

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ БЕДРЕННОЙ КОСТИ КРЫС
ПОСЛЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕЛОМА****Харьковский национальный медицинский университет (г. Харьков)****doktor_82@bk.ru**

Работа выполнена в рамках НИР «Малоінвазивні хірургічні технології при лікуванні хворих з політравмою», № государственной регистрации 0111U001389 2011-2013.

Вступление. Ежегодно в мире травматизм, связанный с высокоэнергетической травмой, постоянно растет [7]. Среди всех переломов длинных костей удельный вес открытых диафизарных переломов составляет от 28% до 53% [1]. При этом большой проблемой является высокая инвалидизация таких пострадавших в связи с различного рода осложнениями, такими как нарушения процесса репаративной регенерации – до 20%, гнойными осложнениями – 57,4% [8]. Важное значение для консолидации перелома имеет структурно-функциональное состояние костной ткани после воздействия травмы различной интенсивности [5,6].

Переломы приводят к нарушению организации костной ткани в краевых отделах отломков, однако распространенность и выраженность этих нарушений нуждается в исследовании, так как в дальнейшем на их основе возможно определить тактику хирургического лечения пациента с переломом. При воздействии механических повреждений на кость происходит деформация клеточных структур и перераспределение электрических зарядов [2], в связи с этим нами был предложен метод оценки жизнеспособности кости на основе оценки электрического сопротивления.

Цель исследования. Изучить морфологические особенности и электрическое сопротивление бедренной кости крыс после моделирования перелома и провести корреляционный анализ использованных методов для оценки жизнеспособности костной ткани.

Объект и методы исследования. Методика проведения экспериментов на животных. Исследования проведены на половозрелых белых лабораторных крысах-самцах возрастом 3-х месяцев (200-250 г). Эксперименты выполнены в соответствии с требованиями о гуманном отношении к экспериментальным животным, согласно «Европейской конвенции защиты позвоночных животных, которые используются в экспериментальных и других целях» [2] и Закона Украины [9]. План эксперимента и тактика его выполнения заслушаны и утверждены Комитетом по вопросам биоэтики (протокол № 6 от 03.06.2015 г.).

Была воспроизведена модель нарушения структурной организации отломков бедренной кости у крыс путем перелома и после перелома с коагуляцией отломков (для усугубления нарушений). В качестве контроля использованы животные без перелома. Проведена гистологическая оценка состояния остеоцитов и электрическое сопротивление в различных областях бедренной кости после перелома.

При оперативном вмешательстве использовали общее обезболивание. Препараты вводили внутримышечно, аминазин – 10 мг/кг живой массы, кетамин – 50 мг/кг живой массы. С помощью пилы Джигли проводили поперечную остеотомию в середине диафиза бедренной кости.

Крыс выводили из эксперимента путем ингаляционной передозировки эфира для наркоза через 1 и 3 часа после начала эксперимента.

С помощью прибора мультиметра цифрового UT70B измеряли электрическое сопротивление кости в диапазоне от 0 до 4000 МОм в трех областях кости (выше и ниже области перелома) 6, 12 и 18 мм у опытных животных (далее по тексту обозначенные как 1, 2 и 3 точки соответственно) через 1 и 3 часа. У контрольных животных в бедренной кости выбраны аналогичные точки.

Для гистологических исследований выделяли фрагменты бедренных костей крыс с участком перелома и фиксировали их в 10% растворе нейтрального формалина, декальцинировали в растворе 4% азотной кислоты, обезвоживали в спиртах возрастающей крепости и заключали в целлоидин [10]. Гистологические срезы толщиной 7-9 мкм изготавливали на санном микротоме «Reichert» (Германия) и окрашивали железным гематоксилином Вейгерта и эозином, а также пикрофуксином по Ван Гизон. Анализировали и фотографировали препараты с помощью цифровой фотокамеры Canon EOS-300D под микроскопом «AxioStar Plus» и BX60.

