ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ ИМ. Р.Р. ВРЕДЕНА» РОСМЕДТЕХНОЛОГИЙ

На правах рукописи

04201002220

Наконечный Дмитрий Георгиевич

ПРИМЕНЕНИЕ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ПЕРЕЛОМАМИ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ КИСТИ

(экспериментально-клиническое исследование)

14.00.22 – травматология и ортопедия

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук Нетылько Г.И.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2009

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Введение 4

Глава 1. Обзор литературы 10

1.1. Лечение переломов трубчатых костей кисти 10

1.2. Репаративная регенерация кости 18

1.3. Способы оптимизации костной репарации 23

Глава 2. Материалы и методы 40

2.1.1. Материалы экспериментального исследования 41

2.1.2. Методики в эксперименте 41

2.2.1. Материалы клинической части исследования 48

2.2.2. Методики исследования в клинике 51

Глава 3. Влияние виброакустического воздействия на процессы регенерации при переломе трубчатой кости в эксперименте. Результаты 1-й серии опытов. 58

Глава 4. Клиническое применение виброакустического воздействия при лечении переломов трубчатых костей кисти. 91

Глава 5. Экспериментальное обоснование методики применения виброакустического воздействия с целью оптимизации репаративного остеогенеза. Результаты 2-й серии опытов. 106

Глава 6. Результаты клинической апробации методики виброакустического воздействия при лечении пациентов с переломами трубчатых костей кисти. 123

Заключение 143

Выводы 149

Практические рекомендации 150

Библиографический список использованной литературы 151

Приложения 175

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования

Проблема лечения больных с переломами трубчатых костей кисти до настоящего времени остается актуальной. По статистике они составляют 3% от всех травм, 34% от переломов костей скелета и 50%-65% от повреждений кисти, при этом переломы трубчатых костей составляют 91% от всех переломов костей кисти (Усольцева Е.В., Машкара И.К., 1986; Белоусов А.Е., 1995; Волкова А.М., 1995). По данным литературы неуклонно растут частота и тяжесть повреждений костей кисти с длительной утратой трудоспособности – до 30%; высокой инвалидностью – до 28%; значительным числом ошибок диагностики и лечения – от 30 до 80% случаев (Волкова А.М., 1995; Губочкин Н.Г., Шаповалов В.М., 2000; Дадалов М.И. с соавт., 1994; 2000; Неверов В.А. с соавт., 2000).

Данный вид травмы чаще встречается у людей трудоспособного возраста, причем с ежегодным ростом частоты травмы кисти неуклонно снижается возраст пострадавших (Клюквин И.Ю., с соавт., 2009). Среди многих причин длительного лечения и инвалидизации больных с переломами фаланг пальцев кисти и пястных костей нарушения консолидации встречается в 11-31% от общего количества больных с этими повреждениями. (Усольцева Е.В., Машкара И.К. 1986). Лечение уже возникших нарушений консолидации костей кисти – труднейшая задача и, зачастую, требует от хирурга владения высокотехнологичными методиками операций, такими, например, как пересадка костных лоскутов с осевым кровообращением (Кочиш А.Ю. с соавт., 2005; Шаповалов В.М. с соавт., 2008).

Точная репозиция и адекватная иммобилизация необходимы для создания условий оптимальной репаративной регенерации костной ткани при переломах (Оноприенко Г.А., 1993; Мюллер М.Е., с соавт., 1996), но даже при идеальном сопоставлении отломков хирурги иногда получают неудовлетворительные результаты (Волкова А.М., 1995).

Известно, что на этапе формирования костной мозоли преобладают местные факторы регуляции заживления, а на этапе перестройки – преобладают общие факторы (Корнилов Н.В., Сивков С.Н. 1987).

Известно множество разнообразных способов влияния на процессы заживления костной раны (Тихилов Р.М., 1986; Ткаченко С.С., Руцкий В.В., 1989). Наряду с функциональным раздражением костной мозоли при дозированной нагрузке на поврежденную конечность, широкое распространение получили методы общеукрепляющей медикаментозной терапии (Линник С.А. с соавт., 2007). Разработаны и используются новые методы биологического, физического и химического воздействия: нуклеиновые кислоты, гормоны, ферменты, электрическое и магнитное поля, энергия ультразвука, оксибаротерапия и др. (Тихилов Р.М. с соавт., 1980; Емельянов В.Г., Сулейманов Э.М., 1990; Пономаренко Г.Н., Воробьёв М.Г. 2005).

В качестве средств, создающих условия для формирования костной мозоли, наиболее распространены физические факторы: ультразвук, лазеро- и магнитотерапия. Большинство из физиотерапевтических методов воздействия применяются только в условиях стационара или поликлиники, количество процедур строго дозировано, а возможность применения их ограничена в связи с особенностями повреждения, иммобилизации, способа фиксации перелома или сопутствующей патологии (Жирнов В.А. 2006).

В последнее десятилетие при лечении различной патологии и в том числе при заболеваниях и повреждениях опорно-двигательной системы стал успешно применяться метод виброакустического воздействия (ВАВ) (Баиндурашвили А.Г. с соавт., 2002). Авторы указывают на сокращение сроков восстановления подвижности суставов, быстрое уменьшение отёка, ускорение регенераторных процессов. Данные эффекты достигаются, главным образом, за счет местного улучшения микроциркуляции: стимуляции венозного оттока и лимфотока. Клинический опыт свидетельствует о перспективности данного направления. Однако в литературе отсутствуют объективные доказательства прямого или опосредованного влияния ВАВ на регенерацию костной ткани,

нет обоснования выбора сроков и дозировки воздействия. Это и послужило основанием для проведения данного исследования, определило его цель и задачи.

Цель исследования: разработать в эксперименте и апробировать в клинике метод виброакустического воздействия при лечении больных с переломами трубчатых костей кисти для оптимизации условий костной репарации, сокращения реабилитационного периода и улучшения функциональных результатов лечения.

Задачи исследования

1. В эксперименте на животных изучить особенности репаративного остеогенеза при применении ВАВ, сделать выводы о его влиянии на оптимизацию условий заживления костной раны.

2. Провести сравнительный анализ результатов оперативного лечения больных с переломами трубчатых костей кисти при использовании ВАВ в сравнении с традиционными методами реабилитационного лечения.

3. Установить в эксперименте оптимальное сочетание характеристик виброакустического воздействия: режима, дозы и периода воздействия для достижения оптимизации условий репаративного остеогенеза.

4. На основе полученных экспериментальных данных разработать методику использования виброакустического воздействия и апробировать её в клинике при лечении пациентов с переломами трубчатых костей кисти.

Научная новизна исследования

Получены новые сведения о влиянии виброакустического воздействия на регенерацию костной ткани.

Оценена эффективность использования виброакустического воздействия при лечении пациентов с переломами трубчатых костей кисти.

Выявлены вероятные осложнения применения виброакустического воздействия на зону перелома.

Экспериментально установлена оптимальная методика воздействия аппаратом «Витафон», сочетание режима, дозы и периода воздействия. Установленная методика, апробирована в клинике.

При лечении неправильно сросшихся переломов трубчатых костей предложен новый способ остеотомии (патент РФ №2290119).

Практическая значимость исследования

В распоряжение практических врачей поступают новые экспериментальные и клинические данные о влиянии виброакустического воздействия на процессы регенерации костной ткани.

Открывается новая возможность улучшить условия формирования костной мозоли, путем виброакустического воздействия.

Даны рекомендации по методике применения виброакустического воздействия в лечении больных с переломами трубчатых костей кисти.

Разработанная методика позволяет достичь лучших функциональных результатов лечения больных с переломами трубчатых костей кисти.

Основные положения, выносимые на защиту

Виброакустическое воздействие обладает оптимизирующим влиянием на репаративный остеогенез.

Наилучшим эффектом обладает воздействие в режиме 1 по 15 минут 6 раз в сутки в третьем периоде консолидации (14 – 21-е сутки).

Разработанная методика может быть применена в клинике для лечения пациентов с переломами трубчатых костей кисти.

Его применение в послеоперационном периоде у пациентов с переломами трубчатых костей кисти дает возможность добиться лучших функциональных результатов, сократить сроки временной нетрудоспособности.

Практическое использование результатов исследования

Результаты диссертационного исследования внедрены в практику работы отделения хирургии кисти с микрохирургической техникой ФГУ РНИИТО им. Р.Р.Вредена, а так же используются в учебном процессе при обучении клинических ординаторов и аспирантов ФГУ РНИИТО им. Р.Р.Вредена.

По теме диссертации опубликовано 15 печатных работ (одна – в реферируемом журнале), оформлен 1 отчет по теме НИР: «Лечение переломов трубчатых костей кисти с использованием аппарата виброакустического воздействия «Витафон»» б/н, 2006г, подано 2 заявки на получение патента, получен 1 патент («Способ остеотомии» патент РФ №2290119 от 3.05.05), 1 приоритетная справка («Способ виброакустического воздействия в эксперименте на животных» приоритетная справка № 2009118356 от 12.05.2009).

Апробация работы

Основные положения диссертации доложены на 5 научно-практических конференциях, в том числе международных и с международным участием:

1) 4-я Международная конференция «Виброакустика в медицине». Санкт-Петербург, 2006г.

2) 6-й Всероссийский съезд физиотерапевтов с международным участием. С-Петербург, 2006г.

3) Научно-практическая конференция: «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии», посвященная 100-летию ФГУ РНИИИТО им. Р.Р.Вредена. Санкт-Петербург, 2006г.

4) 2-й Всероссийский съезд кистевых хирургов. Санкт-Петербург, 2008г.

5) 13-й Российский национальный конгресс «Человек и его здоровье». С-Петербург, 2008г.

Объём и структура диссертации

Диссертация представлена на 180 страницах, в том числе 150 страницах машинописного текста, иллюстрирована 63 рисунками и 27 таблицами, содержит 2 приложения.

Работа состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, четырех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций. Библиографический список использованной литературы содержит 207 источников, в том числе 138 на русском языке и 69 на иностранных языках.

Глава 1. Обзор литературы.

Традиционно проблема лечения заболеваний и повреждений кисти вызывает повышенный интерес у многих хирургов. В первую очередь это связано с высокими функциональными требованиями, предъявляемыми к кисти, как в профессиональной, так и в повседневной деятельности человека.

Кисть составляет около 2,1% от общей площади тела человека, имеет сложное строение и выполняет тонкие, важные функции (Борзунов Д.Ю., Моховиков Д.С., 2009).

1.1. Лечение переломов трубчатых костей кисти

Среди различных повреждений кисти на переломы трубчатых костей приходится до 30% (Усольцева Е.В., Машкара К.И. 1986; Волкова А.М., 1995). При этом тяжесть и частота таких повреждений неуклонно растет. Большое число осложнений лечения таких переломов, высокий процент инвалидности обусловлен не только тонкостью анатомического строения кисти и выполняемых ею функций (Белоусов А.Е., 1998) но и большим разнообразием таких переломов, по локализации, характеру смещения костных отломков (Неверов В.А., с соавт., 2000), что обуславливает трудности в выборе метода лечения (Давыдов Ю.В., 2002).

Консервативное лечение

В клинической практике большинство пациентов с переломами трубчатых костей кисти отказывается от оперативного лечения, считая эти повреждения несерьёзными, многие даже не обращаются за медицинской помощью. Это является причиной неправильных сращений и, редко, - ложных суставов костей кисти. В случае же оказания медицинской помощи чаще всего лечение проводится консервативно и в амбулаторных условиях (Корнилов Н.В., Грязнухин Э.В., 1994; Клюквин И.Ю. с соавт., 2009; James J.I.P., 1962; Al-Qattan M.M., 2001). Важно отметить, что гипсовая иммобилизация при переломах фаланг, как правило, не эффективна (Jupiter J.B. et al., 1985). Гипсовая иммобилизация рациональна лишь в случаях, когда возможна закрытая репозиция, например, при поперечных переломах пястных костей (Faraj A.A.,

Davis T.R., 1999). Выполнение закрытой репозиции пястных костей не представляет трудностей. После выполнения местной анестезии (раствором лидокаина 2% в область гематомы), последовательно осуществляется: тракция, сгибание основной фаланги и давление её основанием на головку пястной кости (рис.1).

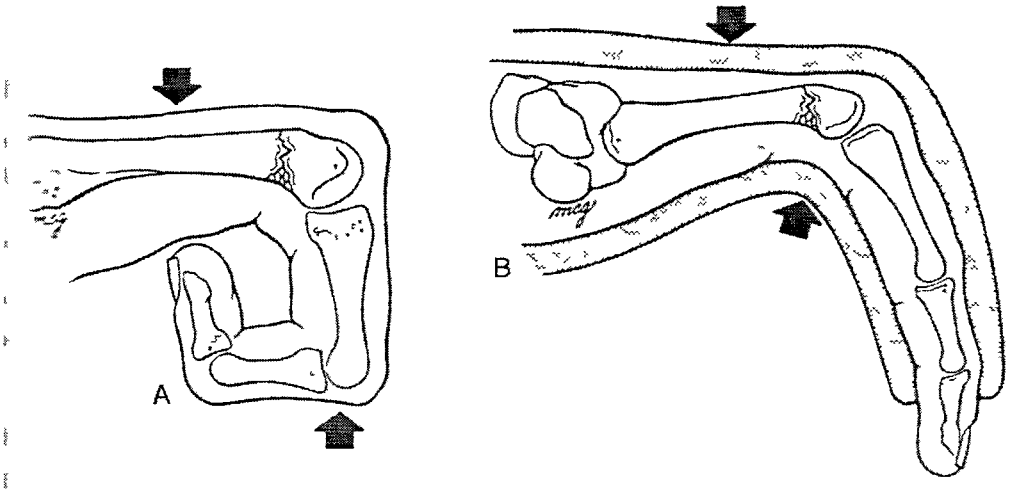


Рис. 1. Техника закрытой репозиции 5 пястной кости.

Затем накладывается гипсовая иммобилизация. Однако при сравнительной простоте выполнения репозиции лишь немногие авторы полагаются на стабильность удержания отломков гипсовой лонгетой. Другие же намеренно идут на неправильное сращение пястных костей (Abdon P. et al, 1985; Ford D.J. et al 1989), ведущее к косметическому дефекту, довольствуясь только хорошим функциональным результатом (Eichenholtz S.N. et al., 1961; Hunter J.M., Cowen N.J., 1970; Arafa M. et al., 1986; McKerrell J. et al, 1987; Hansen P.B., Hansen T.B., 1998). Важно, что при иммобилизации стоит помнить о возможности формирования контрактуры мелких суставов кисти. С целью профилактики контрактур, кисть фиксируют в гипсовой лонгете так, чтобы пястно-фаланговые суставы были согнуты до угла 90°, а межфаланговые суставы разогнуты до 180 градусов. Возможен и второй вариант фиксации при котором все суставы находятся в среднем положении (рис. 2).

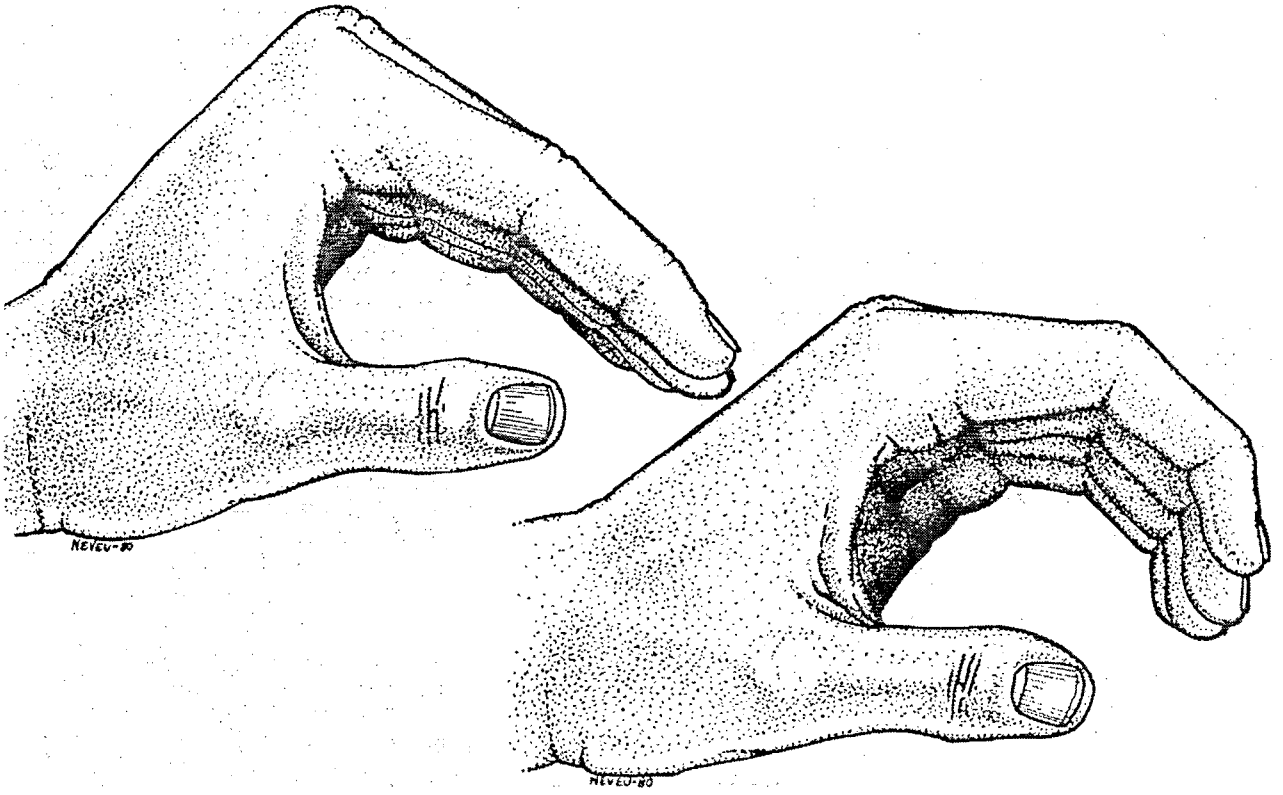


Рис. 2. Рекомендуемые варианты иммобилизации кисти при переломах трубчатых костей.

