

ВОЗДЕЙСТВИЕ СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ АППАРАТА «БАРВА – ФЛЕКС/СИК» НА ЗАЖИВЛЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАН

Байбеков И.М., Бутаев А.Х., *Хашимов Ф.Ф., Мардонов Д.Н., Байбеков А.И.

Республиканский специализированный центр хирургии
имени академика В. Вахидова Минздрава республики Узбекистан.
Узбекистан, 100115 Ташкент, Фархадская, 10. e-mail: baibekov@mail.ru;
*Ташкентская медицинская академия

Исследование влияния светодиодного излучения (СДИ) на заживление ран у крыс проведено с использованием световой, сканирующей электронной микроскопии и планиметрии. Выявлено, что световое излучение фотонной матрицы Коробова А. – Коробова В. «Барва-Флекс/СИК» ($\lambda_1=470$ нм и $\lambda_2=940$ нм) стимулирует заживление дерматомных ран. Светодиодное излучение стимулирует формирование грануляционной ткани и эпителизацию ран. Это проявляется в ускорении их заживления.

Светодиодное излучение перспективно для использования в комплексном лечении ран.

Ключевые слова: заживление ран, светодиоды, морфология.

В настоящее время, пожалуй, нет отрасли медицины, где бы в лечении той или иной патологии не применялся бы какой-либо вид фототерапии и фотодиагностики и, в первую очередь, лазерного излучения [1, 2, 3, 4, 6, 8, 9].

В последние годы в медицине всё шире используется, светодиодное излучение - Light Emitting Diode (LED) [7, 11, 12, 14, 15].

Использование светодиодного излучения фотонных матриц Коробова А. – Коробова В. серии «Барва-Флекс» показало высокую эффективность этого вида фототерапии при различных видах патологии, в том числе в хирургии, включая и так называемую, эстетическую хирургию [7, 9, 11, 12, 14, 15].

Однако оценить эффективность непосредственного действия синего и инфракрасного излучения светодиодов на репаративные процессы повреждённой кожи возможно лишь в эксперименте, поскольку только в эксперименте можно получить стандартные раны.

Цель – изучить влияние синего и инфракрасного светодиодного излучения фотонных матриц «Барва-Флекс/СИК» на репаративные процессы стандартных дерматомных ран.

Материал и методики исследования

С помощью световой, электронной микроскопии и морфометрии изучено влияние светодиодного излучения синего (470 нм) и инфракрасного

(940 нм) излучения фотонных матриц «Барва – Флекс/СИК» на заживление стандартных дерматомных ран диаметром 0,95см².

Стандартные раны воспроизводились у 52 крыс породы «Вистар» под ингаляционным раствором «наркотаном» или путём интраперитонеального введения 2-3 мл 30% спиртового раствора.

Облучение ран синим светом проводили у 37 крыс ежедневно по 3 мин. в течение 10 дней с помощью фотонных матриц «Барва-Флекс/СИК» в режиме максимального приближения к поверхности поражённой кожи. На матрицу одевался чехол из тонкого полиэтилена для предупреждения загрязнения поверхности светодиодов и маска, позволяющая облучать рану одним синим ($\lambda_1 - 470$ нм) либо одним инфракрасным ($\lambda_2 - 940$ нм) светодиодным излучением. Мощность излучения каждого светодиода – 5мВт. Раны контрольных животных (15 особей) не подвергали специальному световому воздействию. В качестве контроля использовали также материал ранее проведенных исследований с аналогичными необлучёнными ранами животных (22 особи).

Раны исследовали через 1, 3, 5, 7 и 10 суток после воспроизведения.

Для световой микроскопии образцы ткани фиксировали в 10 % растворе формалина на фосфатном буфере. Парафиновые срезы окрашивали гематоксилином и эозином.

Для сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) ткань фиксировали в 2,5% растворе глутарового альдегида с дофиксацией четырёхокисью осмия на фосфатном буфере, обезвоживали в спирте-ацетоне и высушивали методом критической точки в аппарате НСР-2, напыляли золотом в аппарате ИВ-2 и просматривали в электроном микроскопе Hitachi-S405. Фотографировали с экрана монитора с помощью цифровой камеры Canon.

Для трансмиссионной микроскопии (ТЭМ), биоптаты кожи животных сразу же после иссечения фиксировались в 2,5% растворе глутарового альдегида на 0,1М фосфатном буфере pH 7,4 в течение 2-12 часов, промывали в фосфатном буфере, дофиксировали 1% раствором четырёхокиси осмия и после обезвоживания в спирте - ацетоне заливали в смесь эпона и аралдита.

