

Научная статья

УДК 619:616-001.4:636.92

EDN CKMNUD

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0602-6-8-16>

Регенерационная способность вторично инфицированных хирургических ран у кроликов при воздействии электромагнитного излучения низкой частоты

Любовь Германовна Аистова¹, аспирант

Анастасия Олеговна Фёдорова², доктор биологических наук, доцент

^{1, 2} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ aistovalg@sgaz.pro, ² anfedka@list.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований по совершенствованию терапии гнойных и вторично инфицированных ран у кроликов без применения стандартных методов терапии, таких как обработка местными антисептическими препаратами и системными антибактериальными препаратами. Авторами предложено применение только неинвазивного электромагнитного излучения низкой частоты, генерируемого аппаратом «ТОР». Проведена оценка степени регенерации ран у кроликов.

Ключевые слова: гнойные раны, вторично инфицированные хирургические раны, электромагнитное излучение, кролики, физиотерапия

Для цитирования: Аистова Л. Г., Фёдорова А. О. Регенерационная способность вторично инфицированных хирургических ран у кроликов при воздействии электромагнитного излучения низкой частоты // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 16–17 апреля 2025 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 8–16.

Original article

Regenerative ability of secondary infected surgical wounds in rabbits when exposed to low frequency electromagnetic radiation

Lyubov G. Aistova¹, Postgraduate Student

Anastasia O. Fyodorova², Doctor of Biological Sciences, Associate Professor

^{1, 2} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ aistovalg@sgaz.pro, ² anfedka@list.ru

Abstract. The article presents the results of research on improving the treatment of purulent and secondarily infected wounds in rabbits without the use of standard therapies such as treatment with local antiseptic drugs and systemic antibacterial drugs. The authors proposed the use of only non-invasive low-frequency electromagnetic radiation generated by the TOR device. The degree of wound regeneration in rabbits was assessed.

Keywords: purulent wounds, secondary infected surgical wounds, electromagnetic radiation, rabbits, physiotherapy

For citation: Aistova L. G., Fyodorova A. O. Regenerative ability of secondary infected surgical wounds in rabbits when exposed to low frequency electromagnetic radiation. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 8–16), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

Введение. Среди болезней, наблюдаемых в ветеринарии, хирургические составляют более 40 %, а раны и травмы различной этиологии, в том числе инфицированные, регистрируют у 35-40 % пациентов с хирургической патологией. Часто травмы носят характер открытых повреждений, которые в большинстве случаев осложняются раневой инфекцией [1]. Раневая инфекция возникает не только на случайно полученных ранах, а часто является осложнением после оперативных вмешательств, которое приводит к развитию хирургического сепсиса. Образование любой раны сопровождается последовательностью местных и общих реакций организма. Это ведет к нарушению функций сердечно-сосудистой системы, обменных процессов, лихорадке [2].

Для лечения ран и раневой инфекции широко используются как медикаментозные средства (антибиотики, протеолитические ферменты, биоактивные сорбенты), так и методы физического воздействия (лазер, ультразвук, гипербарическая оксигенация) [3]. Однако существующие способы лечения раневого процесса не являются универсальными, поэтому проблема лечения гнойных ран сохраняет свою актуальность и нуждается в поисках новых методов лечения, среди которых предпочтение отдают экологически чистым средствам и методам терапии [4, 5].

Цель работы – изучить влияние неинвазивной электромагнитной терапии низкой частоты на процессы регенерации вторично инфицированных хирургических ран.

Материал и методы исследований. Исследования проводили в условиях учебного вивария факультета ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологий Дальневосточного государственного аграрного университета в декабре 2024 г. Животные содержались при строгом соблюдении требований к содержанию их в вивариях. Опыт проводили на 12 беспородных кроликах, возрастом 1,5 года, средней массой 3,5 кг.

Моделирование вторично инфицированных ран выполнялось путем удаления лоскута кожного покрова округлой формы в межлопаточной области после подготовки операционного поля и местной анестезии (проводниковая анестезия 0,5-процентным новокаином). Диаметр раны составил 5,0×5,0 см, что соответствует 25 см² или 2 % от поверхности тела животного. Для расчета площади раны использовали планиметрический метод [6].