В поле зрения микроскопа на заранее отмеченных участках бедренной кости (6, 12 и 18 мм выше и ниже от области перелома, под увеличением 400, ок.10, об.40) проводили подсчет остеоцитов (соотношение пустых лакун и заполненных клетками) на площади 76000 мкм².

Для электронно-микроскопических исследований фрагменты бедренной кости крыс (размером 1 мм³) были префиксированы в 5% параформальдегид-глутаральдегидном фиксаторе Карновского. Декальцификацию проводили в 3,7% растворе

трилона Б, постфиксацию – в 1% растворе четырехоксида осмия. Материал был дегидратирован в ацетоне, после чего заключали в смесь эпоксидных смол «Эпон-аралдит» [11]. Полутонкие и ультратонкие срезы (толщиной 1 мкм и 50-70 нм, соответственно) изготавливали, используя стеклянные ножи, на ультрамикротоме УМТП-3М. Окраску полутонких срезов выполняли в 1% растворе метиленового синего и 1% растворе буры (1:1), с последующей окраской основным фуксином – по Araújo S. R. [12]. Контрастировали ультратонкие срезы в насыщенном растворе уранилацетата и цитрата свинца по методу Рейнольдс [3], после чего срезы исследовали с помощью трансмиссионного электронного микроскопа ЭМ-100 БР. Отпечатки с негативов электронограмм изготавливали с помощью цифровой фотокамеры Canon EOS-300 D.

Статистическая обработка цифровых данных проведена по Стьюденту с вычислением среднеарифметических значений и среднеквадратических ошибок с применением программного пакета Microsoft Excel XP.

Результаты исследования и их обсуждение

Первая опытная серия. Перелом. 1 час после коагуляции. Проведен гистологический анализ отломков бедренной кости после перелома.

Кортикс. Микроскопически краевой отдел кортекса бедренной кости (1-ая область исследования), прилежащий к зоне коагуляции, неравномерно окрашен гематоксилином и эозином. Обнаружены как темно окрашенные, так и светло окрашенные участки костного матрикса (**рис. 1**), что свидетельствует о нарушении сорбции красителя. Сосудистые каналы, пронизывающие костную ткань, с выраженной базофилией стенок.

Остеоциты были относительно равномерно распределены по межклеточному веществу, имели округлые или удлинённые ядра. Клетки окружены лакунами, которые отличались формой и размерами. Обнаружены единичные пустые лакуны или лакуны заполненные клеточным детритом (**рис. 1 Б**).

Выраженных отличительных особенностей между фрагментами кости, расположенными проксимально и дистально от области перелома, не выявлено. В области исследования присутствовали как пустые лакуны и лакуны заполненные клеточным детритом, так и остециты сохраняющие нормальную структурную организацию.

При электронно-микроскопическом исследовании фрагментов, в первой области исследования бедренной кости, было найдено повышение количества остеоцитов с гранулярным распадом структур цитоплазмы, лизисом плазматической мембраны и фрагментацией ядра (**рис. 2**). Выявлены лакуны с клеточным детритом.

Наряду с разрушенными клетками, присутствовали остециты, сохраняющие характерную структурную организацию. Ядра таких клеток имели округлую или овальную форму, что характерно для зрелых остеоцитов. Ядро окружено узким ободком цитоплазмы, которая содержит единичные мембранные органеллы. Лакуны остеоцитов имели относительно ровные клеточные стенки.

Гистологическая оценка фрагментов бедренной кости во второй и третьей областях исследования показала, что наряду с лакунами, содержащими остециты с округлыми или удлинёнными ядрами, обнаружены единичные пустые лакуны или лакуны заполненные клеточным детритом. Сохранные остециты имели относительно равномерную окраску ядер, были окружены слабо эозинофильной цитоплазмой.

Имела место неравномерная базофилия матрикса, но выраженная в меньшей степени по сравнению с областью бедренной кости, отмеченной как первая область исследования.

Костные каналы, содержащие сосуды, без патологических нарушений.