Иммобилизация сохраняется 4-6 недель, после чего приводится курс лечебной физкультуры, физиотерапевтическое лечение (Усольцева Е.В., Машкара К.И. 1986; Волкова А.М., 1995; Burkhalter W.E., Reyes F.A., 1984; Hunter J.M., Cowen N.J., 1970). Описана методика консервативного лечения переломов пястных костей короткой гипсовой повязкой. Данная повязка обхватывает кисть и с тыльной, и ладонной поверхности. Авторам удаётся достичь хороших функциональных результатов (Мигулева И.Ю., с соавт., 2002; Клюквин И.Ю., с соавт., 2009; Duncan R.W., et al., 1993), данная тактика является модификацией описанной ранее методики Jahss (Jahss S.A., 1938), при которой повязка фиксировала дополнительно пальцы, но автор делал упор на раннее прекращение иммобилизации (через 2,5 недели) и лечебную физкультуру.

Однако мнение о рациональности применения консервативного лечения при таких переломах разделяют не все авторы. Ряд авторов указывает на вы-

сокую частоту неправильных сращений. Возникшие при этом нарушения функции и внешнего вида кисти требуют реконструктивного лечения, заключающегося в выполнении корригирующих, деротационных остеотомий, иногда с костной пластикой (Weckesser E.C., 1965; Trumble T., Gilbert M., 1998).

При внутрисуставных переломах основания средней фаланги, осложненных смещением осколка с ладонной порцией суставной поверхности и подвывихом (с возникновением, так называемого, V-признака), рекомендуется консервативное лечение в виде блокирующей разгибательной шины (рис. 3).

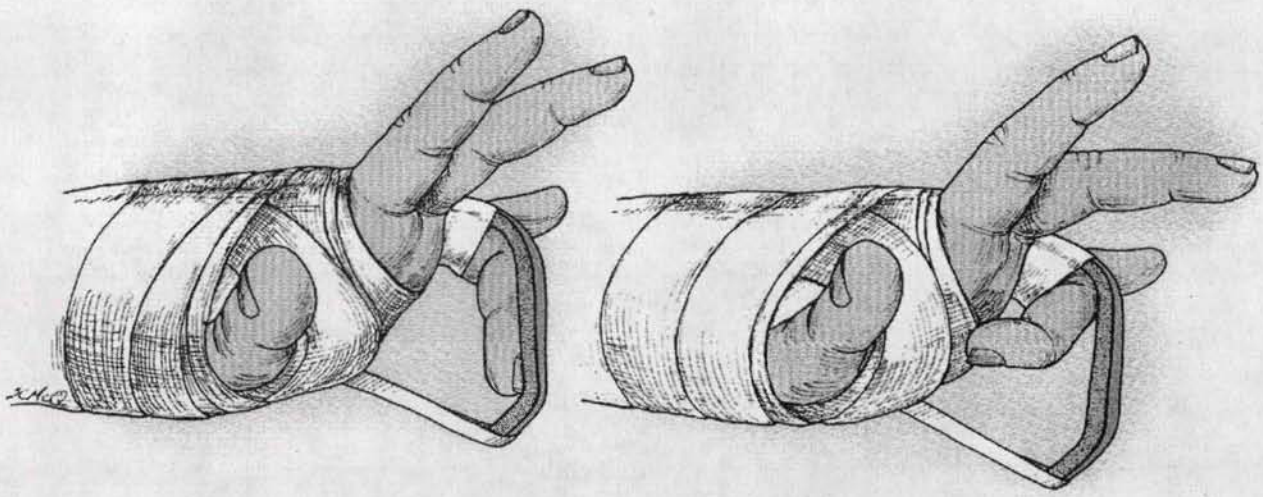


Рис. 3. Блокирующая разгибательная шина.

При этом палец сгибается в проксимальном межфаланговом суставе до исчезновения подвывиха на рентгенологическом контроле. После чего накладывается шина по тыльной поверхности, препятствующая разгибанию. Сгибание пальца не ограничено. Начиная со 2й недели, угол сгибания на шине увеличивается на 15 градусов в неделю до полного разгибания пальца (Green D.P., 2005).

Оперативное лечение

В случаях, когда перелом нестабильный, имеется смещение (особенно ротационное), когда перелом имеет оскольчатый характер, без оперативного вмешательства не удается добиться хороших результатов лечения (McNealy R.W., Lichtenstein M.E., 1940; Seymour N., 1966; McElfresh E.C., Dobyns J.H., 1983; Lee S.-G., Jupiter J.B., 2000).

Задача, которая ставится перед хирургом: выбрать метод, который позволит успешно репонировать отломки и зафиксировать их. До сих пор нет протокола оказания помощи при переломах костей кисти, поэтому различные авторы используют различные методики.

Накостный остеосинтез. Остеосинтез пластинами и винтами трубчатых костей кисти имеет те же принципы и противопоказания, что и для остальных локализаций. (Мюллер М.Е., 1996; Pun W.K., 1991). Все особенности связаны с малыми размерами синтезируемых структур, и повышенными требованиями к функциональной стабильности (Богданов Е.А., 1973; Афанасьев Л.М. с соавт., 1998; Слободской А.Б., с соавт., 2008; Petrie P.W.R., Lamb D.W., 1974). При соблюдении общих травматологических правил и достаточной деликатности удается добиться прекрасных результатов (Неверов В.А. с соавт., 2000; Gonzales M.H. et al., 1993; Page S.M., Stern P.J., 1998; Kuhn K.M. et al., 2001). Учитывая, что при накостном остеосинтезе визуализируется поврежденная кость – у хирурга есть возможность устранить интерпозицию мягкими тканями, произвести, если это необходимо, фасциотомию футляров межкостных мышц (что бывает крайне важным при лечении множественных переломов костей кисти), выполнив тем самым декомпрессию; точно восстановить анатомию кости и, наконец, клинически проверить стабильность фиксации. Важно помнить, что репозиция должна быть идеальной, в ходе доступа травма мягких тканей должна сводиться к минимуму. Применение различных материалов металлофиксаторов при остеосинтезе не оказывает существенного влияния на скорость репаративных процессов (Мухаметов Ф.Ф. с соавт., 2009; Fischer K.J., et al., 1999; O`Sullivan S.T., et al., 1999). Хотя выра-

женность периостальной реакции, например, может быть разной. При стабильной фиксации иммобилизация используется только до купирования острых явлений. К недостаткам накостного остеосинтеза можно отнести относительно большую частоту инфекционных осложнений и их менее благоприятное течение. (Данилкин М.Ю., 2008) А также, необходимость для удаления металлоконструкций повторной операции.

В случаях оскольчатых переломов, внутрисуставных переломов, а так же при наличии открытых ран с опасностью инфицирования, рационально применение тракционных методов остеосинтеза (Foster R.J., Hastings H. II, 1987). К ним относятся скелетное вытяжение, метод динамической тракции, применение аппаратов внешней фиксации. Скелетное вытяжение, несмотря на простоту выполнения, зарекомендовало себя как малонадежный метод, и последнее время он применяется редко.

Динамическая тракция – удобная и простая в исполнении методика, получившая широкое распространение. Существует множество её модификаций (рис. 4), одинаково эффективных, в случае наличия опыта у хирурга (Березуцкий С.Н. с соавт., 2008; Desmukh S.C. et al., 2004). Показанием к её применению служат оскольчатые переломы фаланг пальцев и внутрисуставные переломы основания средних фаланг (Stern P.J. et al., 1991). Для других локализаций применение её неудобно. В послеоперационном периоде требуется внимательное наблюдение за пациентом, при необходимости – коррекция тракции (Green D.P., 2005).

Использование аппаратов внешней фиксации позволяет не только произвести закрытую репозицию отломков и жесткую их фиксацию, но и там, где это надо – динамически менять давление между отломками, задавая дозированную компрессию или дистракцию (Коллонтай Ю.Ю. с соавт., 1985; Неверов В.А., Чубарова В.М., 2004; Слободской А.Б. с соавт., 2008). Осуществляя направленную дистракцию – возможно исправление оси костей (Данилкин М.Ю., 2008; Buchler U. et al., 1996).

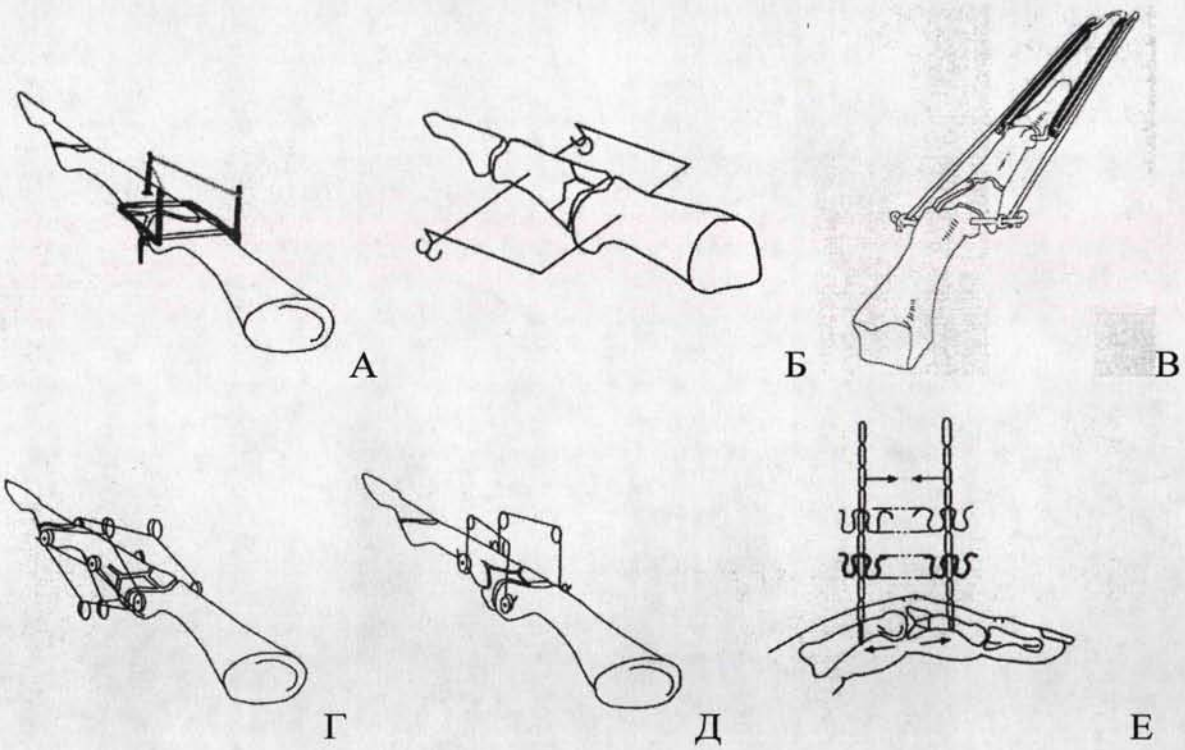


Рис. 4. Варианты динамического вытяжения. А – Agee, Б – Hynes & Giddins, В – Suzuki, Г – Inanami, Д – Allison, Е – Fahmy.

С появлением минификсатора Илизарова стало возможным наложение моноплоскостных аппаратов внешней фиксации. Данные аппараты благодаря своей легкости, малому количеству деталей гораздо легче переносятся пациентами и при этом позволяют решать большинство ортопедических задач (Сысенко Ю.М., Швед С.И., 2000; Шихалева Н.Г., Чиркова И.В., 2009; Ashmead D. IV, et al.,1992; Cambell W.C., 2008). Трудно переоценить возможности компрессионно-дистракционного аппарата при лечении переломовывихов основания 1 пястной кости: (перелом Беннета и перелом Роландо)(Green D.P. et al., 1972; Becton J.L. et al., 1975; Foster R.J., Hastings H. II, 1987).

Остеосинтез спицами, благодаря простоте выполнения и технического обеспечения, сохраняет свою актуальность и по сей день. Несмотря на то, что остеосинтез спицами нельзя считать функционально-стабильным и его применение требует обязательной послеоперационной иммобилизации гипсовой лонгетой, распространённость его по-прежнему превосходит остальные ме-

тоды, в том числе и современные, такие как, накостный остеосинтез, интрамедуллярный, синтез КДА (Зурмаев И.А., 1975; Витюгов И.А., Копысова В.А., 1985; Зерделжи М.А., Мигулева И.Ю., 2008; Gedda K.O., 1954; Green D.P., Anderson J.R., 1973; Bora F.W. Jr., Didizian N.H., 1974; Grundberg A.B., 1981; Chow S.P., et al., 1991).

При выполнении данной операции репозицию производят так же как и при консервативной лечении с иммобилизацией гипсовой лонгетой. После выполнения репозиции перкутанно проводят пару спиц (рис. 5).

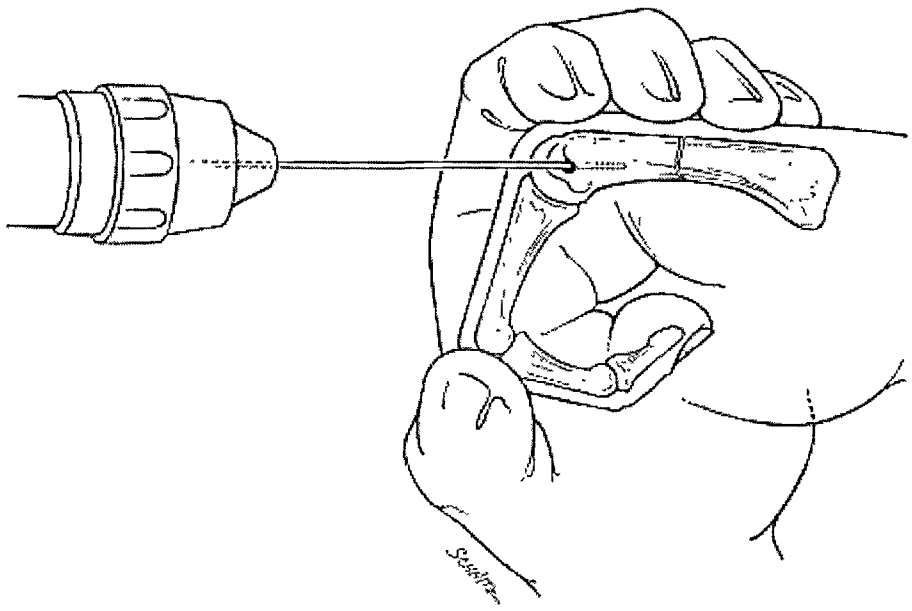


Рис. 5. Техника фиксации пястной кости спицами.

Предпочтительно, чтобы спицы перекрещивались (рис. 6), и, важно, чтобы они не травмировали суставную поверхность кости (Strickland J.W., Graham T., 2004).

Закрытая репозиция и фиксация спицами костей кисти остаётся самым частым методом остеосинтеза пястных костей и фаланг (Strickland J.W. et al. 1982; Belsky M.R. et al., 1984).

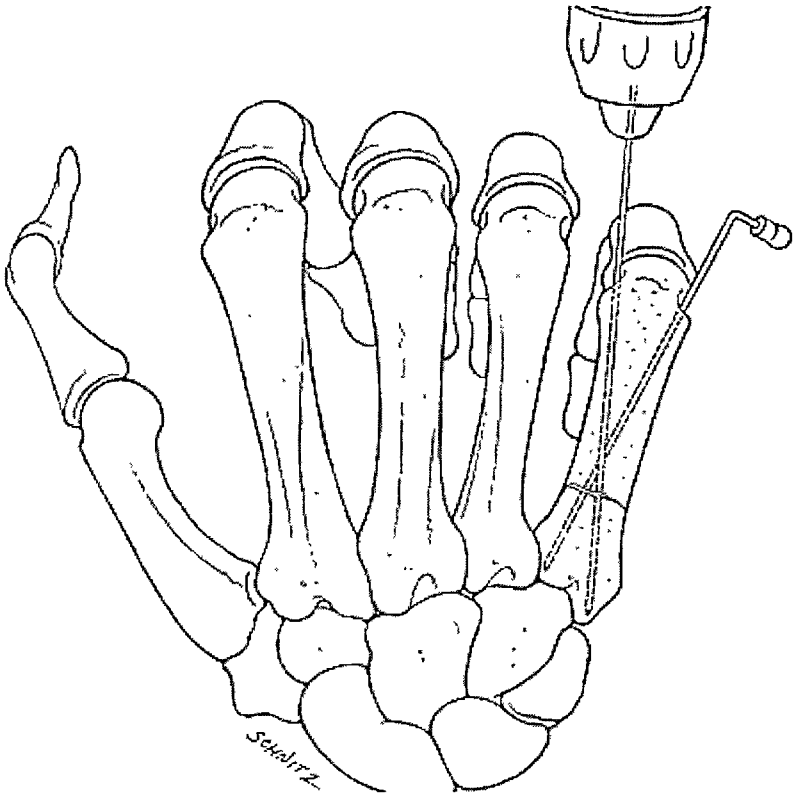


Рис. 6. Фиксация 5 пястной кости перекрещивающимися спицами.

Возможны различные способы введения спиц (ретроградно, антеградно) (Edwards G.S., et al., 1982; Gonzales M.N., 1993), дополнение серкляжными или полу-серкляжными швами (Lister G., 1978; Botte M.J. et al., 1992; Paul A.S. et al., 1994; Bruser P., 1999), чрескостная фиксация отломков спицами к соседним костям (Охотский В.П., с соавт., 1976; Thoren L., 1955). Осталась в прошлом фиксация пучками спиц, в виду высокой травматичности для сустава (Афанасьев Л.М. с соавт., 1998; Foucher G., 1995) и существенно нарушения медуллярного кровоснабжения кости (Оноприенко Г.А., 1993). По этой же причине в настоящее время мало используется интрамедуллярное введение штифтов (Барсук В.И., 1998).

