

## КОРРЕКЦИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТКАНЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНЕЙРОСТИМУЛЯЦИИ

БАЗАРНЫЙ В.В., ИСАЙКИН А.И., ВАЛАМИНА И.Е. и др.

ГОУ ВПО Уральская государственная медицинская академия Росздрава,  
620109, г. Екатеринбург, ул. Ключевская, 17. Тел. (343) 371-34-90

УДК 616-01/09

### АННОТАЦИЯ

В работе изучалось влияние динамической электроннойростимуляции (ДЭНС) на восстановительные процессы. Использованы экспериментальные модели кожной раны и хирургического перелома голени у лабораторных крыс. Показана стимуляция репаративных процессов в тканях, в частности активизация остеобластической реакции формирующегося костного регенерата. Полученные данные являются патогенетическим обоснованием для применения ДЭНС в восстановительной медицине.

**Ключевые слова:** динамическая электроннойростимуляция, регенерация.

### ВВЕДЕНИЕ

Динамическая электроннойростимуляция (ДЭНС) обладает разнообразными эффектами на организм. Прежде всего, установлены ее нейрорецепторные и регуляторные эффекты [7, 8], хотя некоторые из них требуют строгого доказательства. Наименее изучены остаются механизмы репаративного действия ДЭНС-терапии. Между тем проблема направленной регуляции восстановительных процессов сохраняет свою актуальность. Этим и определена цель данного исследования – изучить влияние динамической электроннойростимуляции на репаративные процессы в тканях после повреждения.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эксперимент выполнен на 60 беспородных крысах-самцах массой 120-150 г. Животных содер-

жали в стандартных условиях вивария (Приказ МЗ СССР № 755 от 12.08.1977 г.). Для решения задачи исследования использовали экспериментальные модели перелома голени и кожной раны, как это было описано нами ранее [1, 3].

Моделированной кожной раны (площадь которой составляла 1 кв. см.) осуществляли хирургическим способом на дорсальной поверхности тела крыс с соблюдением правил асептики. Перелом голени также моделировали хирургически. Для этого по передней медиальной поверхности средней трети голени проводили продольный разрез длиной 1,0 см. Поднадкостнично выделялась большеберцовая кость, которая пересекалась поперечно с иссечением фрагмента диафиза 3 мм. Рана послойно ушивалась, послеоперационный шов обрабатывался аэрозолем тетрацилина. Оперативное вмешательство выполняли в условиях асептики, наркоз осуществлялся рометаром из расчета 0,1 мл/100 г массы тела. Дополнительно проводилась местная инфильтрационная анестезия 0,3%-ным раствором лидокаина.

Животных подвергали воздействию ДЭНС (аппарат ДиаДЭНС Т) в области кожи хвоста и одновременно в проекции травмы (частота 77 Гц, мощность 3 усл.ед., длительность воздействия – 10 мин.), начиная со дня операции, на курс – 7 процедур. Контрольные крысы не получали такой терапии. Экспериментальных животных выводили из эксперимента методом декапитации в условиях эфирного наркоза на седьмые и пятнадцатые сутки.

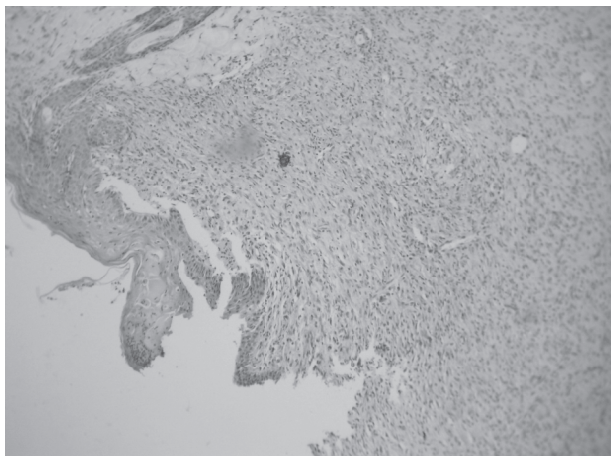


Рис. 1. Контроль, 7 суток. Очаговая пролиферация и частичное наполнение эпидермиса на грануляционную ткань регенерата. Окраска гематоксилин-эозином, х 200.