При электронно-микроскопическом исследовании во второй и третьей областях бедренной кости крыс как в дистальном, так и проксимальном отделах, также обнаружены единичные остециты с признаками деструктивных нарушений, однако преоб-

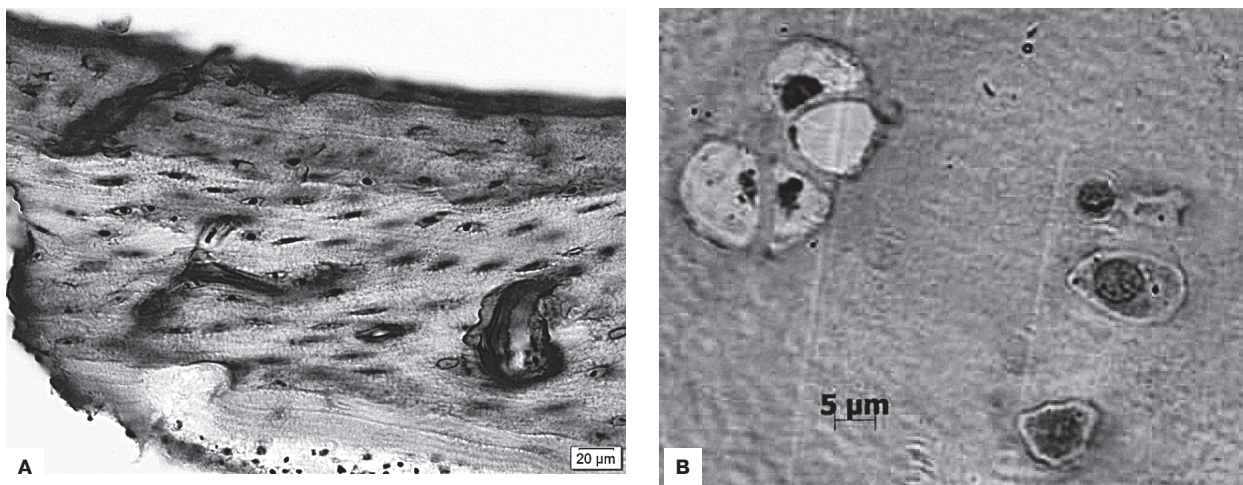


Рис. 1. Фрагмент бедренной кости (перелом+коагуляция). Неравномерная окраска матрикса. Остеоциты. Базофилия стенок сосудистых каналов. Гематоксилин и эозин. (Ув. 400. Б) 1 час после перелома с коагуляцией. Единичные пустые лакуны. Полутонкие срезы. Окраска по Araújo. Ув. 1000.

ладали клетки с организацией, характерной для остеоцитов в норме.

В остеоцитах ядра занимали апикальную часть клетки, содержали мелкозернистый хроматин, конденсированный на внутренней поверхности ядерной мембраны. Ядра имели двухконтурную мембрану и были окружены сравнительно узким ободком цитоплазмы, в которой большинство рибосом и полисом были свободного типа. Шероховатый ЭПР был представлен несколькими разбросанными в цитоплазме профилями цистерн; комплекс Гольджи развит слабо. Немногочисленные митохондрии содержали редко расположенные кристы. Единичные лизосомы были мелких размеров и имели различную плотность, что связано с их функциональной активностью. Лакуна, в которой располагались остеоциты, была четко очерчена, имела гладкие контуры. Цитоплазматические отростки проникали в матрикс кости и обнаруживались в форме узких длинных отростков в костных каналах или округлой формы в зависимости от плоскости среза.

3 часа после перелома с коагуляцией отломков. Также, как и на предыдущий срок исследования, через 3 часа после коагуляции наибольшая плотность лакун без остеоцитов была расположена в краевых отделах отломков. Во второй и третьей областях исследования присутствовали лишь единичные запустевшие лакуны или лакуны с клеточным детритом.