1.2. Репаративная регенерация кости

Процесс восстановления поврежденной кости проходит ряд фаз, характеризующихся определенными морфологическими и биохимическими показателями (Каплан А.В. 1979). Следует подчеркнуть условность выделения

этих фаз, так как репаративная регенерация осуществляется за счет жизнедеятельности и самого костного органа, и всего организма в целом.

Изменения, характеризующие репаративную регенерацию, развиваются одномоментно во всех трех зонах регенерации — периостальной, эндостальной и межотломковой (Виноградова Т.П., Лаврищева Г.И., 1973). С учетом локального кровотока, как одного из ведущих факторов, влияющих на протекание репаративного остеогенеза, в зависимости от источника регенерации выделяют 3 пути остеорепарации: первичный ангиогенный, энхондральный и десмальный (Krompecher S., 1967).

Одна из наиболее распространенных схем стадийности и зональности регенераторного процесса — схема И.Л.Зайченко, предложенная в 1958 году и не утратившая своей значимости сегодня. Автор рассматривает шесть стадий заживления переломов, последовательно сменяющих друг друга. Первая стадия, наступающая непосредственно после травмы, заключается в создании в очаге повреждения физико-химических условий, стимулирующих «пробуждение» пролиферативных потенций в клетках и тканях. В зоне перелома обнаруживают фрагменты некротизированных мягких тканей, костные осколки. Между отломками изливается кровь. Одновременно возникают расстройства кровообращения в виде паралитического расширения мелких кровеносных сосудов со стазом эритроцитов в них, нарастающий отек тканей. К ранним изменениям относят появление в участке повреждения фибрина, большого количества нейтрофильных лейкоцитов и единичных макрофагов. К 3-5 суткам в области повреждения становятся отчетливо различимы признаки некроза — утрата клетками, волокнами их обычной структуры, глыбчатый распад и аутолиз ткани.

Вторая стадия — клеточной пролиферации, источником которой служат периост, эндост, костный мозг и соединительная ткань, прилегающая к периосту. Рассматривая пролиферативный компонент регенераторного процесса, следует отметить, что пролиферация клеточных элементов, в частности их камбиальных форм, неотделима от формирования в зонах регенерации кро-

веносных капилляров. В литературе сформулировано представление об «остеобластическом ряде», в котором клетки расположены в последовательности «эндотелий кровеносного капилляра — периваскулярная клетка — преостеобласт — остеобласт — остеоцит» (Некачалов В.В., 2000).

Третья стадия отличается дифференциацией разного вида тканей, которая наступает «под влиянием внешней среды». В зонах регенерации появляются разновидности соединительной ткани — хрящевая, фибробластическая, остеобластическая, недифференцированная, мезенхимальная и фибриллярная. С современных позиций преобладание в формирующейся мозоли той или иной ткани и соответственно образование разных типов костной ткани определяются биомеханическими соотношениями между отломками кости, степенью и устойчивостью их сопротивления, уровнем кровоснабжения и характером обменных процессов (Корж А.А., 1972; Виноградова Т.П., Лаврищева Г.И., 1973)

Четвертая стадия характеризуется главным образом формированием остеоидной ткани, в которую трансформируются все ткани путем прямой метаплазии и атипической энхондральной оссификации. В этот период, который А.А.Корж с соавторами (1972) выделяют в особую стадию - «образование ангиогенной костной структуры», важно восстановление в поврежденном участке системы кровоснабжения.

Пятая стадия — стадия образования молодой костной ткани, ее спонгизации и остеонизации с активной выработкой остеобластами остеоидной ткани. Здесь отмечается не только репаративная регенерация, но и физиологическая: функционально обусловленная перестройка костной ткани.

Шестая стадия завершается созданием пластинчатой функционально дифференцированной костной ткани, т.е., приданием костному органу стабильной формы и функции, прекращением костеобразования.

С учетом механизмов остеорепарации целесообразно выделить 4 фазы регенерации (Ткаченко С.С., Руцкий В.В., 1989). При этом 3 и 4 стадии, и 5 и 6 стадии, соответственно, объединяются. Таким образом, выделены:

1. стадия катаболизма тканевых структур, дедифференцировки и пролиферации клеточных элементов;

2. образования и дифференцировки тканевых структур;

3. стадия образования ангиогенной костной структуры;

4. стадия перестройки первичного костного регенерата и реституция кости.

Временные характеристики заживления переломов зависят от характера перелома, локализации, вида кости, подвижности отломков, возраста пациента, гормонального фона.

Значительно изменяет ход репаративного процесса повреждение мягких тканей, присоединение инфекции, нагноение, позднее оперативное вмешательство, особенно в условиях политравмы с развитием так называемой «травматической болезни».

Динамика регенераторного процесса, его сроков в оптимальных условиях может быть прослежена на примере неосложненного перелома диафиза трубчатой кости (табл. 1).

При измерении гормонального фона выявлено увеличение содержания остеотропных гормонов к 2-3 неделе посттравматического периода, с преимущественным влиянием паратирина, что является отражением катаболической фазы травмы, этим объясняется наличие «размытости» костных краев отломков на рентгенограммах, связанное с костной резорбцией. К 8 неделе отмечено снижение уровня ПТГ и повышение кальцитонина, который создает условия для формирования органической основы регенерата (Свешников А.А., с соавт., 2008; Ларионова Т.А., с соавт., 2009).

Таблица 1.

Динамика регенераторного процесса костной ткани

Срок	Характер изменений
12 часов	Сгустки крови, экссудат между костными отломками.
24-48 часов	Острое воспаление с выходом значительного количества полиморфноядерных лейкоцитов и макрофагов.
на 2-е сутки	Врастание в кровяной сгусток, соединяющий отломки, многочисленных кровеносных капилляров.
3-4-е сутки	Формирование молодой грануляционной ткани, усиление клеточной пролиферации с образованием тонких коллагеновых волокон.
5 дней	На поверхности некротизированных костных осколков откладывается остеоид, образуются молодые костные балки. Некротизированную костную ткань, выполняющую арматурную роль, следует отличать от костных секвестров, т.е. осколков мертвой кости, непригодной к пластическому использованию (А.П.Авцын, 1946)
5-7 дней	«Пустые» остеоцитарные лакуны в сохранившихся мертвых костных фрагментах.
конец 1-й недели	Отчетливая тканевая дифференцировка, в частности раннее костеобразование, преобладание в разных зонах регенерации той или иной ткани (грануляционной, хрящевой, остеобластической). В большем количестве первоначальная мозоль образуется в периостальной зоне, в меньшей — в эндостальной зоне.
12-15 дней	Возникновение хорошо кровоснабженных минерализующихся костных структур, определяющихся рентгенологически.
20-30 дней	Фиброзно-костная первичная мозоль.
после 6-й недели	Перестройка окончательной мозоли и ее последующая реконструкция. Восстановление исходной структуры кости продолжается месяцами, а иногда и несколько лет

По данным разных авторов, сроки консолидации переломов трубчатых костей кисти зависят от тяжести травмы, сочетанных повреждений мягких тканей, метода лечения, а также возраста пациента, сопутствующей патологии и др. факторов и в среднем составляют 5-8 нед. (Коршунов В.Ф., Барсук В.И., 1994; Лернер П.И., с соавт., 1994; Волкова А.М., 1995).

1.3. Способы оптимизации костной репарации

Проблема регуляции и оптимизации остеогенеза костной ткани имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение, так как частота несращений и ложных суставов при лечении переломов трубчатых костей достигает 35% и, несмотря на постоянное усовершенствование методик лечения, имеет тенденцию к росту. Инвалидность при этом достигает 60-75% (Анисимов А.И., с соавт., 1985; Ткаченко С.С., Руцкий В.В., 1989)

Патологические изменения при повреждениях не ограничиваются механическими нарушениями. Известна важная роль гемоциркуляции, иннервации, метаболизма и многих других местных и общих патогенетических факторов, определяющих особенности остеорепарации. Их разнообразие обуславливает обилие методик, направленных на оптимизацию условий репаративного остеогенеза (Ткаченко С.С., Руцкий В.В., 1975; Тихилов Р.М. с соавт., 1980; Емельянов В.Г. с соавт., 1990; Жирнов В.А., 2006).

Фармакологические методики

Анаболические стероиды

Анаболические стероиды (ретаболил) влияют на процессы белкового обмена, способствуют синтезу белка, препятствуют развитию в организме посттравматических катаболических процессов и могут положительно влиять на процессы репаративной регенерации костной ткани. Особенно это влияние проявляется, когда репаративные процессы бывают по тем или иным причинам заторможены. Ретаболил вводят внутримышечно по 1 ампуле 3 раза с 10 дневным интервалом (Белова А.Н., Шепетова О.Н., 1999).

Перфторан

Перфторан – кровезаменитель с газотранспортной функцией, обладающий гемодинамическими, реологическими, мембраностабилизирующими, кардиопротективными, диуретическими, сорбционными свойствами. Применение перфторана увеличивает объем транспорта кислорода, тем самым купируя гипоксию тканей. В настоящее время перфторан используется в травматологии с целью сохранения жизнеспособности тканей в зонах огнестрельных переломов, при лечении переломов по методу Илизарова и др. Экспериментальные исследования показали что оптимальным способом применения перфторана является его интрамедуллярное введение. В то время как местно и внутривенное введение не оказывают значимого влияния на локальную гипоксию в зоне перелома и на репаративные процессы кости (Дубровин Г.М., с соавт., 2009).

Препараты для лечения остеопороза

При любом переломе в стадии резорбции отмечается снижение минеральной плотности ткани, а также в случаях длительной иммобилизации развивается, так называемый, иммобилизационный остеопороз. Несмотря на иное происхождение снижения минеральной плотности кости при переломе, имеются публикации о попытках оптимизации репаративного остеогенеза путём применения препаратов для лечения остеопороза, таких как: препараты кальция, препараты фтора, препараты висмута, кальцитонин, остеогенон и пр. (Родионова С.С. с соавт., 2003; Трифонова Е.Б. с соавт., 2009).

Витаминотерапия: витамины группы В(В1 и В12) по 1,0 мл подкожно в течение 10 дней; витамин С по 0,5 г три раза в день в течение 30 дней; витамин А по 100000 МЕ в сутки; эргокальциферол (витамин D2) по 3000 МЕ в течение 30 – 35 дней (назначают под контролем содержания кальция в крови и моче, при его избытке эргокальциферол отменяют, чтобы избежать кальциноза мышц, почек, кровеносных сосудов). Возможно применение синтетических мультивитаминных комплексов: «Аевит», «Ревит», «Берокка» и др. по 1 драже (таблетке) дважды в день в течение 30 – 40 дней.

Биостимуляторы: экстракт алоэ, стекловидное тело, пеллоидистиллят, ФиБС по 1,0 подкожно №20; настой цветков календулы (1 столовую ложку цветков заливают 2 стаканами кипятка, настаивают 30 минут, процеживают, пьют по 0,5 стакана настоя 4 раза в день). При замедленной консолидации перелома некоторые авторы рекомендуют провести курс лечения мумие. (Белова А.Н., Шепетова О.Н., 1999).

Энзимотерапия

Эффективность энзимотерапии основана на комплексном действии целенаправленно составленных смесей гидролитических ферментов на ключевые физиологические и патофизиологические процессы. Преимуществом полиферментной терапии являются ускорение физиологического течения воспалительных реакций и биологических репаративных процессов (Зоря В.И. с соавт., 2007). Продукты распада стимулируют формирование лейкоцитарного вала вокруг очага воспаления а энзимы расщепляют осколки тканей и продукты воспаления. Таким образом, скорость регенерации тканей прямо пропорциональна концентрации и скорости поступления энзимов к очагу воспаления (Кузьмина Н.Н., Мовсисян Г.Р., 2004). При переломах трубчатых костей возможно применение энзимов в виде препаратов Вобэнзим или Флогэнзим по 1– 5 таблеток 3 раза в сутки на протяжении 4 недель (Исаева А.В. с соавт., 2009).

Механические методики

Для достижения консолидации перелома в оптимальные сроки необходимо точное сопоставление, создание контакта и надежное обездвиживание отломков (Ткаченко С.С. 1987). Механическое воздействие – наиболее простой тип влияния на условия костной регенерации. Оно было доступно с древних времен. Есть данные, что ещё Гиппократ применял «постукивание» по зоне перелома с целью ускорить формирование костной мозоли (Каплан А.В., 1979). В настоящее время наиболее применяемым способом механического воздействия на регенерацию является использование методики Илизарова Г.А. (Илизаров Г.А., 1954).

Дистракция – компрессия

Открытие Г.А. Илизаровым нового метода лечения переломов (Илизаров Г.А., 1954), дало начало целому направлению в травматологии и ортопедии. Применение аппаратов внешней фиксации позволяет осуществить точную репозицию и стабильную фиксацию, что является залогом оптимального протекания процесса консолидации. Кроме остеосинтеза компрессионно-дистракционные аппараты внешней фиксации стали применяться и для корригирующих остеотомий, в том числе для удлинения костей конечностей. Было выявлено мощное стимулирующее влияние на репаративный остеогенез дистракции в аппарате Илизарова (Черкес-Заде Д.И., Лазарев В.Ф., 1996; Кирсанов К.П., с соавт., 2008; Попков А.В. с соавт.,2008).

Так же отмечено увеличение плотности новообразованной костной ткани в зоне направленной, дозированной компрессии, чередующейся с дистракцией. В основе этого лежит общебиологическая концепция стимулирующего влияния фактора напряжения-растяжения на регенерацию тканей (Карлов А.В., Шахов В.П., 2001; Ларионова Т.А., с соавт., 2008; Шевцов В.И., с соавт., 2009)

Биологические методы

Введение в зону перелома или дефекта биологических тканей в большинстве случаев применимо при наличии дефекта, или при стимуляции остеогенеза в зоне ложного сустава. С этой целью использовали кровь (Bier A., 1905), костную эмульсию (Балакина В.С., 1956), костный мозг (Ризваш С.И., 1939), крошку из аутологичной кости (Лимберг А.А., 1966), компоненты фетальной костной ткани, полипептиды, аутоплазму (Гребнева О.Л., с соавт., 2005; Шевцов В.И. с соавт., 2008)

Костная пластика

Костные трансплантаты обладают высокой остеоиндуктивной активностью и способностью к перестройке в организме реципиента, они препятствуют заполнению дефекта малоактивной соединительной тканью. В настоя-

щее время в клинической практике активно применяются и аутотрансплантаты, и аллотрансплантаты кости, причем споры о преимуществах одних перед другими не утихают и до сих пор (Башуров З.К., 1982; Балакина В.С. 1985; Савельев В.И., 1985; Корнилов Н.В., Сивков С.Н., 1987; Urist M.R., 1968; Brasher H.R., Raney R.B., 1978; Thielemann F.W. et al, 1982; Prolo J., Rodrigo J.J., 1985).

На настоящий момент биоимпланты можно подразделить на 4 уровня. 1й уровень не предусматривает глубокой переработки донорских тканей. Ткани обрабатывают низкими температурами или очищают, обезжиривают химическими агентами, таким образом, консервируя и стерилизуя их (Salai M., et al., 2000).

2й уровень подразумевает более глубокую обработку. Например, изготовление деминерализованных костных аллотрансплантатов. При этом имплант помимо остеокондуктивных приобретает остеоиндуктивные свойства (Волошин В.П. и соавт, 2008).

3й уровень предполагает создание биокомпозитных материалов, содержащих как основные компоненты костной ткани, так и дополнительные биоактивные субстанции (факторы роста, морфогенетические белки, и пр.).

4й уровень характеризуется созданием искусственных биокомпозиционных материалов на базе современных технологий (Лекшвили М.В. с соавт., 2009; Склярчук Е.Д. с соавт., 2009; Baer W., et al., 2002). Причем эти материалы могут быть матрицей для доставки в зону повреждения полипотентных клеток (Шипунова И.Н. с соавт., 2009; Bruder S.P., et al., 1998).

С появлением в хирургии средств оптического увеличения в травматологическую практику вошло широкое применение аутотрансплантатов на сосудистой ножке. Такие трансплантаты обладают несомненными преимуществами: они не подвергаются лизису, сроки их перестройки значительно меньше, вместе с участком костной ткани они привносят в зону пересадки дополнительное избыточное питание; при их использовании количество инфекционных осложнений меньше, кроме того возможна их остеотомия с формиро-

ванием дистракционного регенерата (Лушников С.П., с соавт., 2008; Шаповалов В.М., с соавт., 2008; Girsch W., et al., 2008).

Применение культур клеток

На данный момент уже накоплено достаточное количество данных о возможности восстановления всех тканей организма за счет недифференцированных клеточных форм. Среди клеток костного мозга выделены интенсивно пролиферирующие колониеобразующие клетки фибробласты. Доказана возможность их дифференцировки в остеобласты с формированием костного вещества (Фриденштейн А.Я. с соавт., 1986; Bab J. et al., 1986). Результаты опытов in vitro показали возможность формировать костную ткань из небольшого числа полипотентных клеток (Чобану П.И., Лаврищева Г.И., Козлюк А.С., 1989). Позднее была доказана возможность образования костного вещества при введении их в рану, с ускорением и увеличением репаративных процессов (Осепян И.А., Чайлахян Р.К., Гарибян Е.С., 1982; Чобану П.И., Лаврищева Г.И., Козлюк А.С., 1989; Деев Р.В. с соавт., 2007). При использовании кристаллического химотрипсина отмечено индуцирование эффекта стимуляции репаративного остеогенеза.