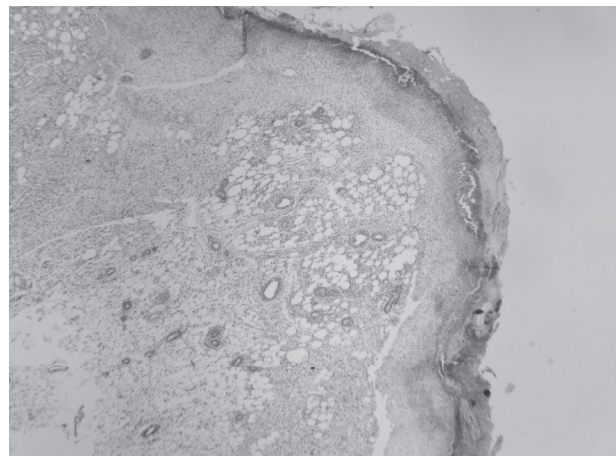
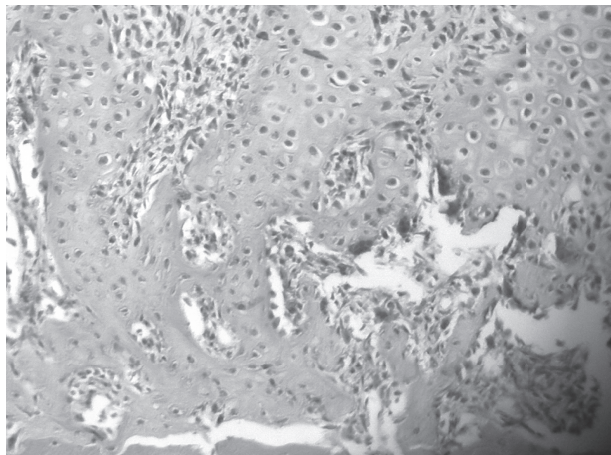
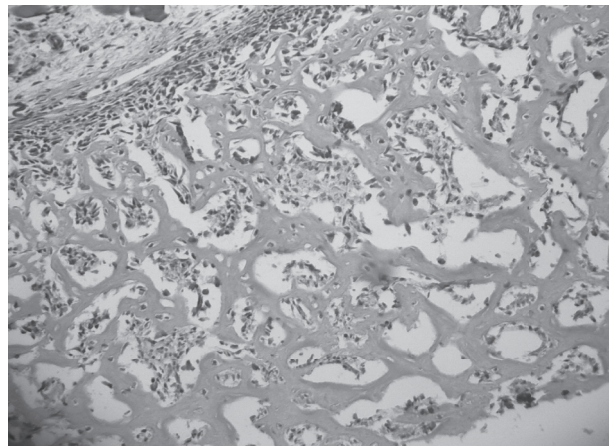


Рис. 2. ДЭНС, 7 суток. Окраска гематоксилин-эозином, х 200.



**Рис. 3.** Место перелома, контроль, 10 сутки. Регенерат представлен фибробластическим, хондробластическим и остеобластическими дифферонами. Окраска гематоксилин-эозин, увеличение 200х.



**Рис. 4.** ДЭНС, 10 сутки после перелома. В зоне перелома широкий регенерат, представленный фиброзной, хрящевой и грубоволокнистой костной тканью. Более выражена остеобластическая реакция. Окр. гематоксилин-эозин. Ув.Х200.

Репаративные процессы контролировали по морфологической картине. Для этого приготавливали стандартные гистологические срезы, которые окрашивали гематоксилином-эозином. В целях объективизации полученных данных интенсивность клеточной реакции оценивали методом компьютерной морфометрии (аппаратный видеокomпьютерный комплекс SIAMS-610, регистрационное свидетельство № 940176-25.04.94).