При проведении электронно-микроскопического исследования выявлено, что основная масса остеоцитов сохраняла жизнеспособность, то есть клетки имели гипохромные ядра с сохраненной ядерной мембраной, были окружены узким ободком цитоплазмы с небольшим количеством мембранных органелл. Присутствовали единичные митохондрии и небольшие профили эндоплазматической сети. Плазматическая мембрана остеоцитов сохраняла четкие контуры.

Периост. Через 1 и 3 часа после перелома с коагуляцией отломков в исследованных областях бедренной кости крыс как в дистальном, так и в проксимальном отломках выявлены слабо выраженные

изменения структурной организации периоста. Коллагеновые волокна фиброзного слоя, прилежащие к области перелома, были разобщены, фибробласты имели пикнотичные ядра. Во второй и третьей областях исследования отличительных особенностей от контрольных животных в организации этого слоя не обнаружено. В остеогенном слое в первой области исследования через 1 час после перелома с коагуляцией отломков остеобласты отсутствовали, единичные остеобласты обнаружены во второй и третьей областях исследования. Отличительных особенностей в структурной организации клеток не выявлено.

Эндост в первой области исследования через 1 и 3 часа был представлен узкой полоской бесклеточного остеоида. Через 3 часа исследования во второй и третьей областях на отломках бедренной кости плотность остеобластов была повышена, что свидетельствует о репаративных проявлениях.

Красный костный мозг, располагающийся в костно-мозговом канале, был поврежден только в области, прилежащей к перелому.

Аналогичная направленность гистологических изменений в бедренной кости после перелома (без коагуляции) имела место в отломках кости, однако выраженность нарушений была меньше.

Для объективизации результатов, полученных при гистологическом исследовании фрагментов бедренной кости крыс после перелома и перелома с коагуляцией, были проведены морфометрические исследования плотности пустых лакун и лакун, заполненных клеточным детритом, на исследованных участках (первом, втором и третьем, расположенных дистально от области перелома). Данные процентного соотношения разрушенных клеток по отношению к сохраненным остеоцитам, представлены в **табл. 1**.

В контрольной серии эксперимента через 1 и 3 часа отличительных особенностей в клеточном составе матрикса бедренной кости крыс не выявлено. Несмотря на то, что после трех часов исследования количество разрушенных клеток и пустых лакун имело тенденцию к повышению, однако показатели

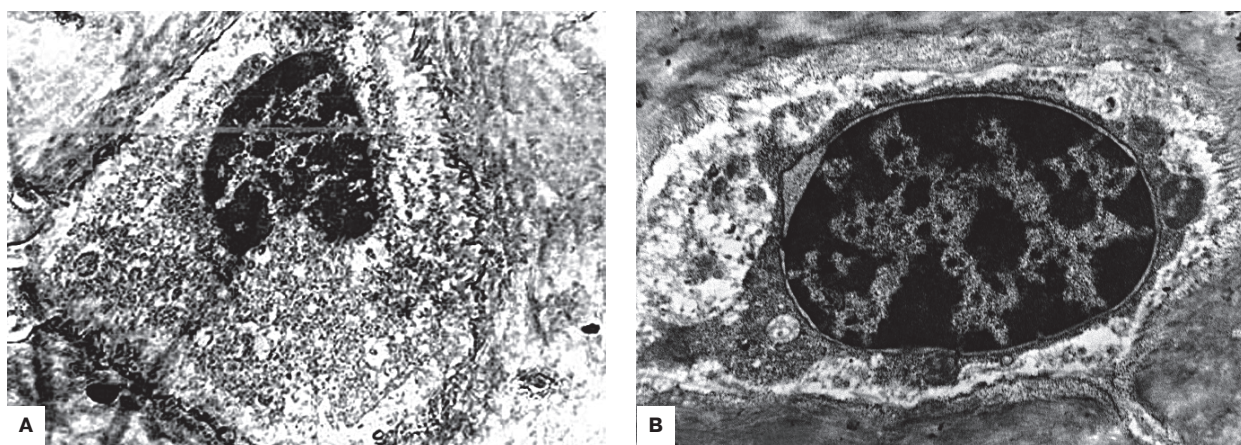


Рис. 2. Остеоциты. А) Некроз остеоцита. Гранулярный распад структур цитоплазмы, лизис плазматической мембраны. Фрагментация ядра. Б) Ядро с участками гетерохроматина, окруженное узким ободком цитоплазмы. Ядерная мембрана двухконтурная. Первая область исследования 1 час. после перелома с электрокоагуляцией. Контрастировано по Рейнольдсу. Ув. 15600.