Позднее была установлена возможность малоинвазивного введения культур полипотентных клеток нативного костного мозга в зону стимуляции остеогенеза (Склярчук Е.Д. с соавт., 2009). Область применения культур полипотентных клеток – это главным образом, восполнение небольших по объёму дефектов (Деев Р.В. с соавт., 2008). Большая роль уделяется применению выделенных ростковых факторов – костных морфогенетических протеинов (Савинцев А.М., с соавт., 2007)

Воздействие физическими факторами (физиотерапевтическое лечение)

Физические факторы. Физические лечебные средства являются важной частью восстановительного лечения больных, так как позволяют бороться с болевым синдромом, с отеками, инфекцией, способствуют ускорению заживления ран, рассасыванию кровоизлияний, что косвенно влияет на сращение переломов, предупреждают атрофию мышц, контрактуры и ускоряют восстановление функции конечности. В комплексе с медикаментозной терапией, возможно потенцирование действия последней (Пономаренко Г.Н., 1998).

Воздействие светом

Ультрафиолетовое облучение (УФО) проводят в области перелома, а при невозможности (гипсовая повязка) – облучают свободные зоны больной или здоровой конечности. Начинают с 2-3-х биодоз, последующие облучения увеличивают на 1 биодозу. Каждое поле облучают до 4 доз. Есть мнение, что облучение светом в диапазоне высоких частот (синий, фиолетовый и т.д.) обладает, наоборот, тормозящим эффектом на процессы в тканях. Такой свет рекомендовано применять для снижения болевого синдрома. Для стимуляции репаративных процессов целесообразнее применять красно-оранжевый спектр света (Жирнов В.А., Василькин А.К., 2006). Методики же облучения и аппараты для светолечения могут быть разными. От Sollux и Spectrol ламп, до низкоинтенсивных гелий-неоновых лазеров, дающих монохроматичный когерентный свет. Эффективной себя зарекомендовала методика однократного интраоперационного облучения костного и мягкотканого ложа (Жирнов В.А., 2006).

Электрофорез

Электрофорез 10% раствора хлористого кальция и 3 – 5% раствора фосфорнокислого натрия, чередуют через день. Сила тока – 10 – 12 мА, время воздействия – 20 минут. Ежедневно, №15. Для стимуляции репаративных

процессов возможно применение электрофореза лечебной грязи, стекловидного тела, гумизола (Белова А.Н., Шепетова О.Н., 1999).

Индуктотермия

Индуктотермию используют на область перелома в слаботепловой дозе, ежедневно в течение 10 дней. Однако она не может применяться в случаях использования металлоконструкций (Жирнов В.А. 2006).

Электромагнитное поле

УВЧ поле – электро-магнитное поле ультравысокой частоты, проникающее в ткани на большую глубину. Физическое действие УВЧ поля заключается в активном поглощении энергии тканями и преобразовании ее в тепловую энергию. Основное теплообразование происходит в тканях, плохо проводящих электрический ток (костная ткань). Электрическое поле УВЧ снижает экссудацию тканей, активирует функцию соединительной ткани, стимулирует регенерацию. Таким образом, УВЧ используется на ранней стадии остеорепарации, в период иммобилизации, для борьбы с отёком и ускорения формирования костной мозоли (Cadossi R., et al., 1984; Nixon I., 1985) УВЧ применяют на область перелома в слаботепловой дозе в течение 10 – 15 мин ежедневно. Курс лечения включает 10 процедур.

УВЧ может использоваться только в условиях физиотерапевтического кабинета, под наблюдением специалиста.

Электростимуляция

Стимулирующее действие электростимуляции обусловлено катодной поляризацией и раздражением биологических структур, чувствительных к электрическим импульсам. По физиологичности и широте терапевтического воздействия импульсная электростимуляция имеет свои преимущества. Импульсная катодная поляризация индуцирует и активизирует ранние стадии остеогенеза; восстановление распределения статических электрических потенциалов кости определяет перестройку костной мозоли в оптимальные сроки (Brighton C.T., Pollack R., 1985).

Оптимальной является электростимуляция при импульсной катодной поляризации током 10 – 25 мкА в сочетании с формированием градиента электрических потенциалов величиной 0,1 – 0,6 В в непрерывном режиме. Стимуляцию начинают со 2-й недели после репозиции и фиксации отломков костей при переломах. В процессе электростимуляции остеорепарации осуществляют обязательный еженедельный контроль функционирования стимулятора, обращая особое внимание на область проведения электродов.

Результаты. Многолетний опыт применения электростимуляции остеорепарации при остеосинтезе свидетельствует о ее достоверной эффективности. Наиболее убедительны сравнительные результаты лечения более 1200 больных, по данным В. В. Руцкого (1983). При переломах костей голени сочетание основных способов погружного или внеочагового чрескостного остеосинтеза с электростимуляцией увеличивает количество отличных и хороших результатов на 9 – 36 и 11 – 25% соответственно. Электростимуляция сокращает средние сроки сращения отломков костей в 1,2 – 1,9 раза, функциональной реабилитации – в 1,7 – 2,1 и восстановления трудоспособности – в 1,4 – 1,5 раза (Ткаченко С.С., Руцкий В.В., 1989).

Среди осложнений часто встречаются воспалительные явления в зоне воздействия, разрушение, фрагментация электродов, образование синостозов между двукостными сегментами. (Руцкий В.В., 1984; Conolly I.F., 1981)

Методика сложна, требует специального обучения и тщательного выполнения.

Возможно чрескожное воздействие электрическим током. Так чрескожная электронейростимуляция при лечении переломов нижней челюсти позволила не только уменьшить количество осложнений, но и ускорить время консолидации (Лепилин А.В. с соавт., 2009).

Оксибаротерапия

В основе клинического эффекта гипербарической оксигенации лежит значительное увеличение кислородной емкости крови и других жидких сред организма, позволяющее быстро повышать напряжение кислорода в клетках.

(Ткаченко С.С., с соавт., 1983). В зоне травмы клетки неизбежно страдают от гипоксии, как вследствие непосредственно самой альтерации, так и вследствие последующих циркуляторных нарушений. На фоне применения оксибаротерапии (ОБТ) пациенты отмечают уменьшение или исчезновение болей, улучшение общего состояния. Подтверждено увеличение показателя объемного кровотока в зоне повреждения. Данный эффект нашел широкое применение в реплантационной хирургии (Ткаченко С.С., с соавт., 1985). При изучении действия гипербарической оксигенации на репаративный остеогенез выявлено, что она может иметь не только стимулирующее, но и тормозящее действие. Поэтому важно соблюдение режима, дозировки, периода воздействия. Больным с целью оптимизации репаративного остеогенеза следует назначать непродолжительные дробные курсы по 2,5 ата, которые включают 7 сеансов по 60 минут с 7-дневными перерывами между курсами (Ткаченко С.С. с соавт., 1988). Полученные экспериментальные данные, свидетельствуют о благоприятном влиянии ОБТ на репаративную регенерацию костной ткани в период формирования мягкотканого регенерата. Именно, в этой стадии активно пролиферирующие остеобласты требуют повышенного количества кислорода (Тихилов Р.М., с соавт., 1980), .

Есть публикации об инъекционном введении озонированных жидкостей. Так, например, предложено вводить в область перелома озонированный физиологический раствор в концентрации 250 – 500 мкг/л озона в день через 2 суток курсом 5 раз. Количество вводимого раствора зависит от места перелома. Способ позволяет сократить время консолидации перелома, что повышает эффективность лечения переломов (Краснов А.Ф., 1993).

Магнитотерапия

Магнитное поле обладает нейростимулирующим, трофическим, противовоспалительным и обезболивающим действием, усиливает микроциркуляцию, ускоряет регенерацию тканей (Идрисова Г.З. 2005; Пономаренко Г.Н., Воробьёв М.Г. 2005).

Воздействие начинается с 30 минут с ежедневным увеличением экспозиции на 10 минут до 120 минут (А.Н.Анисимов с соавт., 1995г). Эффект зависит от многих условий: силы электромагнитного поля, частоты и продолжительности действия. Имеет значение и период репаративной регенерации кости. Установлено, что в зависимости от создаваемых параметров магнитного поля можно улучшать регенерацию костной ткани или тормозить этот процесс (Fontanesi G., Giancechi F., Rotini R., 1985).

Для ликвидации отека и улучшения микроциркуляции назначают магнитотерапию области перелома 25 – 40 мТл по 10 – 20 минут на 15 дней (Сосин И.Н. 1996). Следует отметить, что применение современных металлических имплантатов не является противопоказанием к применению магнитотерапии (Жирнов В.А., 2006). Однако магнитные излучатели следует расположить таким образом, чтобы силовые линии магнитного поля были направлены вдоль металлического фиксатора. В случаях использования аппаратов внешней фиксации излучатели должны располагаться под кольцами аппарата Илизарова, чтобы магнитное поле не проходило через металлические кольца.

При использовании магнитных полей для стимуляции регенерации по данным исследований число неудовлетворительных результатов при лечении ложных суставов уменьшилось на 12% по сравнению с группой пациентов, где не использовалось магнитное поле. Преимуществом данной методики является простота, позволяющая (по мнению некоторых авторов (Анисимов А.Н. с соавт., 1995), больному самому, по назначению врача проводить облучение поврежденной конечности.

Эффективность магнитотерапии можно значительно повысить, изменяя характеристики магнитного поля в зависимости от электрического сопротивления тканей пациента (Улащик В.С., 2009), такой способ воздействия позволит усилить местный кровоток и движение лимфы, снизит утомление организма (Пономаренко Г.Н., 2004). Кроме того, повышение эффективно-

сти воздействия возможно при действии магнитным полем с частотой резонанса для ионов Са++ (Арсеньев А.В., с соавт., 2007).

Ультразвуковая терапия

Воздействие механическими колебаниями с частотой от 16000 Гц до 1000 МГц). Лечебный эффект обусловлен тремя факторами. Механический – заключается в «микромассаже». Тепловой – обусловлен трансформацией механической энергии в тепловую, играет второстепенную роль. Физико-химический фактор проявляется в изменении физико-химических процессов – стимуляции оксилительно-восстановительных процессов, изменение pH, и т.д. Ультразвук способен ускорять регенераторные процессы (Улащик В.С., Лукомский И.В. 2005), однако физико-химическое и тепловое действие ультразвука могут создавать условия, угнетающие остеогенез (Ткаченко С.С., Руцкий В.В., 1989). Ультразвук назначают через окно в гипсовой повязке, в непрерывном режиме интенсивностью 0,6 – 1,0 Вт/см^2, в течение 10 минут, ежедневно. Курс состоит из 10 процедур. Однако по литературным данным не рекомендуется использовать ультразвук при наличии металлоконструкций, из-за возникновения эффекта кавитации на границе металлкость, что, в свою очередь, приводит к резорбции кости, что резко ограничивает поле применения этой методики в травматологии (Жирнов В.А. 2006).

Экстракорпоральная ударно-волновая терапия (ЭУВТ).

Основой терапевтического эффекта акустических волн высокого давления является последовательное сжатие и растяжение тканей с перепадом давления, что приводит к образованию «кавитационных пузырьков» (КП). На пике давления их размер минимальный и достигает максимума в период разрежения. Во время максимального спада давления КП лопаются, что приводит к высвобождению большого количества энергии. Нарушение целости клеточных мембран кости с выбросом кальцийсодержащих соединений, микрокровоизлияния создают материал для формирования костной мозоли, что стимулирует сращение переломов и ложных суставов (Егорова Е.А., Васильева А.Ю., 2000, Пономаренко Г.Н., Воробьёв М.Г., 2005). Акустические

волны низкой и средней мощности способствуют уменьшению болевого синдрома и отека в области параартикулярных тканей.

Воздействие на зону свежих переломов и при их замедленной консолидации должно осуществляться среднеэнергетическими импульсами с частотой 5–6 Гц, давлением 3,5 атм и плотностью энергетического потока 0,8 мДж/мм^2. Наличие каких-либо конструкций в зоне воздействия не является противопоказанием к применению метода, так как при прохождении акустической волны импульсного характера отсутствует выделение избыточного количества тепла и не создается электромагнитное поле высокой мощности (Семевский А.Е., 2007).

В литературе имеются единичные сообщения о результатах лечения больных с переломами костей кисти с незначительным количеством наблюдений (Васильев А.Ю., Егорова Е.А., 2005) По данным этих авторов воздействие ударно-волновыми импульсами на зону перелома ускоряло формирование костной мозоли и восстановительные функции конечности в среднем на 9 дней. Неблагоприятный исход ЭУВТ был зарегистрирован в 23,6% случаев у пациентов с грубыми нарушениями пролиферативной способности тканей, при их рубцово-дегенеративной перестройке вследствие сопутствующих заболеваний, перенесенной травмы, многоэтапных оперативных вмешательств.

Методика требует наличия дорогостоящего оборудования, обученного персонала, применяется только в условиях медицинского учреждения.

Гравитационная терапия

К факторам, улучшающим трофику и кровоснабжение поврежденных конечностей можно отнести и гравитационную терапию. Данный вид воздействия предусматривает одновременное воздействие дозированных мышечных сокращений и гравитационных сил. Последние моделируются на специальном стенде, представляющем собой центрифугу короткого радиуса действия. При вращении, возникающая центробежная сила вызывает перемещение крови к нижним конечностям, что способствует улучшению репаративных

процессов в зоне перелома. Применение данного физического фактора по данным авторов статистически значимо уменьшает количество неудовлетворительных результатов лечения в случаях замедленной консолидации переломов и ложных суставов (Яшков А.В., Котельников Г.П., 2002). Однако, важно учесть, что для проведения такой терапии необходимо иметь громоздкую, дорогостоящую ротационную установку, для которой требуется специально оборудованное помещение. Несмотря на хороший эффект от таких процедур, общая их переносимость для пациентов по сравнению с другими физиотерапевтическими процедурами оставляет желать лучшего.

Виброакустическое воздействие

Виброакустическое воздействие (ВАВ) – это воздействие с лечебной целью механическими колебаниями в диапазоне частот слышимого звука (10–20000 Гц), передаваемых путем непосредственного контакта излучателей (насадок или виброфонов) с тканями пациента. Виброфоны аппарата контактным способом возбуждают микровибрацию тканей организма. Частота микровибрации непрерывно меняется в пределах звукового диапазона. Изменение частоты происходит автоматически по программе.

Вибрационная чувствительность является самостоятельным видом чувствительности, имеющая своё представительство в коре головного мозга. Воспринимающими рецепторами для вибрации являются барорецепторы кожи и тельца Фатер-Пачини.

Отмечены следующие эффекты применения виброакустического воздействия: анестезирующий, вазомоторный (частоты 20-50гц вызывают сосудорасширяющий эффект, а 100–200Гц – сосудосуживающий) (Мирютова Н.Ф., 2009), миостимулирующий, миорелаксирующий, трофический, регенерирующий (Романов С.Н., 1983).

Применение виброакустического воздействия в травматологии и ортопедии

Положительный эффект от применения вибрации у ортопедических пациентов связывают со стимуляцией микроциркуляции. Так при применении низкочастотной вибротерапии аппаратом ФЭСТ-1 у пациентов с пояснично-крестцовым радикулитом позволило уменьшить спастичность мышц, избавить пациентов от постоянных болей и снизить их интенсивность при движениях (Ефанов О.И., 2002; Якушина Т.И., 2002).

При острых травмах виброакустическая терапия за счет усиления кровотока и лимфотока улучшает трофику нервной ткани, снижает болевой синдром, что ускоряет репаративные процессы (Потего Н.К., 2002). Применение чрескостного остеосинтеза не является противопоказанием к применению виброакустического воздействия у травматологических больных (Шевцов В.И., Меньщикова И.А., 2008). Рекомендуется применять режим 2, при сильном отеке – режим 4, время процедуры 10–20 минут, количество сеансов 10-20. Авторы так же выявили снижение отека, снижение интенсивности болевого синдрома (Степанова Г.А., Меньщикова И.А., Щудло Н.А., 2006), сокращение общих сроков лечения (Васильев А.Э. с соавт., 2003). При воздействии в эксперименте на кость с комбинированным радиационно-механическим повреждением акустическими колебаниями ограниченного низкочастотного диапазона (200Гц с наложенными колебаниями 5Гц) отмечено оптимизирующие влияние на репарацию костной ткани, подтвержденное морфологически (Шаповалов В.М., с соавт., 2008). Экспериментально in vitro подтверждено, что под воздействием микровибрации определенной частоты, возникает направленное движение лейкоцитов, и наблюдается выход стволовых клеток из костного мозга (Шутко А.Н., 2006). Таким образом, большинство авторов отмечает сокращение сроков лечения, и связывают это с улучшением микроциркуляции. Данный эффект является общим неспецифическим ответом организма на микровибрацию. Он активно используется в

реплантационной травматологии (Баиндурашвили А.Г., с соавт., 2002); а так же в детской ортопедии в комплексе реабилитационного лечения (Баиндурашвили А.Г., с соавт., 2000). Однако, среди факторов, оптимизирующих условия репаративного остеогенеза, помимо улучшения локального кровотока и лимфотока, возможно стоит внимательнее отнестись к выходу стволовых клеток из костного мозга. Естественно, что какая-то их часть с током крови оказывается в зоне гематомы при острой травме и при оперативном вмешательстве.

Есть ряд публикаций о успешном применении виброакустического воздействия в смежных областях: в урологии при патологии почек, мочевого пузыря и предстательной железы (Петров С.Б. с соавт., 2002, 2006: Рябчук Ф.Н., Фёдоров В.А. 2008), в гастроэнтерологии при язвах двенадцатиперстной кишки (Кирика Н.В. с соавт., 2002), в терапии при артериальной гипертензии (Алкперов И.И. с соавт., 2002; Бегляров М.И. с соавт., 2002), при хронической обструктивной болезни легких в составе комплексной терапии (Ранкович Бошко, 2006), в неврологии при дисциркуляторной энцефалопатии (Гилинская Н.Ю., Ашавская А.А., 2002), при лечении инфекционных болезней (Лобзин Ю.В., Ковеленов А.Ю., 2000; Ковеленов А.Ю., 2006). Таким образом, виброакустическое воздействие уже широко применяется, при этом не выявлено отрицательного влияния на отдельные органы и организм в целом.