С полученных блоков на ультрамикротоме Ultracut (Reichert Yong) готовили ультратонкие и полутонкие срезы (1 мкм). Полутонкие срезы окрашивали 1% раствором метиленового синего - фуксина. Ультратонкие срезы контрастировали растворами уранилацетата и цитрата свинца (микропроцессор Ultrastainer LKB).

Планиметрические исследования проводились с использованием программы «Площадь» версия 1.01. с обработкой результатов на компьютере Pentium IV.

Все микрофотографии подвергались обработке и сохранению данных на компьютере с помощью прикладных программ Microsoft-«Windows XP-Professional».

Результаты исследования

В первые сутки наблюдения (2 сеанса фототерапии) визуальных особенностей в состоянии дерматомных ран не выявлено.

Однако светооптические исследования показали существенные отличия дерматомных ран у контрольных животных и облучённых светодиодами.

В контроле доминировали проявления отёка и альтерации. Светодиодное излучение снижало выраженность отёка тканей вокруг ран и вызывало увеличение плотности клеточной инфильтрации (рис. 4, 5).

Существенные отличия при визуальной оценке ран выявляются на третьи сутки исследования (рис.1, 2, 3). Площадь ран в контроле была больше, чем при светодиодном облучении (рис. 11). В этот срок на дне облучённых ран формируется грануляционная ткань со слоем вертикальных микрососудов, более зрелая, выраженная в облучённой группе (рис. 6, 7).

Сформированная грануляционная ткань является основой «наползания» на неё эпителиаль-

ных тяжей и эпителизации ран. Этот процесс также ярче выражен у облучённых животных (рис. 6,7). В эпителиальных тяжях светодиодное излучение стимулирует пролиферацию эпителиоцитов и, особенно, так называемый, вставочный рост эпидермиса, что проявляется в увеличении числа митотических фигур.

Сканирующая электронная микроскопия показывает, что языки эпителия от краёв раны с большим числом стержней волос «наползают» на грануляционную ткань, где волосы и другие придатки кожи отсутствуют (рис. 8, 9). У облучённых животных эти языки гораздо шире. Ультраструктурные изменения клеток под влиянием светодиодного излучения указывают на более выраженную эпителизацию поверхности грануляций и интенсификации процессов дифференцировки вновь образованных клеток. Об этом свидетельствует увеличение у краёв раны числа вновь образованных волосяных фолликулов и молодых стержней волос (рис.10).

Обсуждение

Одни из первых исследований влияния низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) на процессы регенерации кожи под влиянием лазеротерапии и заживление ран, выполненные в конце 60-х годов, были дополнены позднее [1, 13, 14, 15].

Исследования динамики раневого процесса под влиянием НИЛИ с использованием методов функциональной морфологии - электронной микроскопии, автордиографии, люминесцентной микроскопии и морфометрии позволили установить, что в основе действия НИЛИ на репаративные процессы лежат интенсификация пролиферации, миграция клеток, их дифференцировка, а также усиление специфических клеточных функций [1, 2, 3].

На молекулярном уровне лечебное действие НИЛИ основано на различных первичных фотохимических реакциях. Некоторые из них можно считать доказанными [5, 7, 10]. В работе [7] приводятся 15 возможных первичных акцепторов света в клетках животных и человека. Естественно, что эти акцепторы воспринимают не только лазерное излучение, но и свет других источников, в том числе, светодиодов.

Наши исследования показали, что фототерапия ран с помощью излучения фотонных матриц «Барва – Флекс/СИК» ускоряет течение всех стадий раневого процесса. В стадии травматического воспаления этот вид фототерапии способствует снижению проявления отёка и экссудации, Вместе с тем увеличивается плотность нейтрофилов и их функциональная активность.

В стадии образования грануляционной ткани специфическая фототерапия способствует интенсификации пролиферативной активности фибробластов, эндотелиоцитов и перидцитов. Морфологически это проявляется в увеличении числа фибробластов и возрастании плотности новообразованных микрососудов, особенно в стадии формирования вертикальных капилляров [1].

Экспериментальные исследования показали, что светодиодное излучение фотонных матриц Коробова А.-Коробова В. «Барва – Флекс/СИК» стимулирует процессы пролиферации как соединительнотканых, так и эпителиальных клеток. Это обеспечивает эффективность их использования в комплексном лечении различных патологических процессов кожи.