нарушения не выходили за 5%, что не отражается на функционировании биологической системы.

При сравнительной оценке показателей представленных серий эксперимента, выявлено, что наиболее высокие показатели нарушений остеоцитов зафиксированы в области, прилежащей к перелому. В первой области исследования процент нарушений остеоцитов в кортексе превышал аналогичные показатели во второй и третьей зонах. В первой зоне выявлено достоверное повышение пустых лакун и лакун, заполненных клеточным детритом, по сравнению с контролем, а также со второй и третьей областями исследования.

Через 1 час после воспроизведения перелома выявлены отличительные особенности от контроля в присутствии пустых лакун или лакун, заполненных детритом: на 6,8% в первой области, на 2,8% во вто-

рой области. Через 3 часа после перелома плотность клеток в первой области исследования была снижена на 9,1%, во второй серии – на 5,6% по сравнению с контролем. В третьей исследованной области отличий от контроля не выявлено.

В эксперименте, в котором перелом сочетался с коагуляцией, повышено количество деструктивных клеток и пустых лакун через 1 час на 11,9%, а через 3 часа – на 18,9%, во второй области – на 4,1% и 4,2% соответственно.

В третьей области исследования отличий между сериями эксперимента не выявлено.

Оценка электрического сопротивления кости. Для сравнения показателей структурных особенностей кости после моделирования перелома было проведено исследование оценки электрического сопротивления кости согласно выделенным областям

Таблица 1.
Процент пустых лакун или заполненных детритом в исследованных областях диафиза бедренной кости (контроль, перелом, перелом с коагуляцией)

Серии эксперимента, время исследования	1-я область исследования (%)	2-я область исследования (%)	3-я область исследования (%)
	Процент пустых лакун или заполненных детритом		
Контроль, 1 час	1,5 ± 0,3	1,3 ± 0,4 P1 > 0,05	2,0 ± 0,6 P1 > 0,05 P2 > 0,05
Контроль, 3 часа	2,6 ± 0,6 P9 > 0,05	2,5 ± 0,4 P1 > 0,05 P9 < 0,05	2,5 ± 0,7 P1 > 0,05 P2 > 0,05 P9 > 0,05
Перелом, 1 час	8,3 ± 1,0 P3 < 0,01	4,1 ± 0,6 P1 < 0,01 P3 < 0,01	2,1 ± 0,4 P1 < 0,01 P2 < 0,01 P3 > 0,05
Перелом, 3 часа	10,6 ± 1,0 P5 < 0,01 P7 > 0,05	8,1 ± 1,1 P1 < 0,01 P5 < 0,01 P7 < 0,01	3,0 ± 0,4 P1 < 0,01 P2 < 0,01 P5 > 0,05 P7 > 0,05
Перелом + коагуляция, 1 час	13,4 ± 1,6 P3 < 0,01 P4 < 0,01	5,4 ± 0,7 P1 < 0,01 P3 < 0,01 P4 > 0,05	2,3 ± 0,5 P1 < 0,01 P2 < 0,01 P3 > 0,05 P4 > 0,05
Перелом + коагуляция, 3 часа	20,4 ± 1,7 P5 < 0,01 P6 < 0,01 P8 < 0,01	6,7 ± 0,3 P1 < 0,01 P5 > 0,05 P6 < 0,05 P8 < 0,01	2,6 ± 0,7 P1 < 0,01 P2 > 0,05 P5 > 0,05 P6 < 0,01 P8 > 0,05

Примечание. P1 – сравнение с первой областью исследования; P2 – сравнение между второй и третьей областью исследования; P3 – сравнение с контролем, 1 час; P4 – сравнение между переломом и переломом с коагуляцией, 1 час; P5 – сравнение с контролем, 3 часа; P6 – сравнение между переломом и переломом с коагуляцией, 3 часа; P7 – сравнение между переломом через 1 час и 3 часа; P8 – сравнение между переломом с коагуляцией через 1 и 3 часа; P9 – сравнение между контролем через 1 и 3 часа.