К сожалению, скудность публикаций, посвященных виброакустической терапии в медицине и, особенно, в травматологии, говорит о том, что данный физический фактор недостаточно изучен. Нет данных о влиянии микровибрации на сроки нетрудоспособности, функциональные результаты лечения, а также о возможных осложнениях. Требуется дальнейший научный поиск сведений о влиянии виброакустического воздействия на репаративную регенерацию кости, а также экспериментальное обоснование выбора режима, дозы и периода воздействия. Эмпирический подход не допустим при выборе методов лечения, в том числе, и лечения физическими факторами, в частно-

сти, режимов и дозировок их воздействия (Улащик В.С., Кобрик В.А., 1980; Пономаренко Г.Н., 1998). Это и послужило основанием для выполнения нашей работы, определило её цель и задачи.

Глава 2. Материалы и методы

Для реализации поставленных задач, было последовательно проведено 4 части исследования (2 экспериментальных и 2 клинических).

1. С целью установления факта влияния виброакустического воздействия на регенерацию кости и мягких тканей в зоне перелома была проведена 1-я серия экспериментов на 16 кроликах (подробнее см. ниже). Животные были разделены на 2 группы: опытную и контрольную. В данной части исследования наблюдали за динамикой процессов регенерации в зоне повреждения трубчатой кости при виброакустическом воздействии и без него.

2. Для подтверждения полученных экспериментальных данных о положительном влиянии применения виброакустического воздействия в послеоперационном периоде у больных с переломами трубчатых костей кисти, была проведена 1-я часть клинического исследования. При котором, было проведено сравнение функциональных результатов лечения 71 пациента (35 – основная группа, и 36 человек – контрольная группа) при использовании физического фактора микровибрации в послеоперационном периоде и без него.

3. Для разработки методики виброакустического воздействия была проведена 2-я серия опытов на 30 кроликах. Были установлены экстремальные точки сочетания режима, дозы и времени применения виброакустического воздействия относительно периода консолидации с целью оптимизации условий репаративного остеогенеза.

4. Была проведена клиническая апробация разработанной методики виброакустического воздействия на 30 пациентах с переломами пястных костей (15 пациентов – контрольная группа, 15 пациентов – основная группа). Было проведено сравнение показателей денситометрии, реовазографии, времени нетрудоспособности, функциональных результатов по шкалам DASH и Коллонтай при применении виброакустического воздействия в послеоперационном периоде по предложенной методике и без него.

2.1.1 Материалы экспериментального исследования

Для исследования реакции тканей на виброакустическое воздействие было прооперировано 46 кроликов. В опытах использовались только половозрелые кролики породы «шиншилла» массой 2500-3000г самки. Животные, получены из питомника лабораторных животных «Рапполово» (питомника РАМН), проходили 2-х недельный карантин в виварии РосНИИТО им. Р.Р. Вредена. Операции и дальнейшее наблюдение проводили в экспериментальной лаборатории ФГУ РНИИТО им. Р.Р. Вредена, зав. д.м.н. Г.И. Нетылько. Все манипуляции проводились в соответствии с правилами «Гуманного обращения с лабораторными животными».

За 7-10 дней до проведения опытов животных отсаживали в отдельные клетки для привыкания: кроликов – по 1 животному в клетке. Животных кормили комбикормом ПК-121-10 по нормам и поили чистой питьевой водой вволю.

Операции на кроликах проводили под внутривенным наркозом – в вену ушной раковины животного за 15 минут до начала вмешательства вводили 1мл 1%-го раствора промедола (Саркисов Д.С., Ремезов П.И., 1960; Батрак Г.Е., Кудрин Л.Н., 1979). Животное фиксировали в специальном станке, в положении на брюхе.

Эвтаназия осуществлялась путем передозировки раствора тиопентала натрия.

Характеристики групп сравнения (сроки наблюдения, режим, доза, период воздействия указаны в сводных таблицах (глава 3 – табл. 6, глава 5 – табл. 11).

2.1.2 Методики исследования в эксперименте

Методика эксперимента заключалась в следующем:

В 1-й серии опытов с целью подтверждения факта влияния виброакустического воздействия на процессы заживления костной раны было прооперировано 16 кроликов.

Техника операции: В операционной в асептических условиях, после обработки операционного поля, под внутривенным наркозом линейным доступом до 3,0см обнажалась лучевая кость правого предплечья животного (рис. 7).

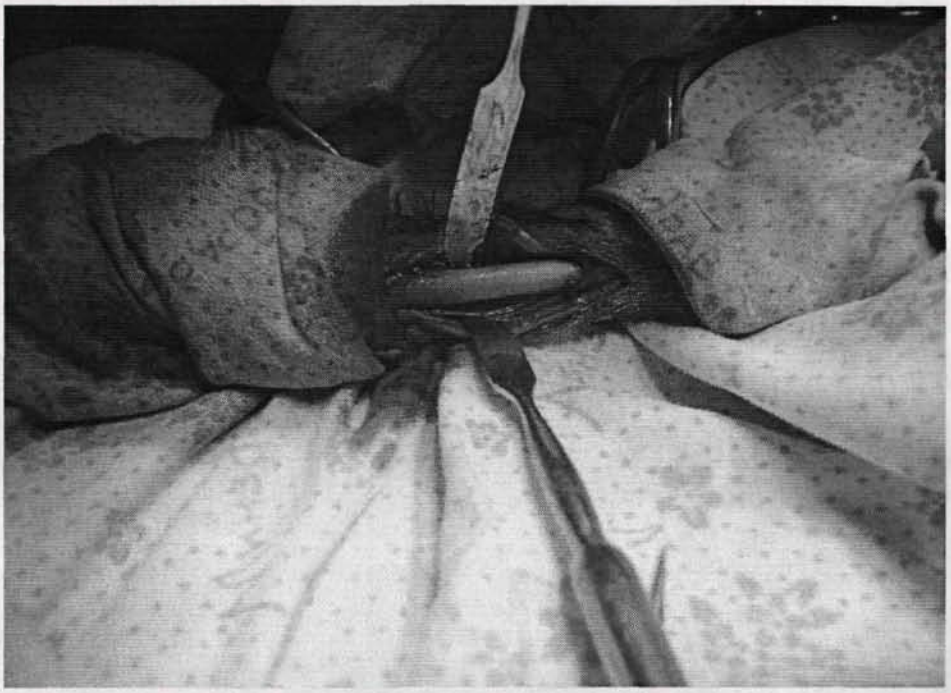


Рис. 7. Этап операции: выполнен доступ к лучевой кости предплечья кролика.

По стандартному трафарету производилось 3 трепанационных круглых отверстия диаметром $1{,}8\times10^{-3}$м (рис. 8).

Рана послойно ушивалась, обрабатывалась раствором йода 2%.

Животные 1-й серии были поделены на 2 группы по 8 особей:

Животным опытной группы со вторых по шестые сутки производилось виброакустическое воздействие в режиме 2, дозировке – 15 минут, на зону травмы. Виброфоны при этом располагались на предплечье под углом друг к другу. Удерживались виброфоны во время сеанса при помощи резиновой манжеты, изготовленной из хирургических перчаток (рис. 9). На данную методику подана заявка на патент, получена приоритетная справка (№2009118356 от 12.05.09).

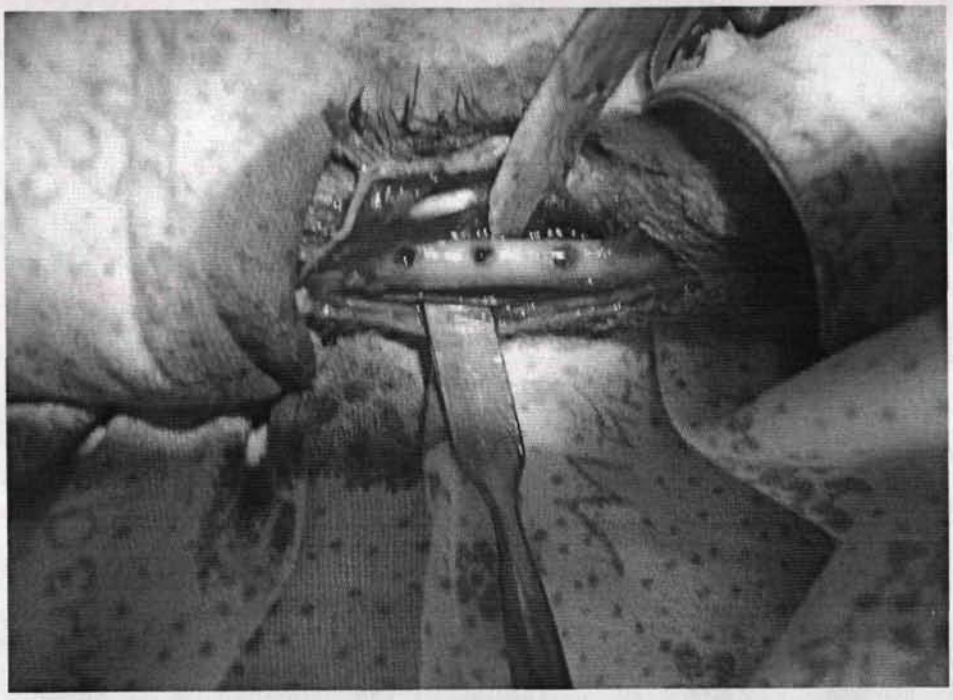


Рис. 8. Этап операции: выполнены трепанационные отверстия в лучевой кости кролика.

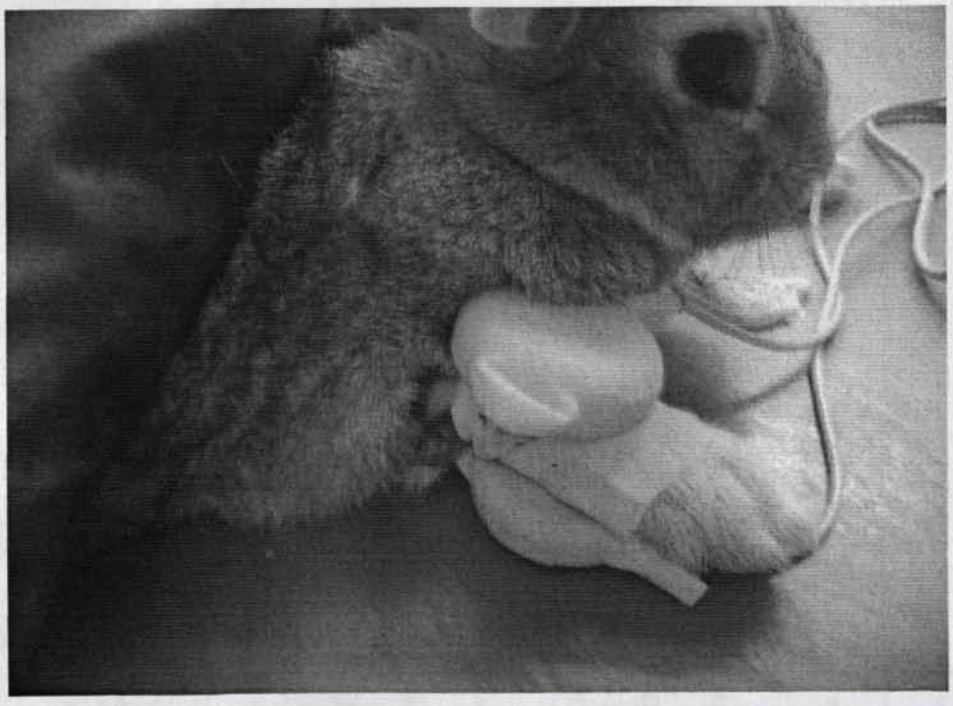


Рис. 9. Расположение виброфонов на лапе кролика во время сеанса.

Животным контрольной группы виброакустическое воздействие не производилось.

Биологический метод: Ежедневно выполняли осмотр, перевязка животных, при которых контролировали динамику отека конечности, наличие или отсутствие признаков воспаления, отделяемого из ран, заживление раны; а также оценивали общее состояние животного, аппетит, характер испражнений, производилась термометрия.

На 6-е, 11-е, 16-е, 21-е сутки животные выводились из эксперимента. Вычленялось оперированное предплечье и выполнялось рентгенологическое, рентген-денситометрическое и морфологическое и морфометрическое исследование.

Рентгенологическое исследование: Рентгенография выполнялась на аппарате Siemens в предустановленном режиме «кисть». Снимки делались в прямой и боковой проекции, далее оценивались в стандартном негатоскопе, а так же при помощи аппарата УАР2 (установка для анализа рентгенограмм), а так же при помощи программы «перелом», измеряющей относительную яркость различных участков рентгенограммы. На основании этих показателей можно следить за динамикой оптической плотности в ходе репаративного остеогенеза (Борзунов Д.Ю. с соавт., 2009).

Морфологическое исследование: Перед взятием материала осматривали рану, оценивали степень заживления, наличие воспаления, отделяемого в области раны. Далее удаляли шкуру, и вычленяли предплечье. При этом производили оценку макропрепарата, видимые глазом изменения мягких тканей в области раны, состояние гематомы, наличие рубцовой ткани.

Для гистологического исследования забирали фрагмент лучевой кости с трепанационными отверстиями и прилежащими мягкими тканями из области воздействия. Материал фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина, Костные фрагменты декальцинировали в смеси органических кислот – трилоне-В. После традиционной проводки и заливки в парафин изготавливали серийные срезы толщиной 8 мкм. Препараты окрашивали ге-

матоксилином и эозином и по Ван Гизон. Для выявления кислых мукополисахаридов использовали гистохимическую окраску препаратов альциановым синим. Окрашивание производили по общепринятым методикам (Меркулов Г.А., 1961; Серов А.Б. с соавт., 1981). С каждого препарата делалось по 3-4 среза.

Микроскопическое исследование проводили с помощью светового микроскопа МИКМЕД-2 с увеличением в 28, 70, 140 и 280 раз. Оценивали состояние мягких тканей и регенератов костной ткани в области воздействия.

Визуализацию и оптическое изображение микрообъектов получали с помощью аппаратно-программного комплекса «ВидеоТесТ Морфология», в состав которого входят: микроскоп проходящего света, цветная система ввода высокого разрешения, компьютер и принтер, специализированное программное обеспечение.

Все представленные в исследовании препараты были консультированы сотрудником лаборатории патоморфологии РосНИИТО им. Р.Р.Вредена к.м.н. М.Ю.Зайцевой.

Количественный гистоморфометрический анализ проводили с помощью окуляр-микрометра марки АМ-9-2. Гистоморфометрию проводили при увеличении 160х, при этом экран насадки был оснащен измерительной сеткой, позволявшей визуально оценить вид и площадь новообразованной ткани. Морфометрический показатель регенерации (Rm), рассчитывали по формуле.

$$\mathbf{Rm = \left(1-\left(S_{def}/\ S_{def.stnd.}\right)\right)X100\%}$$

Где

Rm – морфометрический индекс

Sdef. – площадь дефекта при морфометрии

Sdef.stnd. – площадь стандартного дефекта

Во второй серии опытов для определения оптимального способа воздействия (комбинации режима, дозировки, периода воздействия) прооперировано 30 кроликов.

Техника операции: В операционной в асептических условиях, после обработки операционного поля, под внутривенным наркозом линейным доступом до 2,0см обнажали лучевую кость правого предплечья животного. При помощи бор-машины производили овальное трепанационное отверстие в лучевой кости размерами: в длину – $5{,}0\times10^{-3}$м, в ширину – $1{,}0\times10^{-3}$м (рис. 10).

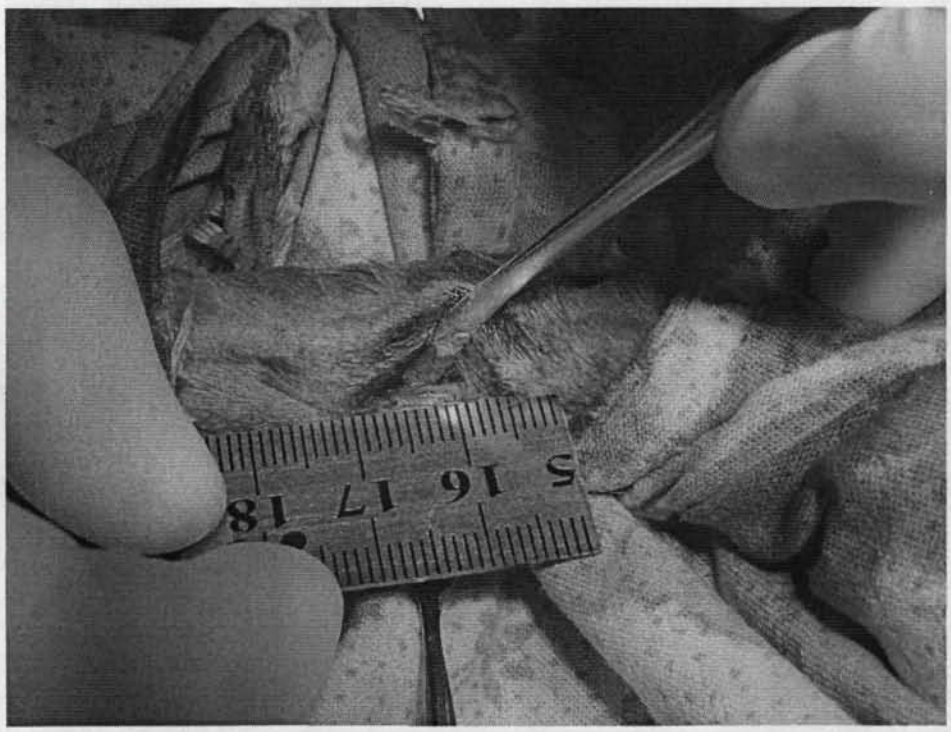


Рис. 10. Трепанационное отверстие лучевой кости кролика. 2 серия экспериментов.

Рана послойно ушивалась, обрабатывалась раствором йода 2%.