Сравнение с ранее выполненными работами показывает, что вектор влияния светодиодного

излучения синего диапазона видимого спектра на заживление ран практически не уступает действию He-Ne лазерного излучения.

Выводы

1. Визуальные отличия облучения дерматомных ран при помощи фотонных матриц «Барва-Флекс/СИК» (λ_1 - 470 нм и λ_2 – 940 нм) проявляются на третьи сутки (4-кратное облучение).

2. Морфологические исследования показали, что светодиодное облучение фотонными матрицами «Барва-Флекс СИК» снижает проявления альтерации и отёка в первые сутки.

3. Начиная с 3-х суток воздействия, имеет место отчётливое ускорение эпителизации ран, облученных «Барва-Флекс/СИК», что подтверждено исследованиями с помощью сканирующей электронной микроскопии и планиметрии.

Литература

1. Байбеков И.М. Морфологические основы низкоинтенсивной лазеротерапии. / И.М.Байбеков, А.Х.Касымов, В.И.Козлов и др. // - Ташкент: Изд-во им. Ибн Сины, 1991. – 223 с.
2. Байбеков И.М. Морфологические аспекты лазерных воздействий (на хронические язвы и печень). / И.М.Байбеков, Ф.Г.Назыров, Ф.А.Ильхамов и др.– Ташкент: Изд-во мед. лит. им. Абу Али ибн Сины, 1996 – 208 с.
3. Байбеков И.М. Эритроциты в норме, патологии и при лазерных воздействиях. / И.М.Байбеков, Р.Ш.Мавлян-Ходжаев, А.Г.Эрстекис, С.В.Москвин // Тверь. «Триада», 2008. стр. 256.
4. Байбеков И.М. Применение светодиодного излучения в комплексном лечении дерматозов и угрей. / И.М.Байбеков, А.Ф.Ибрагимов, Ф.Ф.Хашимов // Матер. XXXIX Международной научно- практической конференции «Применение лазеров в медицине и биологии. Харьков.- 2013. с.17.
5. Владимиров Ю.А. Фотобиологические основы терапевтического применения лазерного облучения. / Ю.А.Владимиров, А.Н.Осипов, Г.И.Клебанов // Биохимия-2004.- Т. 69, вып. 12- с. 103-113
6. Гейниц А.В. Внутривенное лазерное облучение крови. / А.В.Гейниц, С.В.Москвин, Г.А.Азизов - М. «Триада».- 2006 с. 144.
7. Коробов А.М. Фототерапевтические аппараты Коробова серии «Барва» / А.М.Коробов, В.А.Коробов, Т.А.Лесная. - Харьков.- 2010. с.176.
8. Москвин С.В. Основы лазерной терапии. / С.В.Москвин, В.А.Буйлин -М:-2006.-256 с.
9. Москвин С.В. Сочетанная лазерная терапия в косметологии / С.В.Москвин, Л.В.Мыслович. // – Тверь: ООО Издательство «Триада», 2005. – 176 с.
10. Buravlev E.A. Effects of blue and green low power laser irradiation on the mitochondrial respiration in experimental endotoxic shock. / E.A.Buravlev, T.V.Zyidkova, Yu.A.Vkadimirro,m, A.N.Osipov // Photodiagnosis and Photodynamic Therapy - V. 9, saupl. 1, August 2012. p. 3.
11. Klimova E.M. Nonspecific resistance factors and humoral immunity iundicators animals blood with experimental peritonitis after visible light irradiation $\lambda=595\text{nm}$. / T.V.Klimova, A.M.Korobov, A.I.Bojkov, T.A.Lesnaya et al.// Photodiagnosis and Photodynamic Therapy - V. 9, saupl. 1, August 2012. p.27.
12. Lesnaya T.A. Immunjmodulatory effects of non-monochromatic infrared radiation / T.A.Lesnaya, A.M.Korobov et al. // Photodiagnosis and Photodynamic Therapy - V. 9, saupl. 1, August 2012. p.28
13. Mester E. Experimentation on interaction between infrared laser in Wound healing / Z/Exp/ Chirurgie. 1969. v.2 p. 94.
14. Simunovic Z. Low level laser therapy of acne and scars applied as monotherapy and complimentary treatment modality to tetracycline: a multi centre clinical study on 80 patients with control group. Lasers in Surg / Z. Simunovic, T. Trobonjaca // Med. Suppl 12, 2000:7.
15. Tuner J. The New Laser Therapy Hand boor Prima book / J.Tuner, L.Hode//Stockholm, 2010. p. 847.