Таблица 2.
Электрическое сопротивление (Ом) кости после диафизарного перелома и перелома с коагуляцией

Показатели	1 область исследования (Ом)	2 область исследования (Ом)	3 область исследования (Ом)
Контроль 1 час			
Контроль 3 часа			
Перелом 1 час	683,8 ± 34,0	580,0 ± 57,2 P1 > 0,05	547,5 ± 57,7 P1 > 0,05 P2 > 0,05
Перелом 3 часа	688,3 ± 33,3 P5 > 0,05	612,0 ± 36,9 P1 > 0,05 P5 > 0,05	574,5 ± 43,3 P1 > 0,05 P2 > 0,05 P5 > 0,05
Перелом + коагуляция 1 час	1163,8 ± 27,3 P3 < 0,01	956,3 ± 19,3 P1 < 0,01 P3 < 0,01	847,5 ± 42,8 P1 < 0,01 P2 < 0,01 P3 < 0,01
Перелом + коагуляция 3 часа	1356,3 ± 13,3 P4 < 0,01 P6 < 0,01	1258,8 ± 14,8 P1 < 0,01 P4 < 0,01 P6 < 0,01	1068,8 ± 28,2 P1 < 0,01 P2 < 0,01 P4 < 0,01 P6 < 0,01

Примечание. P1 – сравнение с 1 областью исследования; P2 – сравнение между 2 и 3 областью исследования; P3 – сравнение между переломом и переломом с коагуляцией 1 час; P4 – сравнение между переломом и переломом с коагуляцией 3 часа; P5 – сравнение между переломом 1 час и 3 часа; P6 – сравнение между переломом с коагуляцией 1 и 3 часа.

Таблица 3.
Корреляционный анализ по Пирсону показателей пустых лакун или заполненных детритом с показателями электрического сопротивления

Группы	r	P
Перелом + коагуляция 1 час	0,93	0,0001
Перелом + коагуляция 3 часа	0,73	0,007

исследования (табл. 2). Анализ электрического сопротивления показал, что через 1 час после перелома (с коагуляцией) электрическое сопротивление было повышено на 41,2%, а через 3 часа – на 49,3%. Высокие показатели электрического сопротивления свидетельствуют о нарушении структурной организации кости. Во второй и третьей точках исследования зафиксировано снижение показателей электрического сопротивления, что свидетельствует, на основе данных гистологического исследования, о снижении деструктивных нарушений в кости. Так, через 1 час после перелома во второй и третьей точках электрическое сопротивление было снижено на 15,2 и 20%, через 3 часа – на 11,1% и 16,5% соответственно точкам исследования. После перелома с коагуляцией отломков кости выявлена аналогичная направленность изменений, так через 1 час показатели во второй и третьей точках были снижены на 17,8% и 29,2%, а через 3 часа – на 7,2% и 11,2% соответственно.

Для оценки корреляции между показателями структурной организации остеоцитов и электрического сопротивления кости был проведен

анализ по Пирсону (табл. 3). Для сравнения показатели гистологические и электрического сопротивления, присутствующие в трех точках, были объединены, так как выявлена однотипная направленность изменений в исследованных точках. Установлена высокая корреляционная зависимость между использованными двумя методами исследования.

Вывод. Данные гистологического исследования и изучения электрического сопротивления отломков кости после воспроизведенного перелома (с коагуляцией отломков или без) свидетельствуют о сходной направленности изменений в кости, что подтверждено данными корреляционного анализа. Метод электрического сопротивления может быть использован для оценки жизнеспособности клеток.

