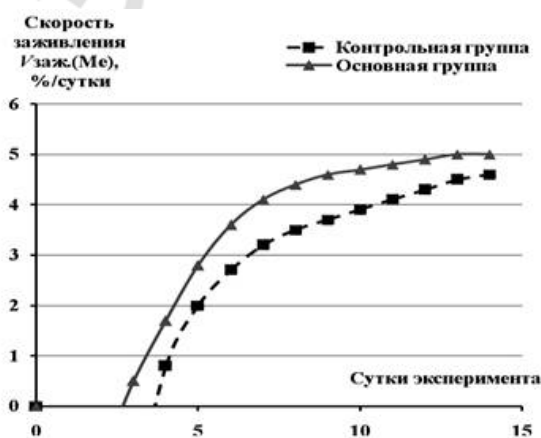


Диаграмма 1. Медианы скорости заживления ран у экспериментальных животных контрольной и основной групп, Vзаж, % в сут.

За весь период наблюдения (14 сут.) медиана уменьшения площади раны у животных основной группы составила 69,3%, в то время как у животных контрольной группы — 65,3%, (диаграмма 2).

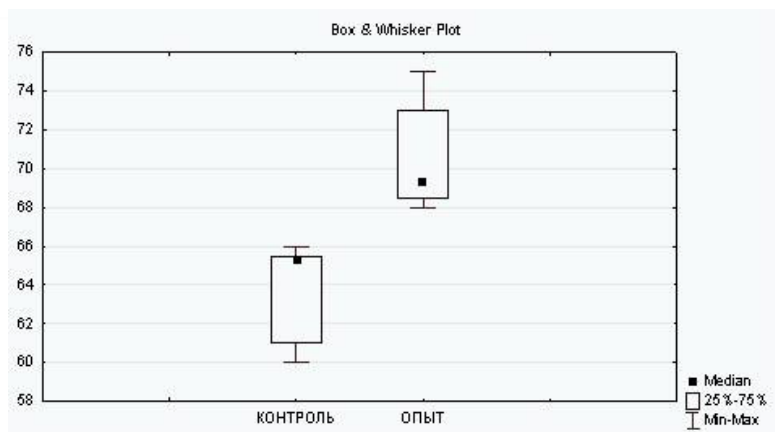


Диаграмма 2. Уменьшение площади раневых дефектов у экспериментальных животных контрольной и основной групп за весь период наблюдения, ΔS , %

В результате гистологических исследований микропрепаратов, полученных от животных контрольной и основной групп, также были выявлены существенные различия. У животных контрольной группы на 14 сут. эксперимента была отмечена неравномерность заживления раневых дефектов. Местами раны были покрыты остатками струпа, в отдельных участках представлены созревающей грануляционной тканью с большим количеством фибробластов, образующих коллагеновые волокна; в срезах было выявлено «наползание» эпителия в области края ран. В большинстве микропрепаратов преобладали фибриноидные изменения (некрозы), почти без коллагеновых волокон (рис. 2).

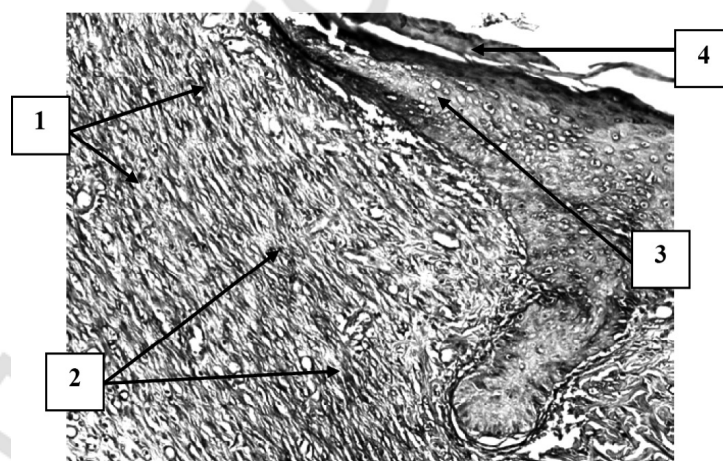


Рис. 2. Край раны животного контрольной группы на 14 сут. после операции
Окраска МСБ. УВ x 100. 1 – фибриноидные изменения, 2 – ориентированные горизонтально коллагеновые волокна, 3 — эпителий, 4 — остатки струпа

У животных основной группы к 14 сут. от начала эксперимента в большинстве срезов по всей поверхности ран определялось формирование многослойного плоского эпителия, над которым располагались остатки белково-лейкоцитарных масс. Под многослойным плоским эпителием находилась зрелая грануляционная ткань с небольшим количеством фибробластов (рис. 3).