Морфологический анализ проводили на 7 сутки при заживлении кожной раны и на 10 сутки после перелома голени, поскольку нами было выявлено ранее, что в этот период еще сохраняется воспаление, но уже активизированы механизмы регенерации [1, 3].

Статистическая обработка результатов выполнялась на основе принципов вариационной статистики с использованием непараметрических критериев [6].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Заживление кожной раны является сложным динамическим процессом, в котором принимают активное участие клетки соединительной ткани и гуморальные факторы. Поэтому данная модель широко используется для изучения регуляторных механизмов саногенеза. В проведенном эксперименте при морфологическом исследовании показано, что на 7-е сутки после нанесения раны раневой дефект был выполнен грануляционной тканью. В клеточном составе присутствовали нейтрофильные гранулоциты, имелись явления отека и лейкостаза (рис. 1). Полная эпителизация раневого дефекта в этот срок отсутствовала, в краях раны только началось утолщение эпителия за счет пролиферации клеток базального слоя. При воздействии ДЭНС на кожную рану число нейтрофилов в зоне раны было несколько меньше, хотя и сохранялась экссудативная реакция (рис. 2). Существенного ускорения эпителизации раны на 7-е сутки установлено не было. Однако в 30% гистологических препаратов в этот срок выявлено наполнение на грануляционную ткань новообразованного эпителия. По данным компьютерной морфометрии, количество

фибробластических клеток грануляционной ткани повышалось на 23 % в сравнении с контролем ( $p > 0,05$ ). При дальнейшем наблюдении было установлено, что полное восстановление целостности кожного покрова наступало в среднем на 10-е сутки (у контрольных крыс – на 12-е сутки). При этом под влиянием ДЭНС образовывался более нежный соединительно-тканый рубец.

На модели хирургического перелома голени проводили изучение формирования соединительно-тканной основы костного регенерата. У контрольных животных на 10-е сутки после травмы в зоне перелома между костными отломками формировалась волокнистая соединительная ткань, в которой определялись пролиферирующие фибробласты и единичные макрофаги. Кнаружи от волокнистых структур наблюдались фокусы хондробластов. Ремоделиция кости происходила как за счет периостального, так и эндостального окостенения (рис. 3).

При воздействии на животных в посттравматическом периоде ДЭНС образование грубоволокнистой костной ткани наблюдалось эндостально и периостально, была отмечена более активная пролиферация остеобластов. При этом отмечалось увеличение сосудов микроциркуляторного русла с равномерным кровенаполнением (рис. 4).

Для объективизации различий в остеобластической реакции, определяющей активность процессов ремоделирования костной ткани, оценивали содержание клеток в зоне формирующегося регенерата методом компьютерной морфометрии. Данный параметр под влиянием ДЭНС увеличивался на 29% ( $p < 0,05$ ). Поскольку учитывали клетки фибробластического и остеобластического дифферонов, то можно заключить, что ДЭНС вызывает стимуляцию пролиферативной активности указанных клеток.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Восстановительные процессы в тканях находятся под сложным контролем регуляторных механизмов [9, 10]. Изучение и глубокое их понимание является предпосылкой для патогенетического