После формирования раны производилось ее инфицирование из естественных источников. Через 3 суток появлялись признаки инфицирования раны (гнойное отделяемое, образование карманов с некротическим (гнойным) содержимым), в дальнейшем производилось лечение. Схема исследований представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема исследований

Группа	Кол-во животных	Схема опыта
Опыт 1	6	моделирование гнойных хирургических вторично инфицированных ран размером 5,0×5,0 см; обработка ран раствором 0,9 % NaCl без использования дополнительных медикаментозных средств
Опыт 2	6	моделирование гнойных хирургических ран размером 5,0×5,0 см; обработка ран раствором 0,9 % NaCl без использования дополнительных медикаментозных средств; аппаратное лечение прибором «ТОР» по 30 минут в количестве 4-х обработок с интервалом 3 дня (на 3-й, 7-й, 10-й, и 13-й день после моделирования раны)

При формировании групп в первую опытную группу вошли кролики под номерами 1; 2; 3; 5; 6; 10, во вторую – 4; 7; 8; 9; 11; 12. Исследования проводили в течении 30 дней. Интенсивность регенерации раневой поверхности в период эксперимента оценивали на 3-й; 7-й; 10-й; 15-й; 20-й и 27-й дни.

Результаты исследований. Скорость и качество регенерации ран оценивали путем визуального осмотра и измерения площади раневой поверхности, интенсивности раневого отделяемого, а также срока образования ступа. Видовой особенностью течения раневого процесса у грызунов является быстрое выпадение фибрина и остановка кровотечения, а образовавшийся фибринозный сгусток надежно защищает раневую поверхность, адсорбируя на себе микробные клетки и другие элементы, загрязняющие поврежденную поверхность с последующим формированием из него ступа, под которым и происходит заживление раны [7].

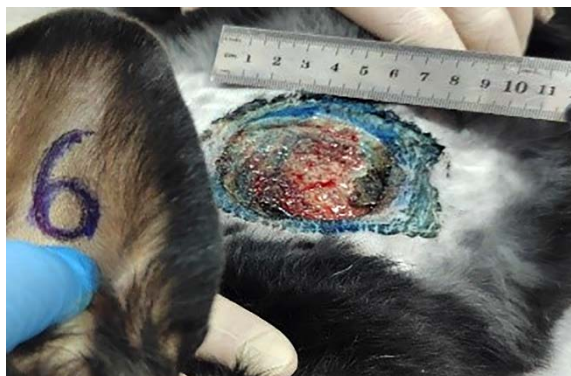
Динамика заживления вторично инфицированных хирургических ран при воздействии на животных неинвазивным электромагнитным излучением низкой частоты аппарата «ТОР» представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика заживления вторично инфицированных хирургических ран у кроликов при воздействии неинвазивного электромагнитного излучения низкой частоты, n=12, $M \pm m$

Дни	Опытная группа 1			Опытная группа 2		
	длина раны (max), см	ширина раны (max), см	площадь раны, см ²	длина раны (max), см	ширина раны (max), см	площадь раны, см ²
Моделирование раны	5,0±0,60	5,2±0,70	25,0±6,01	5,0±0,60	5,2±0,70	25,0±6,01
3 день	5,8±0,31	5,6±0,41	32,6±4,54	5,6±0,41	5,2±0,30	34,0±5,72
7 день	4,6±0,40	4,5±0,40	24,8±4,72	4,6±0,70	4,4±0,41	22,8±4,20
10 день	4,2±0,30	4,4±0,80	24,6±4,90	3,4±0,40	3,6±0,42	16,2±4,31
15 день	3,4±0,40	3,6±0,42	20,2±2,51	3,2±0,32	3,6±0,42	10,0±3,20
20 день	2,4±0,82	3,0±1,03	9,0±0,70	2,0±0,60	2,2±0,70	3,6±2,30
27 день	1,2±1,40	1,4±1,80	4,2±7,01	полная регенерация, прорастание шерсти		

При анализе выявлено, что на третьи суки после моделирования вторично инфицированных хирургических ран их площадь увеличилась в обеих группах

за счет процессов воспаления и некроза тканей в среднем на $7,6 \text{ см}^2$ в первой опытной группе и на 9 см^2 во второй (рис. 1).