В соответствии с матрицей ортогонального планирования (Рафалес-Ламарка Э.Э., Николаев В.Г., 1971) животные были поделены на 15 групп. В качестве переменных величин были взяты:

1. Период воздействия (1–5, 6–10, 11–16 дни),

2. Режим воздействия (I, II, IV)

3. Дозировка (по 15 минут, соответственно, – 1, 3, 6 раз в сутки)

Клиническое наблюдение проводилось так же, как и у животных 1-й серии.

Все животные выведены из эксперимента на 18-е сутки, после чего выполняли рентгенологическое, денситометрическое, морфологическое и морфометрическое исследования по описанным выше методикам. При оценке результатов денситометрии рассчитывали денситометрический индекс по формуле:

$$\mathbf{Rd = (BMD_{reg.}/BMD_{total})X100\%}$$

Где:

Rd – индекс денситометрии

$\mathbf{BMD_{reg.}}$ – минеральная плотность кости в зоне регенерата на 1см^3

$\mathbf{BMD_{total}}$ – минеральная плотность в предплечье

Принципы деления животных на подгруппы, параметры сравнения, сводная таблица со схемой виброакустического воздействия представлены в главе 5.

2.2.1 Материалы исследования в клинике

Клиническая часть работы выполнена в 16 отделении ФГУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Росмедтехнологий, зав. отд. к.м.н. А.Г. Полькин, руководитель научного отдела к.м.н. Л.А. Родоманова. Для подтверждения влияния виброакустического воздействия на оптимизацию регенерации костной ткани была проведена плановая НИР (отчет по данной работе утвержден ученым советом ФГУ «РНИИТО им. Р.Р.Вредена» Росмедтехнологий 21.11.06), в ходе которой: были отобраны 35 больных с переломами трубчатых костей кисти, лечившихся в РНИИТО с 2002 по 2005 год. В послеоперационном периоде данным больным производилось виброакустическое воздействие на зону перелома. Контрольную группу составили 36 больных с аналогичными переломами трубчатых костей кисти, при лечении которых не применяли ВАВ, а проводилось общепринятое для данной патологии физиотерапевтическое лечение.

Больные в основной и контрольной группах идентичны по полу и возрастным группам (табл. 2 и 3).

Таблица 2.

Распределение больных основной группы по полу и возрасту

Пол	Возраст			Всего
	15-30 лет	31-50лет	51-70 лет	
муж.	3 (9%)	11 (31%)	10 (29%)	24 (69%)
жен.	3 (9%)	6 (17%)	2 (6%)	11 (31%)
Итого	6 (17%)	17 (49%)	12 (34%)	35 (100%)

Таблица 3.

Распределение больных контрольной группы по полу и возрасту

Пол	Возраст			Всего
	15-30 лет	31-50 лет	51-70 лет	
муж.	5 (14%)	15 (42%)	10 (28%)	30 (83%)
жен.	1 (3%)	3 (8%)	2 (5%)	6 (17%)
Итого	6 (17%)	18 (50%)	12 (33%)	36 (100%)

Основную группу составили 35 больных с переломами трубчатых костей кисти, взятые под наблюдение в сроки от 1 до 3 дней после травмы. В контрольную группу (n= 36) вошли пациенты со свежими переломами трубчатых костей кисти в сроки от 1 до 3 дней после травмы. По локализации повреждения подавляющее большинство составили переломы пястных костей (табл. 4).

Таблица 4.

Характеристика повреждений у больных основной (n=35)

и контрольной группы (n=36)

Локализация	Основная группа		Контрольная группа	
	Абс.	%	Абс.	%
Пястная кость	16	45,7	16	44,4
Проксимальная фаланга	12	34,2	11	30,6
Средняя фаланга	7	20,0	9	25,0
Всего	35	100	36	100

Таким образом, принимая во внимание сведения о распределении в группах по полу, возрасту и локализации травмы, можно сделать вывод о сопоставимости контрольной и основной групп.

Тактика лечения больных в основной и контрольной группах была идентичной: при поступлении им выполнили закрытую ручную репозицию отломков и фиксацию спицами по стандартной методике (Усольцева Е.В., Машкара К.И., 1986). Иммобилизацию осуществляли гипсовой лонгетной повязкой до консолидации перелома. После прекращения иммобилизации и удаления спиц пациенты проходили курс реабилитации по месту жительства (ЛФК и физиотерапия: озокерит, магнитотерапия, УВЧ) до восстановления функции кисти.

4-м этапом была произведена клиническая апробация (2-я часть клинического исследования), разработанной в эксперименте, оптимальной методики виброакустического воздействия.

В клинике РНИИТО им. Р.Р.Вредена с 2007-2009гг прооперировано 30 пациентов с закрытыми переломами пястных костей кисти. 15 (основная группа) – в послеоперационном периоде получали виброакустическое воздействие на зону перелома по следующей методике (основанной на результатах 2 серии экспериментального исследования): с 14 суток по 21 сутки производилось виброакустическое воздействие в режиме 1, по 15 минут, 6 раз в сутки. Виброфоны при этом накладывали на область пястья так, чтобы направления распространения волн пересекались в зоне перелома под углом максимально близким к прямому. Крепить виброфоны можно с помощью эластического бинта, марлевого бинта, а также можно их удерживать руками, что менее удобно. При выполнении эксперимента нами было предложено применение манжеты, которая изготавливается из резиновой перчатки. Преимущество такой фиксации состоит в том, что перчаточная манжета достаточно прочно фиксирует виброфоны на области кисти, при этом, не оказывая избыточного давления на травмированную конечность. Важно,

что манжета может быть сделана непосредственно перед сеансом из стерильной перчатки, что позволит на время сеанса удалить асептическую повязку не боясь инфекционных осложнений в области оперативного вмешательства.

15 Пациентов получали стандартное послеоперационное физиотерапевтическое лечение в виде магнитотерапии.

Всем пациентам выполнена закрытая репозиция, фиксация спицами.

В связи с небольшим количеством наблюдений в группах во второй части исследования обобщение данных нерационально (Реброва О.Ю., 2003), характер клинического материала отражен в сводной таблице (см. приложение 1).

2.2.2 Методики исследования в клинике

При клиническом наблюдении за пациентами проводили перевязки, при которых оценивали локальный статус: динамику отека, наличие или отсутствие признаков воспаления, отделяемого по спицам. Проводили опрос жалоб, оценивали общее состояние.

Функцию поврежденной кисти оценивали при поступлении пациента и после снятия гипсовой лонгеты, перед началом активных движений. Проводили динамометрию, оценивали активные и пассивные движения пальцев поврежденной кисти с помощью угломера. Результаты функционального исследования фиксировались на фото.

При изучении функции кисти использовали методику Колонтай Ю.Ю. (1983) в модификации Давыдова Ю.И. (2001).

Оценивали следующие показатели: степень восстановления активных движений пальцев, виды захватов и силу кисти, анатомическую целостность, трудоспособность. Оценку выражали в баллах (1, 2, 3).

1). Амплитуда движений пальцев кисти:

3 балла – полная амплитуда движений или ограничение до 10-15° от амплитуды активных движений (ААД)

2 балла – ограничение до 15-25° от ААД

1 балл - ограничение более 25° от ААД

2). Захваты и сила кисти.

3 балла – полное восстановление или ограничение захвата предметов диаметром до 1 см и снижение силы по сравнению со здоровой на 5 кг.

2 балла – захват предметов диаметром до 3 см., снижение силы кисти на 30% от нормы.

1 балл – захват предметов диаметром более 3 см (отсутствие захвата)., снижение силы кисти более, чем на 30% от нормы.

3). Анатомическая целостность (по рентгенограммам).

3 балла – умеренно выраженная костная мозоль с оссификацией зоны перелома, линия перелома не видна.

2 балла - слабовыраженная консолидация с недостаточной оссификацией зоны перелома, плохо выраженной эндостальной костной мозолью.

1 балл - отсутствие признаков консолидации.

4). Трудоспособность.

3 балла – восстановлена в срок 21- 28 дней от момента травмы.

2 балла – восстановлена в срок 29 – 35 дней от момента травмы.

1 балл - восстановлена в срок более 36 дней.

Результат оценивали по величине суммарного балла, разделенного на количество оцениваемых признаков, где значения в диапазоне от 2,5 – 3 баллов оценивали как хороший исход лечения; 1,8 – 2,4 балла – признавали удовлетворительным результатом; 1 – 1,7 балла – неудовлетворительным.

В картах наблюдения фиксировали сроки консолидации перелома и данные функционального обследования.

Рентгенологическое исследование: выполняли рентгенограммы в 2х проекциях на аппарате Siemens режиме предустановки «кисть».

Далее рентгенограммы оценивали в стандартном негатоскопе, при помощи аппарата УАР-2, а также на персональном компьютере при помощи программы «перелом». Последовательно рентгенограммы изучали в разных режимах, оценивали положение отломков, степень консолидации (выраженность периостальной, эндостальной мозоли), относительная рентгеновская плотность мозоли, наличие патологических структурных изменений.

Программа «Перелом» позволяет объективизировать исследование костной плотности на рентгенограммах. Достигается это за счет количественной оценки относительной яркости различных участков цифрового изображения рентгенограмм. Для этого необходимо отсканировать или сфотографировать рентгеновские снимки на цифровой фотоаппарат. Полученное цифровое изображение вносится в компьютер и открывается при помощи программы «Перелом» (рис.11). При этом изображение можно увеличить. Далее задаются точки на фотографии, которые приравниваются в абсолютному черному (0%) и абсолютному белому (100%). Относительно этих точек производятся замеры относительной яркости в произвольных участках фотографии. Таким образом, после 10-15 замеров на участках с заведомо нормальной костной плотностью выясняется диапазон относительной яркости для нормальной плотности. Этот диапазон заносится в таблицу. После чего программа выводит на экран преобразованное изображение рентгенограммы, имеющее 3 градации цвета.

Черным выводятся участки с яркостью меньшей, чем в заданном диапазоне, белым – участки с яркостью большей, чем в заданном диапазоне, серым – участки с яркостью в заданном диапазоне.

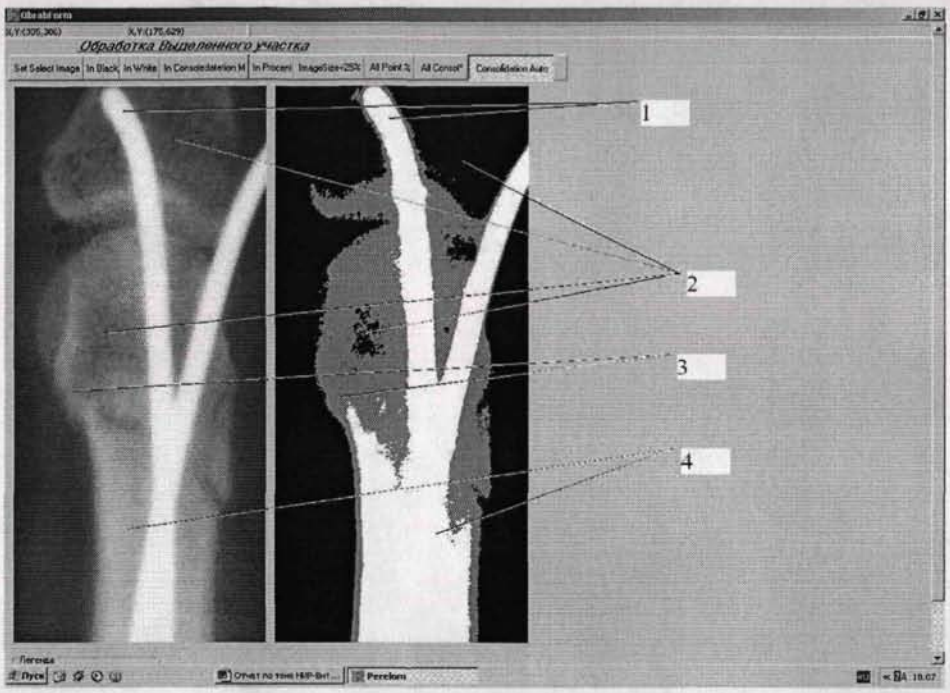


Рис. 11. Интерфейс программы «перелом». 1 – спицы, 2 – зоны пониженной костной плотности, 3 – зона нормальной костной плотности, зона консолидации, 4 – зона повышенной костной плотности.

Во второй части клинического исследования послеоперационное ведение и клиническое наблюдение проводили по описанной выше методике.

На 2, 17е сутки всем пациентам проводили денситометрию на аппарате Lunar Prodigy Advance. При оценке данных использовали программу Prodigy encore 2004, version 8.80.001.

Производили замер рентгеновской плотности кисти. В последующем при программной обработке вычисляли отдельно показатель минеральной плотности костей кисти и показатель минеральной костной плотности зоны перелома. Для стандартизации измерений выделялся участок кости в 1 см³. показатели заносили в таблицу и рассчитывали денситометрический индекс Rd, по формуле:

$$\mathbf{Rd = (BMD_{reg.}/BMD_{total})X100\%,}$$

Где:

Rd – индекс денситометрии

BMDreg. – минеральная плотность кости в зоне регенерата на 1см³

BMDtotal – минеральная плотность в предплечье

На 17, 24, 31е сутки проводилось рентгенологическое исследование.

На 2, 17 сутки выполнялась реовазография.

На 24 сутки назначалась повторная явка, во время которой производили осмотр, оценка функции кисти по шкале Ю.Ю. Коллонтай в модификации Ю.В. Давыдова и выдавали опросник DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand). Он включает в себя 30 вопросов с просьбой оценить степень двигательных нарушений и их влияние на выполнение повседневных дел. На выбор предлагается 5 вариантов ответов, соответствующих степени нарушения. Например: 1- нет нарушений или они не ограничивают человека в выполнении его повседневных дел, 5 – нарушения значительные, делающие невозможными те или иные виды деятельности. Показатель рассчитывается по формуле:

$$\mathbf{DASH = \left(([сумма\ n\ ответов]/n) - 1\right) x\ 25,}$$

где **n** равен количеству ответов.

Допускается отсутствие не более чем 3-х ответов.

Параметры, по которым проводилось сравнение групп, методы статистической обработки результатов, а так же цели сравнения указаны в главе 6.

Технические характеристики аппарата ВАВ

Виброакустическим воздействием называют воздействие механическими волнами в диапазоне частот слышимого звука: 16–20000 Гц. Источником такого излучения может служить аппарат «Витафон». Зарегистрирован в Российской Федерации, внесен в государственный реестр изделий медицинского назначения и медицинской техники (код ОКП 94 4490). Регистрационное удостоверение № ФС 022а1669/1484-05

Аппарат «Витафон» (рис. 12) состоит из электронного блока [1] и присоединенных к нему двух спаренных преобразователей – виброфонов [4] с мембранами [3]. Электронный блок имеет встроенную сетевую вилку [2]. На лицевой панели электронного блока размещены переключатели режимов работы [5] и [6]. На этикетке [7] указано положение переключателей для каждого режима работы.

Виброфоны аппарата контактным способом возбуждают микровибрацию тканей организма. Частота микровибрации непрерывно меняется в пределах звукового диапазона. Изменение частоты происходит автоматически по программе.

Параметры воздействия:

Количество частотных поддиапазонов микровибрации – 2,

Нижняя частота 1 поддиапазона – 20 – 60 Гц,

Верхняя частота 1 поддиапазона – 1200 – 4500 Гц,

Нижняя частота 2 поддиапазона 200 – 1000 Гц,

Верхняя частота 2 поддиапазона 9000 – 18000,

Длительность одного цикла изменения частоты микровибрации 60 - 160 с,

Амплитуда микровибрации мембраны на самой низкой частоте:

в 1 и 3 режимах 2,8 – 5,4 мкм,

в 2 и 4 режимах 6,0 – 12,3 мкм,

Период импульсной модуляции 0,5 – 1,2 с.

Переключатель [5] управляет амплитудой микровибрации.

Переключатель [6] включает импульсную модуляцию частоты. Переключение режимов можно осуществлять без отключения аппарата от сети.

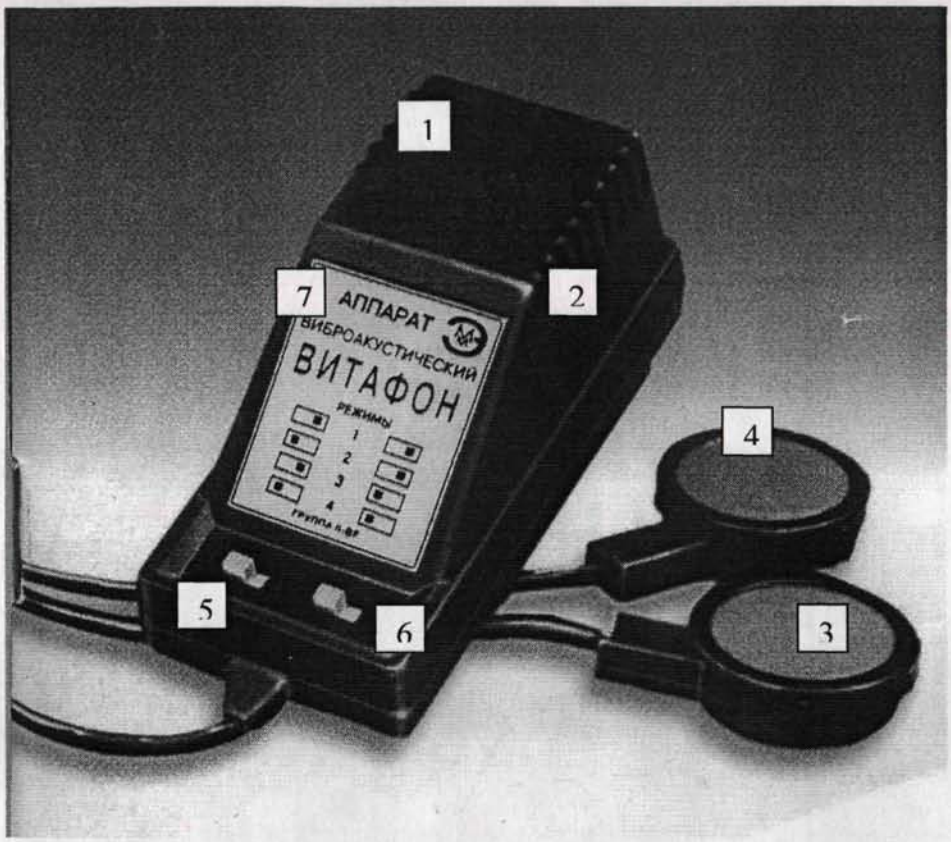


Рис. 12. Устройство «Витафона»

Правила установки виброфонов

Виброфоны прикладывают мембранами [3] (рис. 12) к телу пациента непосредственно или через марлевую, бумажную или хлопчатобумажную салфетку (из гигиенических требований), крепят с помощью эластичного бинта или удерживают руками. Поверхности мембран должны плотно прилегать к телу. Критерием правильности наложения может служить максимальное ощущение вибрации на низкой частоте. Виброфоны можно располагать на любом расстоянии друг от друга, как в одной плоскости, так и под любым углом между поверхностями мембран. Нельзя устанавливать виброфоны один навстречу другому, так как в этом случае в центре между ними происходит взаимное погашение. При расположении виброфонов под углом 90° относительно друг друга, мощность в зоне пересечения осей виброфонов увеличивается в 1.4 раза.