**ВПЛИВ СВІТЛОДІОДНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ АПАРАТУ
«БАРВА – ФЛЕКС/СІК» НА ЗАГОЄННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РАН**

*Байбеков І.М., Бутаев А.Х., *Хашимов Ф.Ф., Мардонов Д.Н., Байбеков А.І.*

*Республіканський спеціалізований центр хірургії
імені академіка В. Вахидова Мінохоронздоров'я республіки Узбекистан,
Узбекистан, 100115 Ташкент, Фархадська, 10, e-mail: baibekov@mail.ru;
* Ташкентська медична академія*

Дослідження впливу світлодіодного випромінювання (СДВ) на загоєння ран у щурів проведено з використанням світлової, скануючої електронної мікроскопії та планіметрії. Виявлено, що світлове випромінювання фотонної матриці Коробова А.-Коробова В. «Барва-Флекс/СІК» ($\lambda_1=470$ нм та $\lambda_2=940$ нм) стимулює загоєння дерматомних ран. Світлодіодне випромінювання стимулює формування грануляційної тканини та епітелізацію ран. Це проявляється у прискоренні загоєння ран.

Світлодіодне випромінювання є перспективним для використання в комплексному лікуванні ран.

Ключові слова: загоєння ран, світлодіоди, морфологія.

**HEALING OF EXPERIMENTAL WOUNDS UNDER INFLUENCE OF COMPLEX
IRRADIATION OF LIGHT EMITTING DIODE OF APPARATUS «BARVA-FLEX/BIR»**

Baybekov I.M., Butaev A.Kh., Khashimov F.F., Mardonov D.N., Baybekov A.I.

*Republican Specialized Center of Surgery named after acad. V.Vakhidov, Uzbekistan, Tashkent,
e-mail:baibekov@mail.ru*

Studies of the influences of LED irradiation on wound healing in rats were performed with use of light, scanning electron microscopy and morphometry. It was revealed that the light radiation of apparatus "Barva-Flex/BIR" ($\lambda=470$ nm and $\lambda=940$ nm) stimulates healing of experimental dermatome wounds. LED irradiation stimulates formation of granular tissue and epithelisation of wounds, which are observed in accelerated wound healing. Application of LED for complex treatment of wounds is promising.

Keywords: wound healing, LEDs, morphology.

Рисунки к статье Байбеков И.М., Бутаев А.Х., Хашимов Ф.Ф., Мардонов Д.Н., Байбеков А.И.
«ВОЗДЕЙСТВИЕ СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ АППАРАТА "БАРВА – ФЛЕКС/СИК"
НА ЗАЖИВЛЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАН»

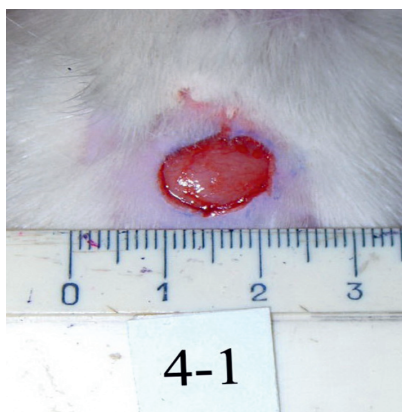


Рис 1. Экспериментальная дерматомная рана.