Перспективы дальнейших исследований. Данные электрического сопротивления после апробирования в клинических условиях могут быть использованы для тестирования состояния отломков кости после перелома для оценки жизнеспособности.

Литература

1. Бусоедов А. В. Определение жизнеспособности кожного лоскута при открытых переломах костей / А. В. Бусоедов, В. А. Сизоненко // Забайкальский медицинский вестник. – 2006. – № 4. – С. 9-11.
2. Григор'єва Л. І. Основи біофізики і біомеханіки: навчальний посібник / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін // Чорномор. держ. ун-т ім. Петра Могили. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили. – 2011. – С. 194-198.
3. Європейська конвенція про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей. Страсбург, 18 березня 1986 року: офіційний переклад [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Офіц. веб-сайт. – (Міжнародний документ Ради Європи). – Режим доступу до документа: http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=994_137.
4. Закон України № 3447-IV від 21.02.2006 «Про захист тварин від жорстокого поводження» (Стаття 26).
5. Клинические возможности клеточно-тканевых технологий при нарушении репаративного остеогенеза / Гринь В. К., Оксонец В. М., Климовицкий В. Г. и соавт. // «Журнал НАМН України». – 2013. Т. 19, №3. – С. 331-338.
6. Омеляненко Н. П. Современные возможности оптимизации репаративной регенерации костной ткани / Н. П. Омеляненко, С. П. Миронов, Ю. И. Денисов-Никольский [и др.] // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2002. – № 4. – С. 85-88.
7. Распространенность переломов костей и результаты их лечения в Украине (клинико-эпидемиологическое исследование) / Корж Н. А., Герасименко С. И., Климовицкий В. Г., Лоскутов А. Е. // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2011. № 2. – С. 5-15.
8. Репаративный гистогенез костной ткани в условиях открытого перелома диафиза длинной трубчатой кости у крыс при использовании препарата «Винфар» / Миханов В. А., Полякова В. С., Копылов В. А. и соавт. // Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования». – 2015– № 3.
9. Саркисов Д. С. Микроскопическая техника. Руководство / Д. С. Саркисов, Ю. Л. Перов // – М.: Медицина, 1996. – 544 с.
10. Уикли Б. Электронная микроскопия для начинающих / Б. Уикли // М.–“Мир”, 1975. – 324 с.
11. Aparicio S. R. Rapid metilen blue basic stain for semi-thin section of periferial nevrnal tissue / S. R. Aparicio, P. Marsden // J. Microscopic. – 1968. – Vol. 89. – P. 139-141.
12. Reynolds E. S. The use of lead citrate at high Ph as an electron-opaque stain in electron microscopy / E. S. Reynolds // J. Cell. Biol. – 1963. – Vol. 17. – P. 208-212.

УДК 616.717.4/.6:616.718.5/.6-001.514]-07-089-037-036.8

МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ЕЛЕКТРИЧНИЙ ОПІР СТЕГНОВОЇ КІСТКИ ЩУРІВ ПІСЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕЛОМУ

Павлова Т. М., Березка М. І.

Резюме. Проведено гістологічне дослідження та вивчено електричний опір відламків стегнової кістки на білих щурах після моделювання перелому різної важкості.

Виявлені гістологічні та ультраструктурні зміни в трьох досліджених точках дистального та проксимального відділу відламків. На основі проведеного аналізу між станом остеоцитів та електричним опором кістки після використання приладу мультиметра цифрового UT70B доведено кореляційний взаємозв'язок між цими показниками.

Ключові слова: перелом кістки, остеоцити, електричний опір, гістологічний аналіз.

УДК 616.717.4/.6:616.718.5/.6-001.514]-07-089-037-036.8

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ БЕДРЕННОЙ КОСТИ КРЫС ПОСЛЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕЛОМА

Павлова Т. М., Березка Н. И.