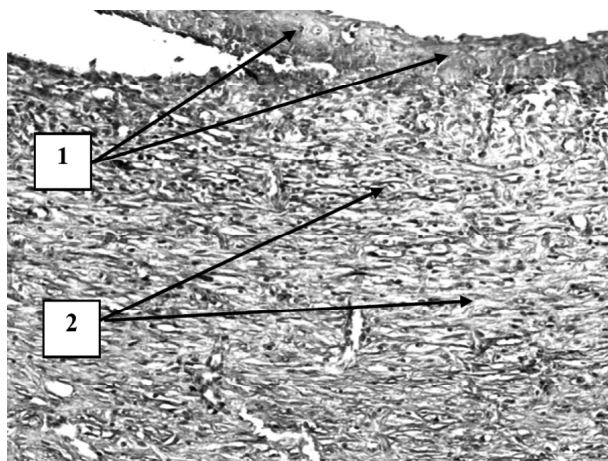


Рис. 3. Край раны животного основной группы на 14 сутки после операции. Окраска МСБ. УВ х 200. 1 — эпителизация раны, 2 — зрелая соединительная ткань

Таким образом, планиметрические данные и результаты гистологического исследования биопсийного материала указывают на стимулирующее действие светодиодного излучения на регенерацию тканей у животных основной группы.

Выводы. В условиях эксперимента *in vivo* выявлена активация раневых репаративных процессов в результате ежедневного локального облучения поляризованным монохроматическим светодиодным светом с длиной волны $\lambda = (0,630 \pm 0,03)$ мкм и плотностью энергии однократного воздействия на поверхности облучаемой раны 12 ± 4 Дж/см².

Положительное влияние излучения с заданными параметрами реализуется через усиление контракции раны, стимуляцию развития и созревания грануляционной ткани, а также увеличение скорости эпителизации раневого дефекта.

Поляризованный монохроматический светодиодный свет с длиной волны $\lambda = (0,630 \pm 0,03)$ мкм сокращает продолжительность фазы воспаления и ускоряет смену фаз раневого процесса, то есть оказывает фоторегуляторное действие.

THE INFLUENCE OF POLARIZED MONOCHROMATIC LED RADIATION ON THE WOUND PROCESS (EXPERIMENT IN VIVO)

A.V. Buravsky, E.V. Baranov, M.K. Nedzved., L.V. Butko, Zh.A. Makarevich

The problem of wound healing, especially in the cases of chronic wounds, does not lose its relevance. Various physical factors, including polarized light, are used to stimulate tissue regeneration. Our investigations have shown that polarized monochromatic LED radiation with a wavelength $\lambda = (0,630 \pm 0,03)$ mm. accelerates wound reparative processes.

Key words: reparative processes, wound healing, LED, experiment *in vivo*.

Литература.

1. Абаев Ю.К. Раневая инфекция в хирургии: Учебное пособие. – Мн.: Беларусь, 2003. – 293 с.
2. Ищук А.В. - Фотодинамическая терапия: история развития метода и его практическое применение в лечении гнойных ран и трофических язв нижних конечностей. - Медицинский журнал : научно-практический рецензируемый журнал. - 2007. - N4. - С. 120-125.
3. Мостовников В.А., Мостовникова Г.Р., Плавский В.Ю., Сердюченко Н.С. / Биологическая активность и терапевтическая эффективность излучения сверхъярких светодиодов [Текст] / Лазерно-оптические технологии в биологии и медицине : Программа и тез. докл. междунар. конф. - Минск, 2004. - С. 28.
4. Пономаренко Г.Н. Основы физиотерапии: Учебник. – М.: Медицина, 2008. – 416 с.
5. Шураева Н.Ю. - Молекулярно-клеточные механизмы стимулирующего действия низкоинтенсивного лазерного (когерентного) и некогерентного (светодиодного) излучений на процесс заживления ран [Текст] : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 03.00.02; Рос. Гос. Мед. Ун-т. - М., 2005. - 22 с.
6. Monstrey, S., Hoeksema, H., Depuydt, K., Van Maele G., Van Landuyt K., Blondeel, P. The effect of polarised light on wound healing. // Eur. J. Plast. Surg. – 2002. – Vol. 24. – P. 377-382.