Глава 3. Влияние виброакустического воздействия на процессы регенерации при переломе трубчатой кости в эксперименте. Результаты 1-й серии опытов.

Исходя из задач, поставленных в исследовании, было прооперировано 16 кроликов породы «шиншилла».

Задачей первой серии опытов было выявить:

– стадийность процесса регенерации костной ткани

– наличие или отсутствие влияния виброакустического воздействия на процессы регенерации при переломе трубчатой кости.

Оперативное вмешательство, уход за животными, методика виброакустического воздействия, а так же сроки и способ вывода животных из эксперимента описаны подробно в главе «Материалы и методы».

При наблюдении оценивали стандартные клинические параметры: поведение животных, аппетит, физиологические оправления, состояние кожной раны, динамика отека; производили перевязки. Все животные в течение первых двух суток после операции были менее активны, однако передвигались в пределах клеток, опираясь на все конечности, несколько щадя оперированную. Аппетит был нормальным одинаково у всех животных.

За время наблюдения у одного животного 1 раз имел место жидкий стул. Воспалительных осложнений в области послеоперационных ран не наблюдали. Швы сняты на 7 сутки после операции, раны зажили первичным натяжением. Видимый глазом отек ушёл к 4 суткам. На 6, 11, 16, 21 сутки из эксперимента выводились по 2 животных каждой группы. Производили вычленение оперированного предплечья, макроскопическая оценка препарата, далее проводилось рентгенологическое исследование и денситометрия. После чего препарат фиксировали и готовили микропрепараты.

При макроскопической оценке обращали внимание на отек, признаки воспаления, состояние сосудов, рубцовой ткани, а также наличие костной мозоли.

Для **гистологического** исследования были приготовлены препараты мягких тканей в зоне над переломом и вне него, а также препараты костной ткани в зоне дефекта.

В контрольной группе на 6 сутки обнаружено:

6 сутки наблюдения.

Через 6 суток после начала эксперимента при макроскопическом исследовании у животных контрольной группы наблюдалось незначительное увеличение объема мягких тканей в области повреждения. Окружность конечности в области вмешательства у кроликов контрольной группы в среднем превышала таковую у животных опытной группы на 0,4см.

При микроскопическом исследовании у животных контрольной группы в мягких тканях вне зоны перелома наблюдали выраженный отек мышечной ткани и очаговую дистрофию миоцитов (рис. 13).

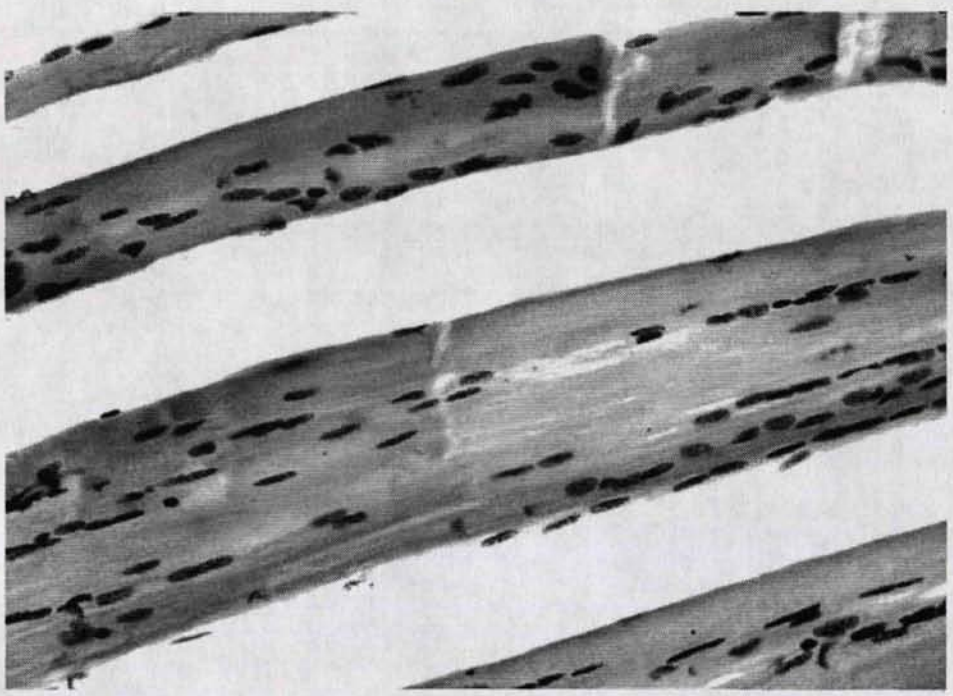


Рис. 13. 6 сутки. Контроль. Вне зоны повреждения выражен отек мышечной ткани с дистрофически измененными неравномерно окрашенными миоцитами без ядер. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 40.

В мягких тканях зоны повреждения происходило замещение тканевого детрита, пропитанного кровью, молодой грануляционной тканью, богатой полнокровными капиллярами, с хаотично расположенными сочными фибробластами. В грануляциях встречались макрофаги, лимфоциты и плазмоциты (рис. 14).

Рис. 14. 6 сутки. Контроль. Густое хаотичное расположение фибробластов в грануляциях, заполняющих тканевой детрит. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 40.

В костной ткани сформированные дефекты были заполнены клеточно-тканевым детритом с бесклеточными костными осколками в нем. Вокруг дефектов имелась зона некроза кортикальной пластинки с запустевшими остеоцитарными лакунами и расщепленным вдоль линий склеивания костным матриксом. В результате нарушения кровообращения происходила активная периканаликулярная бесклеточная и остеокластическая резорбция кортикальной кости краев центрального дефекта с расширением его границ.

Со стороны прилежащего костного мозга и примыкающих к кости мягких тканей в детрит, заполняющий дефекты, врастала молодая грануляционная ткань, богатая макрофагами, капиллярами беспорядочно и густо расположенными фибробластами с тончайшими коллагеновыми волоконцами среди них.

В грануляциях периостальной и эндостальной поверхностей краев дистального дефекта были обнаружены признаки остеогенеза в виде формирования мелких остеоидных структур в (рис. 15).

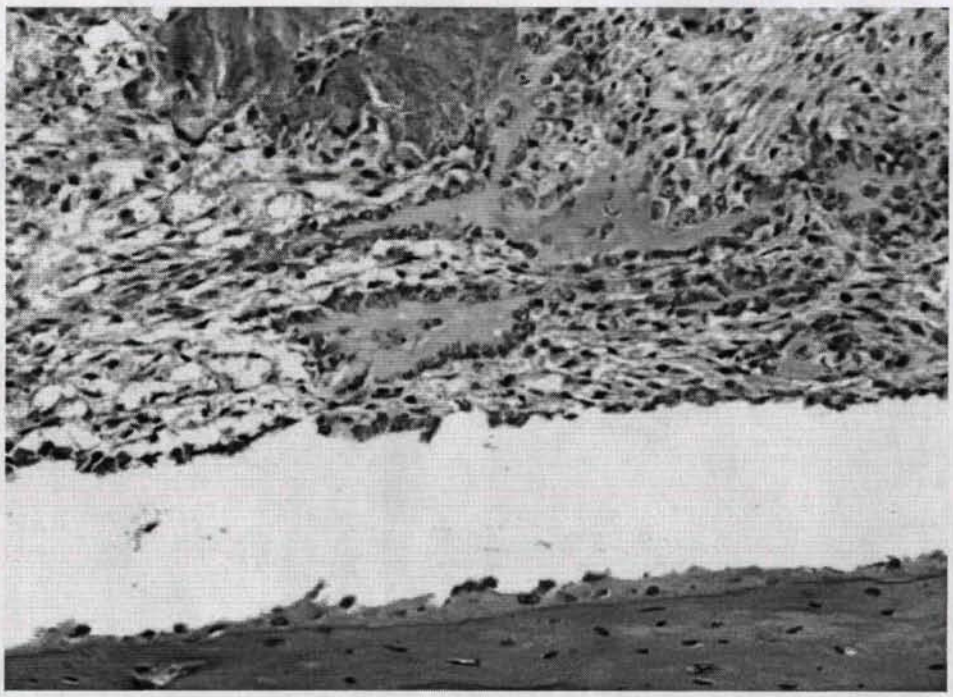


Рис. 15. 6 сутки. Контроль. Начальные признаки остеогенеза в краях дистального дефекта в виде появления остеоидных структур на периостальной поверхности. Окраска гематоксилином и эозином Ув. х 20.

У животных опытной группы через 6 суток после начала эксперимента в мягких тканях вне зоны повреждения отек был значительно менее выражен, чем в контроле на аналогичном сроке наблюдения, что выражалось плотным прилеганием друг к другу дистрофически измененных мышечных волокон (рис. 16).

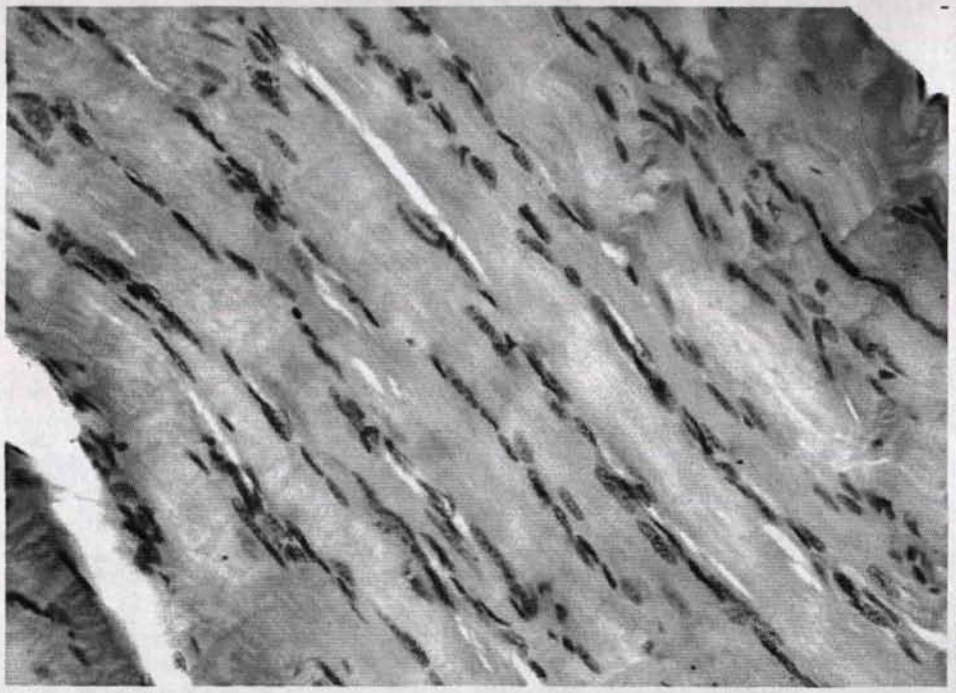


Рис. 16. 6 сутки. Опыт (Режим – 2, доза – 6 раз в сутки по 15 минут). Вне зоны повреждения разнотонно окрашенные безьядерные миоциты плотно прилежат друг к другу. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.х 40.

В мягких тканях зоны повреждения грануляции, замещающие тканевой детрит животных опытной группы, выглядели более зрелыми, чем в контроле. В них пучки однонаправленных фибробластов вытянутой формы располагались параллельно друг другу (рис. 17).

Во всех трех сформированных костных дефектах животных опытной группы наблюдались признаки остеогенеза. Однако нами отмечалась различная динамика процессов костеобразования в разных дефектах. Так, в дистальном дефекте костеобразование было более активным: его просвет по периостальной поверхности был полностью перекрыт грануляционной тканью с сетью нежных остеоидных структур (рис. 18).

Рис. 17. 6 сутки. Опыт (Режим – 2, доза – 6 раз в сутки по 15 минут). Упорядоченное расположение фибробластов вытянутой формы, синтезирующих коллаген, в грануляциях. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.х 40.

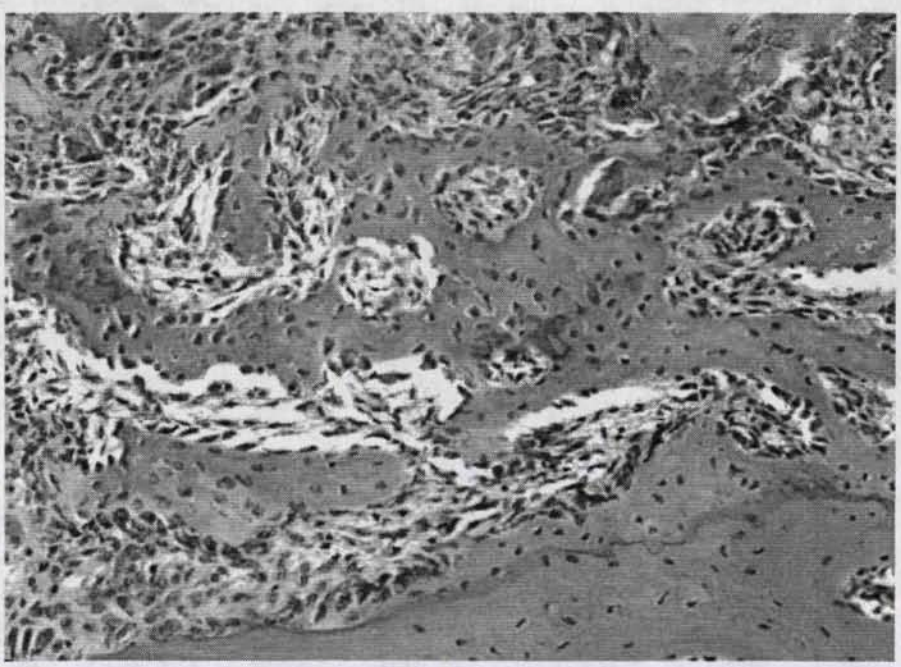


Рис. 18. 6 сутки. Опыт (Режим – 2, доза – 6 раз в сутки по 15 минут). Формирование сети остеоидных структур по периостальной поверхности дистального дефекта кортикальной пластинки. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 40.

В среднем дефекте начальные признаки остеогенеза на периостальной поверхности сочетались с краевой резорбцией некротизированной кости с расширением его границ (рис. 19).

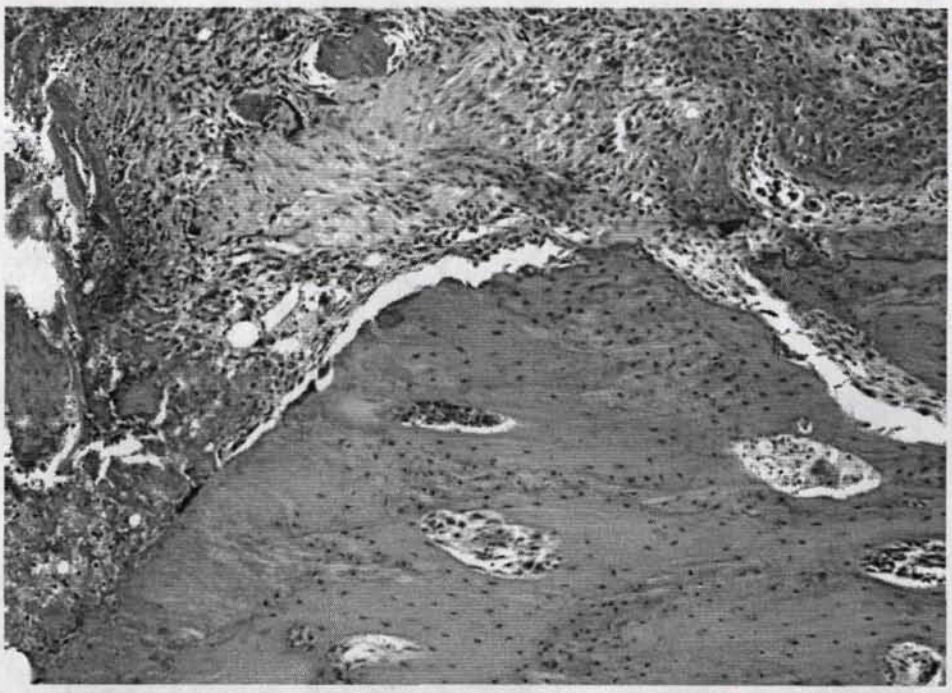


Рис. 19. 6 сутки. Опыт (Режим – 2, доза – 6 раз в сутки по 15 минут). В среднем дефекте костеобразование наименее выражено, сочетается с краевой резорбцией некротизированной кости. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 20.