Резюме. Проведено гістологічне дослідження і вивчено електричне опір відломків бедренної кістки на білих крысах після моделювання перелома різної тяжкості. Виявлені гістологічні і ультраструктурні зміни в трьох досліджуваних точках дистального і проксимального відділу відломків. На основі проведеного аналізу між станом остеоцитів і електричним опір відомості після використання приладу мультиметра цифрового UT70B доведена кореляційна взаємозв'язок між цими показателями.

Метод електричного опору може бути використаний для оцінки життєспроможності кісткової тканини.

Ключевые слова: перелом кістки, остеоцити, електричне опір відомості, гістологічний аналіз.

UDC 616.717.4/.6:616.718.5/.6-001.514]-07-089-037-036.8

THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND ELECTRICAL RESISTANCE OF FEMUR RATS AFTER FRACTURE

Pavlova T. M., Berezka M. I.

Abstract. Introduction. Fractures disturb of the bone organization in distal and proximal regions of fragments. The incidence and severity of these disorders should be studied, because in the future based on them may determine the tactics of surgical treatment of patients with fractures. The deformation of bone cell and the redistribution of electric charges take place after exposed mechanical damage. In this connection, we proposed a method for assessing the viability of the bone based on the evaluation of the electric resistance.

The purpose: investigation the morphological characteristics and the electrical resistance of rats femur after fracture, performance of correlation analysis these methods for evaluation of the bone viability.

Object. Transverse fracture of the femoral shaft was reproduced in rats. It was performed electrocoagulation fragments for aggravated violations of bone fragments. Electrical resistance with digital multimeter UT70B in the range from 0 to 4000 Mom in three bone regions (proximal and distal to the fracture) (6, 12 and 18 mm) in the experimental animals at 1 and 3 hours was measured. The femoral shaft in control animals was investigation in similar regions. A histological and ultrastructural studies of the femur after fracture was done.

Result. A histological study and the electrical resistance of the rat's femur after fracture of different severity were investigated. Histological and ultrastructural changes were identified in the three point's proximal and distal fragments of the femur. In the first bone region (proximal and distal to the fracture) osteocytes were relatively evenly distributed into the intercellular substance. Cells are surrounded by lacunas, which different shapes and sizes. Empty lacunas or lacunas with cellular detritus were found. Electron-microscopic examination fragments of the femur in this field of study were found increase in the number of osteocytes with granular disintegration structures cytoplasm, lysis of the plasmatic membrane and nuclear fragmentation. Between bones fragments located proximally and distally from the fracture revealed no pronounced distinguishing features. Empty lacunas or lacunas with detritus after a fracture (1 hour) were increased in 6.8% in the first region, 2.8% in the second region. After 3 hours, after fracture the cell density in the first area has been reduced by 9.1%, in the second series – 5.6% compared to the control. Differences from the control were found in the third area investigation. It were increased the amount of destructive cells and empty lacunas in an experiment in which a fracture combined with coagulation (after 1 hour – 11.9% and after 3 hours – 18.9%, in the second area – by 4.1% and 4.2% respectively.

In the third area differences between the series of experiment was not revealed. Analysis electrical resistance was showed that after fracture (1 hour, coagulation), the electric resistance was increased by 41.2%, and 3 hours – 49.3%. High levels of electrical resistance disclose a violation of the structural organization of the bones. The second and third points of the study recorded the decline in electrical resistance similar histological studies. It was shown a decrease in bone destruction. The electrical resistance after 1 hour was reduced by 15,2% and 20%, after 3 hours – 11.1% and 16.5%, respectively in the second and third points. After the fracture with the coagulation of bone fragments found a similar trend of changes, after 1 hour in the second and third spots were reduced by 17.8% and 29.2%, and after 3 hours – 7.2% and 11.2%, respectively. The high correlation between two methods of research was found.

Conclusion. It has been proven correlation between states of osteocytes and by the electrical resistance of bone using the device digital multimeters UT70B. Method of electrical resistance can be used to assess cell viability.

Keywords: bone fracture, osteocyte, electrical resistance, histology analyze.

Рецензент – проф. Білаш С. М.
Стаття надійшла 02.11.2015 року