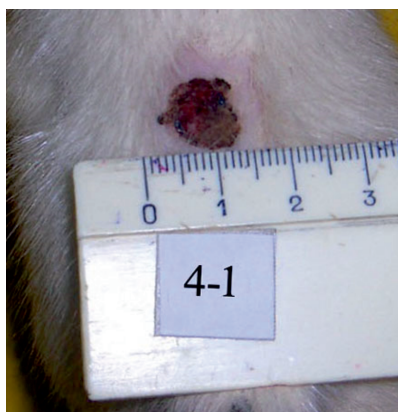


Рис. 2. Рана контроль. 3-е сутки

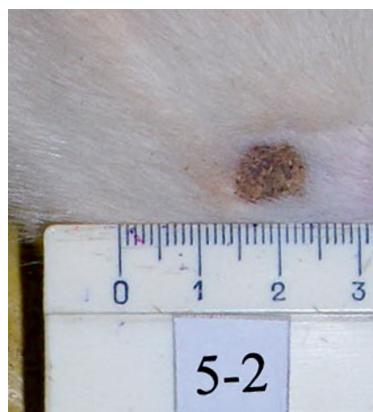


Рис. 3. Рана облучение LED «Барва – Флекс/ЗИК», 3-е сутки

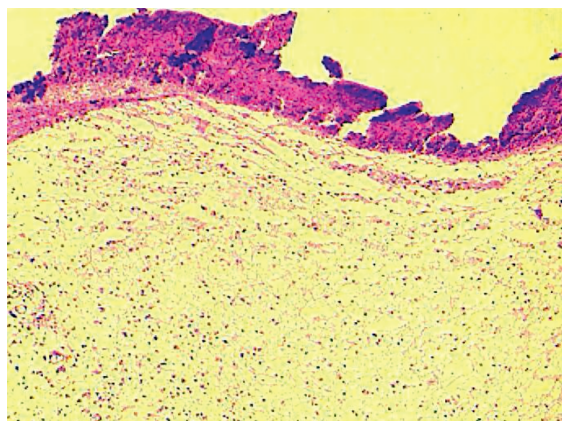


Рис 4. Стадия травматического воспаления, доминирование бесклеточных зон (отек). Контроль. 1-е сутки. ГЭ. 10x10

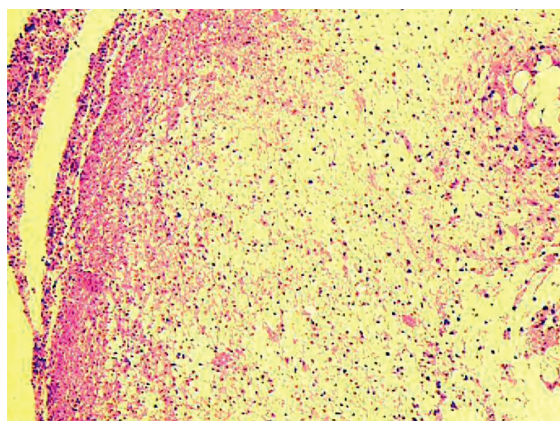


Рис 5. Стадия травматического воспаления, увеличение числа клеток. LED. 1-е сутки. ГЭ. 10x10

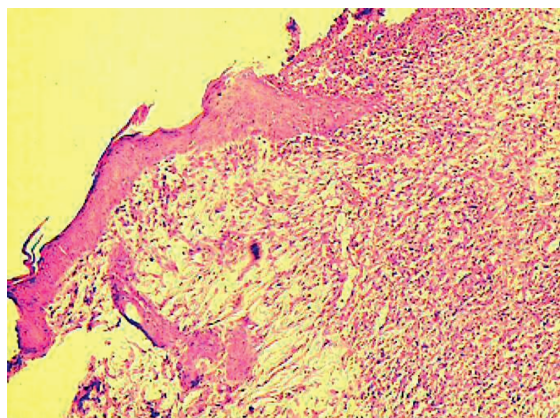


Рис 6. Стадия формирования грануляционной ткани и начало эпителизации (контроль) 3-е сутки. ГЭ. 10x10

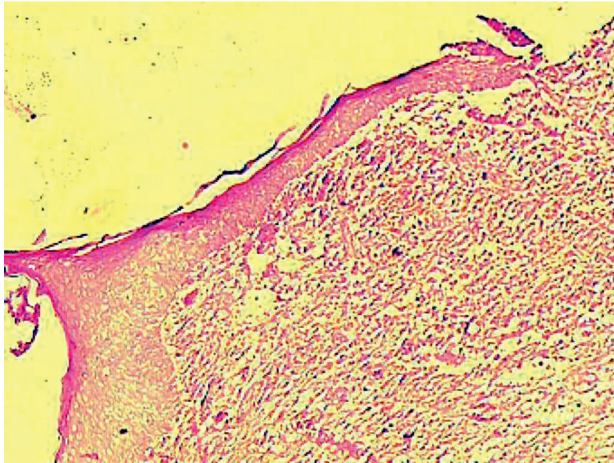


Рис 7. Стадия формирования грануляционной ткани и более выраженная эпителизация (LED) 3-е сутки. ГЭ. 10x10