первая опытная группа



вторая опытная группа

Рисунок 1 – Вторично инфицированные хирургические раны на третий день после их моделирования

На седьмой день у кроликов второй опытной группы, получавших аппаратное лечение неинвазивной электромагнитной терапией низкой частоты, площадь раневой поверхности уменьшилась на $11,2 \text{ см}^2$ по сравнению с таковой у кроликов первой опытной группы, где площадь раны уменьшилась только на $7,8 \text{ см}^2$. Во второй опытной группе при этом отмечалось очищение ран от некротического содержимого и наблюдались интенсивные процессы образования струпа (рис. 2).



первая опытная группа



вторая опытная группа

Рисунок 2 – Состояние ран у кроликов на седьмой день после моделирования

Тогда как у животных в первой опытной группе хоть и была образована корка, но при детальном осмотре раны под ней было большое скопление гнойного содержимого и по периферии наблюдались подкожные гнойные карманы с некрозом окружающих мягких тканей. Кроме того, в первой опытной группе на пятые сутки после моделирования гнойных вторично инфицированных ран наблюдался падеж одного кролика, причиной смерти которого стали осложнения септического характера в виде инфекционно-токсического шока.

На 10-й день в первой опытной группе наблюдалось незначительное уменьшение площади раневой поверхности всего на $0,2 \text{ см}^2$ по сравнению с показателями 7 дня. У животных этой группы раны были с признаками воспаления и патологическим экссудатом. У кроликов второй опытной группы, получавших аппаратное лечение, площадь ран уменьшилась в среднем на $17,8 \text{ см}^2$ по сравнению с третьим днем и на $6,6 \text{ см}^2$ в сравнении с седьмым днем. Раны были сухие без патологического отделяемого, а по периферии образовался валик грануляции и просматривались признаки отторжения струпа (рис. 3).



первая опытная группа

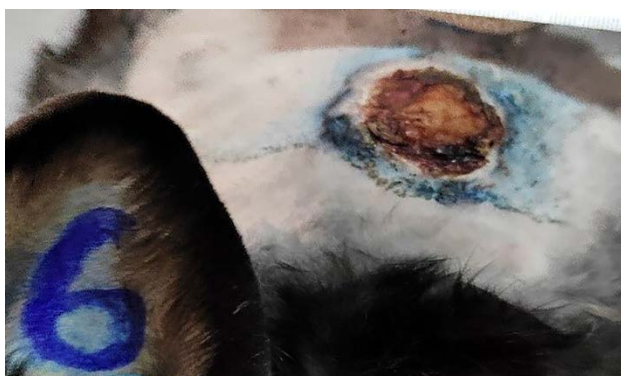


вторая опытная группа

**Рисунок 3 – Состояние ран у кроликов
на десятый день после моделирования**

На 15-й день у кроликов второй опытной группы отмечено значительное сокращение площади раны на 24 см^2 с образованием сухой корки по сравнению с первой опытной группой, в которой площадь раны была уменьшена всего на $12,4 \text{ см}^2$ в сравнении с третьим днем и рана была мокнущей с гнойным

содержимым (рис. 4).



первая опытная группа



вторая опытная группа

**Рисунок 4 – Состояние ран у кроликов
на 15-й день после моделирования**

На 20-й день исследований площадь ран у кроликов во второй опытной группе уменьшилась на 30,4 см² и отделилась 1/6 часть образовавшейся корки, тогда как в первой опытной группе площадь раневой поверхности сократилась всего на 23,6 см², при этом корка практически полностью отделилась (рис. 5). Кроме того, в первой группе наблюдался падеж еще одного кролика в результате инфекционно-токсических осложнений.



первая опытная группа



вторая опытная группа

**Рисунок 5 – Состояние ран у кроликов
на 20-й день после моделирования**

На 27-й день у всех кроликов во второй опытной группе наблюдалось полное заживление ран, без образования рубцовой ткани и с прорастанием на их месте шерстного покрова (рис. 6). В то же время в первой опытной группе

площадь ран составила в среднем 4,2 см². Кролик № 6 данной группы погиб на 27 сутки.