обоснования и практической реализации новых способов управляемой регенерации. Использование различных моделей патологических процессов на животных позволяет в условиях эксперимента оценить течение репарации, соотношение системных и локальных клеточных реакций и их модификацию различными лечебными факторами. В частности, установлены механизмы стимуляции восстановительных процессов на клеточном, тканевом и органном уровнях при магнитолазерном воздействии, лечебном применении ультразвука и т.д. [2, 5, 11]. В данном исследовании оценивали влияние нового метода физической терапии – ДЭНС – на восстановительные процессы в тканях. Нам установлено, что под влиянием данного фактора заметно усиливались процессы остеорепаляции. Последнее мы связываем с активизацией пролиферативной активности клеток остеобластического дифферона, а также усилением микроциркуляции, обеспечивающей возрастающие при репарации потребности ткани в кислороде. На модели кожной раны нами не обнаружено выраженного ускорения темпов эпителизации дефекта, но выявлены отчетливые тенденции умеренного снижения активности перифокальной воспалительной реакции. С учетом полученных нами ранее данных о накоплении лимфоцитов в зоне повреждения под влиянием ДЭНС [4], можно предполагать и участие активизации морфогенетической функции иммунокомпетентных клеток в регенерации тканей при данном воздействии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Базарный В.В., Валамина И.Е., Сеянина О.Н. и др. // Бюлл. эксп.биол.мед. – 2007. – Т. 143, № 6. – С.660-662.
2. Базарный В.В., Валамина И.Е., Самойлов Д.С. и др. // Вестник Уральск. мед. академической науки. – 2008. – № 3. – С. 29-30.
3. Базарный В.В., Крохина Н.Б., Исайкин А.И., и др. // Патол. физиология и эксперимент. терапия. – 2008. – № 3. – С.26-27.
4. Базарный В.В., Шешенина А.В., Исайкин А.И., Власов А.А. // Росс. имм. журнал. – 2008. – Т. 2 (11), № 2-3. – С.147-148.
5. Базарный В.В., Щеколдин П.И., Крохина Н.Б., и др. // Вопр. курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2008. – № 5. – С.33-34.
6. Гланц С. Медико-биологическая статистика [Текст]/С.Гланц, пер.с англ. – М.:Практика, 1998. – 459 с.
7. Разумов А.Н., Василенко А.М., Бобровницкий И.П. и др. Динамическая электронейростимуляция: учебное пособие для врачей. – М., 2008. – 136 с.
8. Черныш И.М., Королева М.В., Краснова Л.Б. и др. // Рефлексотерапия. – 2007. – №1 (19). – С. 20-25.
9. Blair H., Carrington J.L. // Ann. N.Y. Acad. Sci. – 2006. – Vol. 1068. – P. 244-249.
10. Edmondson S. R., Thumiger S. P., Werther G. A., Wraight C. J. //Endocrine Reviews. – 2003. – V. 24, № 6. – P. 737-764.
11. Nelson F. T., Brighton C.T., Ryaby J., et al. // J. Am. Acad. Orthop. Surg. – 2003. – Vol. 11, № 5. – P. 344-354.

#### РЕЗЮМЕ

Динамическая электронейростимуляция (ДЭНС) обладает свойствами стимулировать восстановительные процессы в тканях при повреждении. В частности, на основании проведенного экспериментального исследования и полученных морфологических данных можно уверенно судить об ускорении темпов репаративных процессов, более выраженных после хирургической травмы в костной ткани. Это связано в значительной степени с активизацией пролиферации остеобластов. Кроме того, после курса ДЭНС умеренно снижалась активность воспалительной реакции в зоне повреждения и отмечалась стимуляция микроциркуляции, что вносило свой вклад в формирование полноценного регенерата.

#### ABSTRACT

Dynamic electrostimulation (DENS) possesses properties to stimulate regenerative processes in fabrics at damage. In particular, on the basis of the spent experimental research and the received morphological data, it is possible to judge acceleration of rates of the regenerative processes more expressed after a surgical trauma in a bone fabric confidently. It is connected substantially with activization of growth of bone cages. Besides, after course DENS activity of inflammatory reaction in a zone of damage moderately decreased and microcirculation stimulation that brought the contribution to formation of a high-grade fabric was noticed.

**Ключевые слова:** динамическая электронейростимуляция, восстановительные процессы, повреждение, костная ткань, воспаление, репаративный процесс, микроциркуляция, остеобласт, воспалительная реакция.

**Keywords:** dynamic electrostimulation, regenerative processes, damage, a bone fabric, an inflammation, healing process, microcirculation, a bone cage, inflammatory reaction.