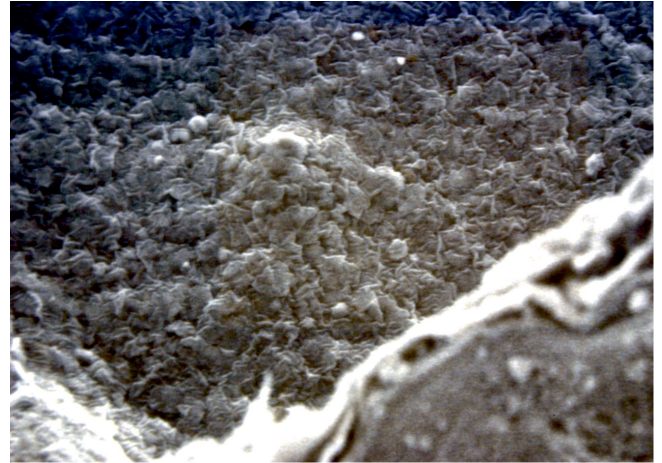


Рис 8. Раневая поверхность 1-е сутки. Контроль. СЭМ 400



Рис 9. Начало эпителизации раневой поверхности. 3 сутки, контроль. СЭМ x 1000

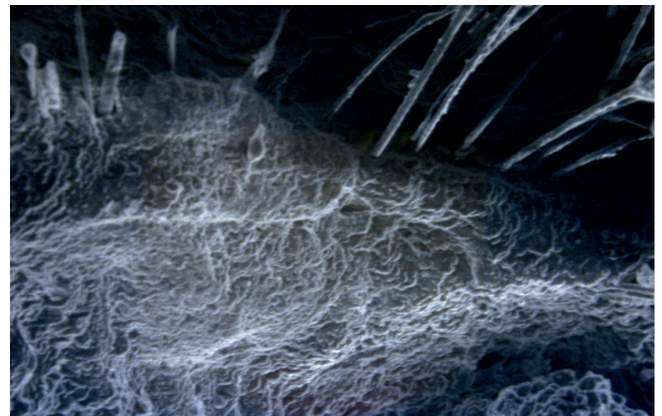


Рис 10. Выраженная эпителизация раневой поверхности, 3-е сутки LED. СЭМ x 1000

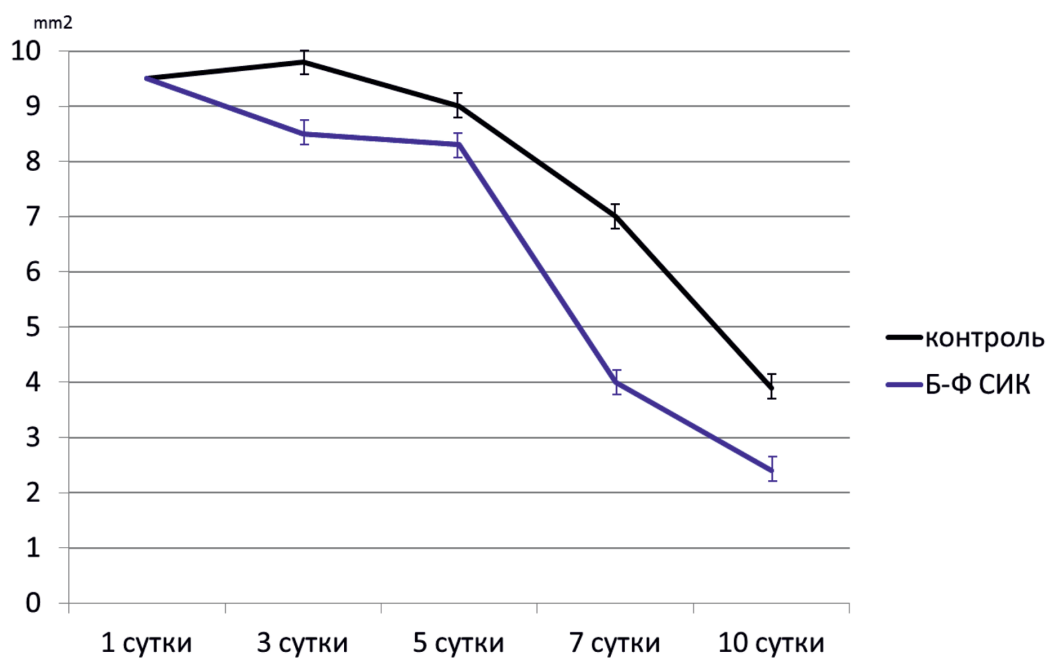


Рис.11 Динамика эпителизации дерматомных ран