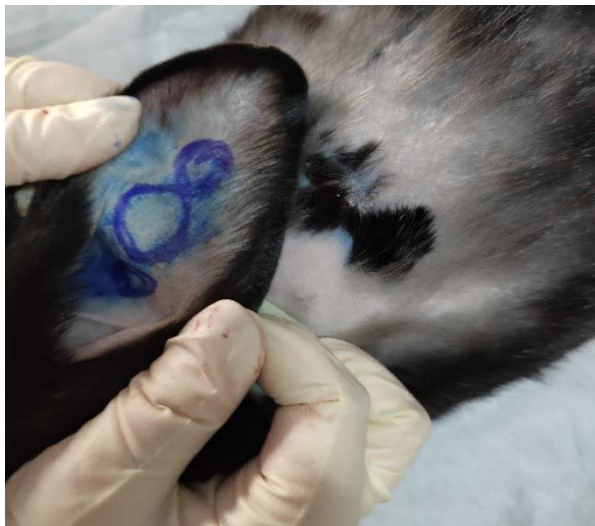


Рисунок 6 – Прорастание шерстного покрова у кроликов второй опытной группы на 27-й день эксперимента

Закключение. *Применение неинвазивной электромагнитной терапии низкой частоты позволяет сократить время регенерации вторично инфицированных хирургических ран без применения специальных методов лечения, а также избежать летальных исходов, связанных с инфекционно-токсическим шоком. За счет активации системы местного иммунитета происходит более быстрое очищение раны от некротических масс и формирование струпа. Наблюдается полная регенерации кожи с прорастанием шерстного покрова.*

Список источников

1. Третьяков А. А., Петров С. В., Неверов А. Н., Щетинин А. Ф. Лечение гнойных ран // Новости хирургии. 2015. Т. 23. № 6. С. 680–687.
2. Симонов Ю. И., Симонова Л. Н., Черненко В. В. Профилактика болезней по видам животных : учебное пособие. Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2018. 19 с.
3. Усачев И. И., Ездакова И. Ю., Поляков В. Ф., Усачев К. И., Кубышкин А. В. Применение биологических активаторов и иммунокорректоров в ветеринарной медицине : монография. Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2018. 195 с.

4. Иванюк В. П., Кривопушкина Е. А., Бобкова Г. Н. Средства, корректирующие иммунный статус, стрессы и продуктивность животных. Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2019. 51 с.

5. Гамко Л. Н., Черненко В. В. Мазь на коллагеновой основе при лечении ран у кроликов // Ветеринария. 2007. № 3. С.45–47.

6. Kundin J. I. A new way to size up a wound // American Journal of Nursing. 1989. Vol. 89. P. 206–207.

7. Плахотин М. В., Белов А. Д., Башкиров Б. А., Лукьяновский В. А. Общая ветеринарная хирургия. М. : Агропромиздат, 1990. 592 с.

References

1. Tretyakov A. A., Petrov S. V., Neverov A. N., Shchetinin A. F. Treatment of purulent wounds. *Novosti khirurgii*, 2015;23;6:680–687 (in Russ.).

2. Simonov Yu. I., Simonova L. N., Chernenok V. V. *Disease prevention by animal species: textbook*, Bryansk, Bryanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2018, 19 p. (in Russ.).

3. Usachev I. I., Ezdakova I. Yu., Polyakov V. F., Usachev K. I., Kubyshkin A. V. *Use of biological activators and immunocorrectors in veterinary medicine: monograph*, Bryansk, Bryanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2018, 195 p. (in Russ.).

4. Ivanyuk V. P., Krivopushkina E. A., Bobkova G. N. *Means that correct the immune status, stress and productivity of animals*, Bryansk, Bryanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2019, 51 p. (in Russ.).

5. Gamko L. N., Chernenok V. V. The ointment on the collagen basis in therapy of the injuries of rabbits. *Veterinariya*, 2007;3:45–47 (in Russ.).

6. Kundin J. I. A new way to size up a wound. *American Journal of Nursing*, 1989;89:206–207.

7. Plakhotin M. V., Belov A. D., Bashkirov B. A., Lukyanovskiy V. A. *General veterinary surgery*, Moscow, Agropromizdat, 1990, 592 p. (in Russ.).

© Аистова Л. Г., Фёдорова А. О., 2025

Статья поступила в редакцию 21.03.2025; одобрена после рецензирования 06.05.2025; принята к публикации 26.06.2025.

The article was submitted 21.03.2025; approved after reviewing 06.05.2025; accepted for publication 26.06.2025.