В проксимальном (диафизарном) дефекте сливающиеся остеоидные балочки формировались лишь по периостальной и эндостальной поверхностям их краев (рис. 20).

У животных опытной группы остеогенез был более активным, чем у контрольных, у которых единичные мелкие остеоидные структуры были обнаружены лишь в краях дистального дефекта.

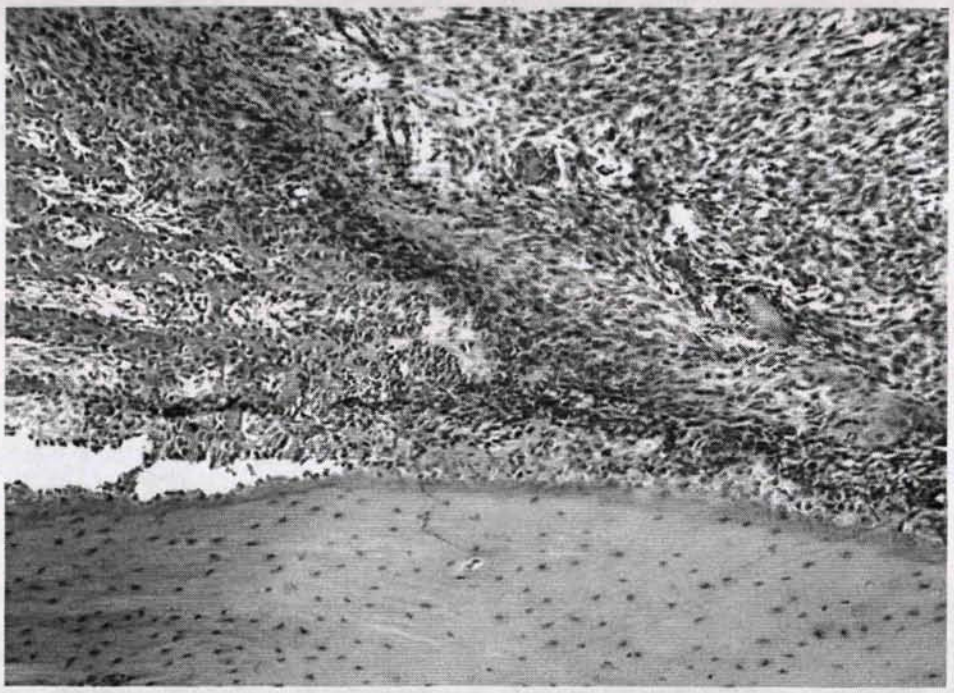
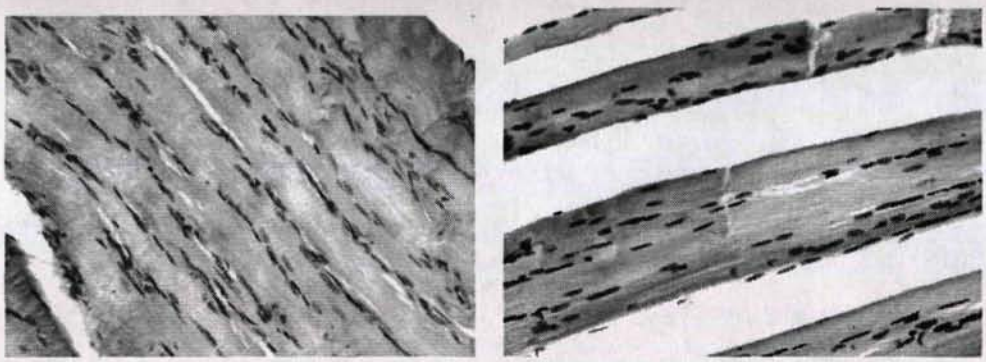


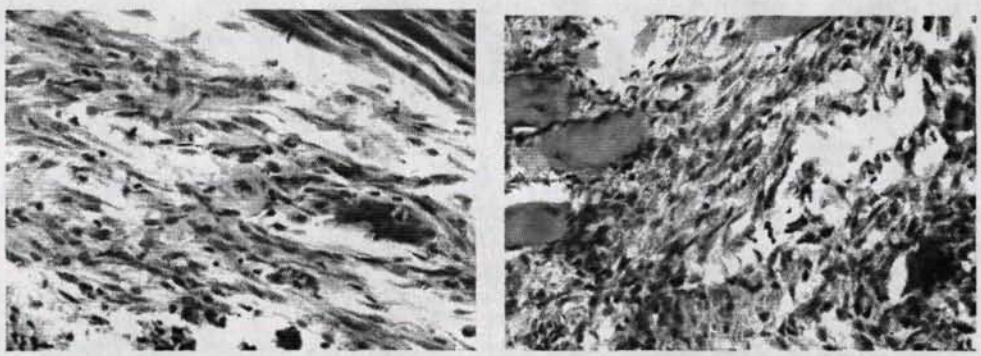
Рис. 20. 6 сутки. Опыт (Режим – 2, доза – 6 раз в сутки по 15 минут). Формирование островков остеогенеза по краям проксимального дефекта. Окраска альциановым синим. Ув. х20.

Таким образом, к сроку наблюдения 6 суток в опытной группе раньше исчезали признаки отека мягких тканей и воспалительной клеточной реакции мягких тканей на повреждение (рис. 21), что способствовало более ранней пролиферации клеточных элементов и регенерации в зоне повреждения (рис. 22). В костной ткани также более активно происходило формирование остеоидных структур по краям дефекта и в периостальной зоне (рис. 23).



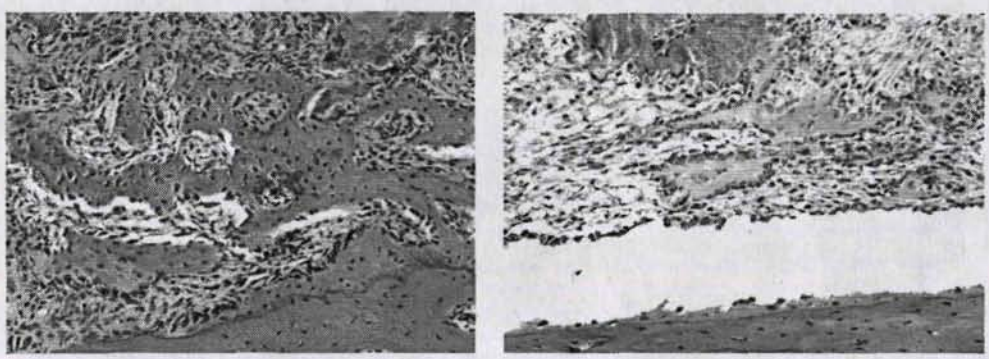
А Б

Рис. 21. 6 сутки. Менее выраженный отек мягких тканей у кроликов опытной группы (А) по сравнению с контрольными кроликами (Б). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 40.



А Б

Рис. 22. 6 сутки. Более зрелые грануляции, заполняющие зону повреждения мягких тканей у кроликов опытной группы (А) по сравнением с контрольными (Б). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 40.



А Б

Рис. 23. 6 сутки. Более активный остеогенез у кроликов опытной группы (А) по сравнению с контрольной (Б). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 40.

На срок 11 суток:

У кроликов контрольной группы макроскопически дефект мягких тканей в зоне повреждения замещен молодой грануляционной тканью с очажками темно-красного цвета.

Микроскопически в мягких тканях вне зоны повреждения отека нет. В зоне повреждения в молодых грануляциях обнаружены очаговые кровоизлияния с признаками организации (рис. 24).

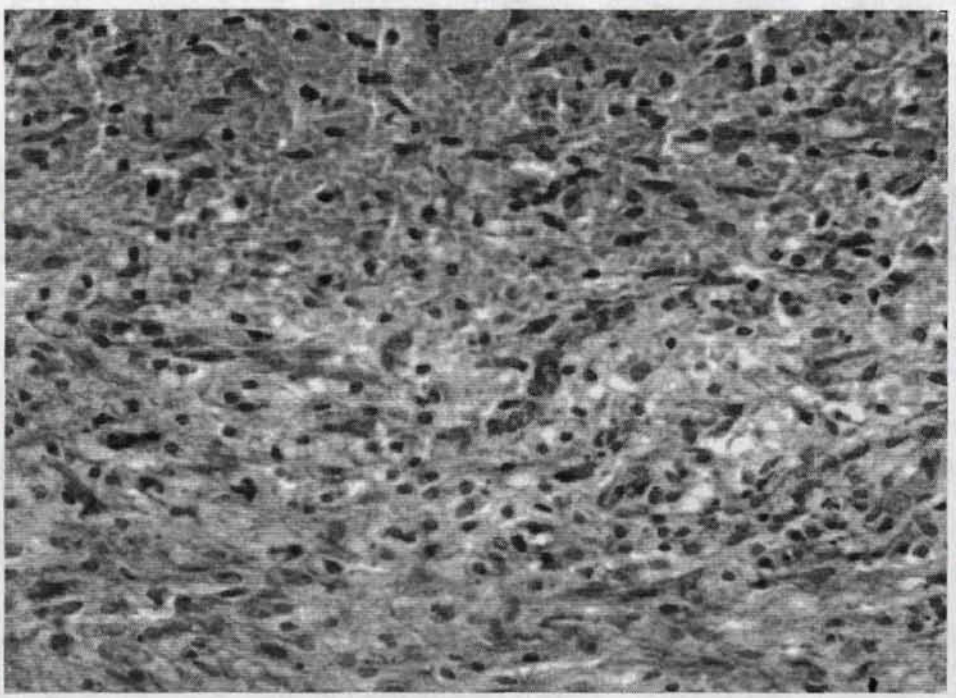


Рис. 24. Срок наблюдения 11 суток. Контроль. В грануляционной ткани, заместившей поврежденные ткани, встречаются скопления гемолизированных эритроцитов. Окраска по Ван Гизон. Ув. х40.

У животных контрольной группы по сравнению с опытом признаки регенерации костной ткани были замедлены, находились в зачаточном состоянии. Так же, как и в предыдущих случаях, в разных дефектах регенерация протекает по-разному.

Дистальный дефект был заполнен грануляционно-фиброзной тканью. Формирование сети новообразованных остеоидных структур и примитивных

костных балочек прослеживалось лишь по эндостальной поверхности костных отломков (рис.25).

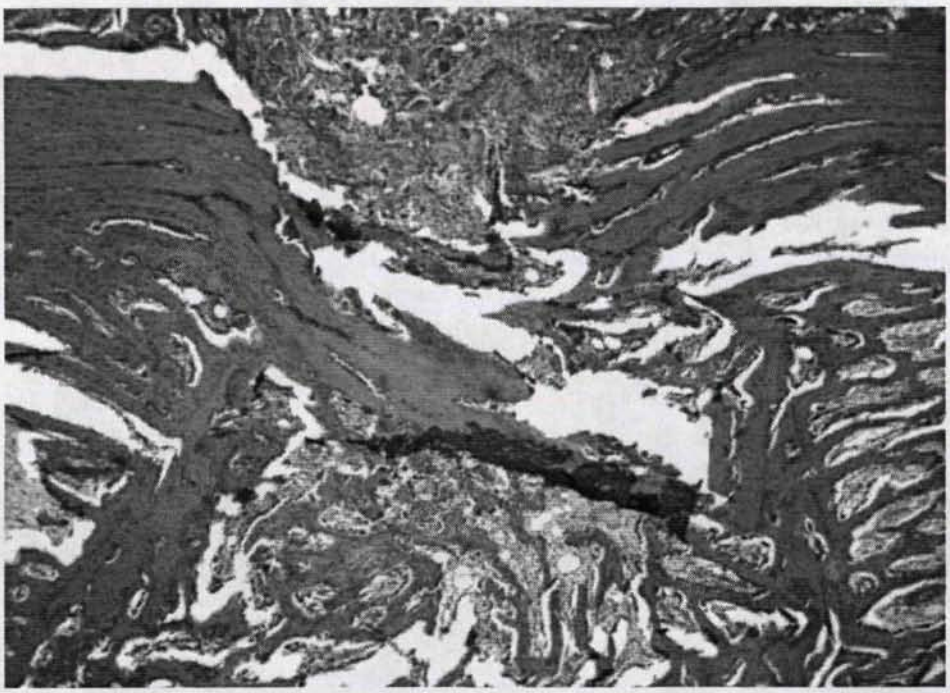


Рис. 25. 11 суток. Контроль. Формирование сети примитивных костных балок на эндостальной поверхности дистального дефекта. Окраска альциановым синим. Ув х 5.

Наблюдали значительное увеличение размеров среднего дефекта за счет резорбции кортикальной пластинки по краям. По периостальной поверхности его покрывали грануляции с мелкими остеоидными структурами, просвет был заполнен тканевым детритом с большим количеством макрофагов (рис. 26).

Проксимальный дефект заполняла грануляционно-фиброзная ткань с формированием остеоидных структур на границе с перестраивающейся костью (рис. 27).

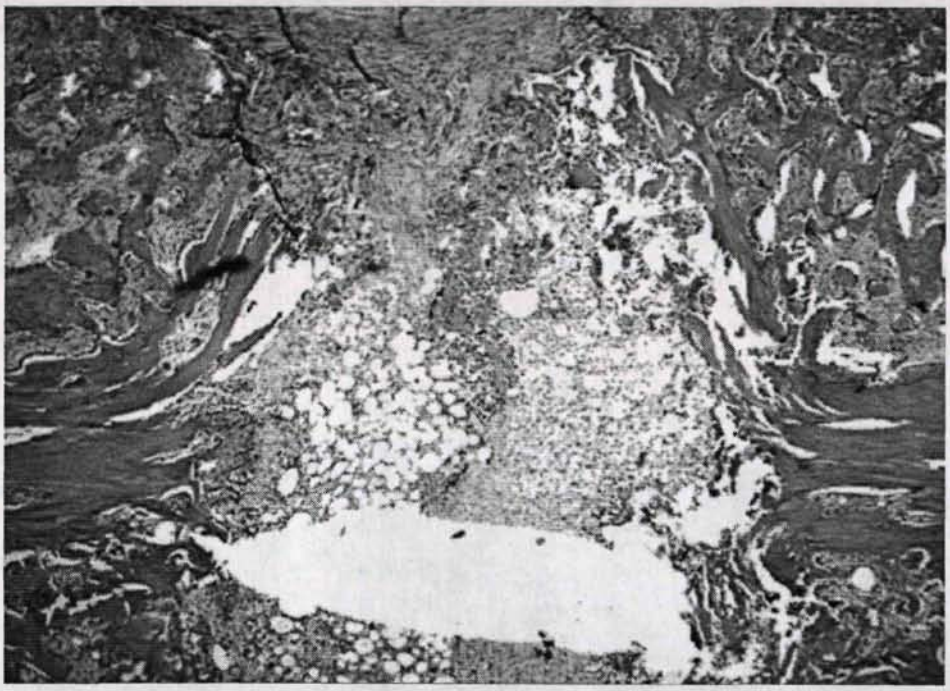


Рис. 26. 11 суток. Контроль. Формирование остеоидных структур на периостальной поверхности среднего дефекта, увеличенного в размерах за счет краевой резорбции. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 5.

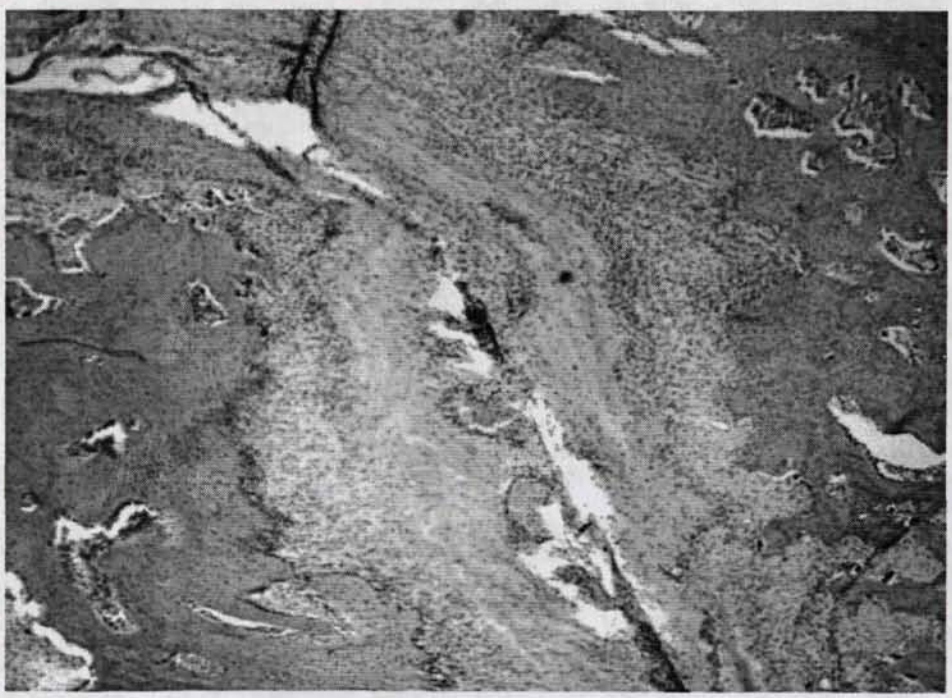


Рис. 27. 11суток. Контроль. Частичное заполнение проксимального дефекта созревающими грануляциями с формирующимися остеоидными структурами на границе с перестраивающейся кортикальной пластинкой. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 5.

У кроликов опытной группы макроскопически дефект мягких тканей в зоне повреждения был заполнен фиброзной тканью белого цвета, под ней прощупывались периостальные разрастания костной плотности.

Микроскопически так же как и в контроле в мышечной ткани вне зоны перелома признаков отека не обнаруживалось.

В зоне повреждения грануляции выглядели более зрелыми, чем у животных контрольной группы: тонкие фибробласты располагались среди хорошо различимых коллагеновых волокон, образующих параллельные пучки. Организующихся кровоизлияний или гемосидероза в фиброзно-грануляционной ткани не обнаруживали (рис. 28).

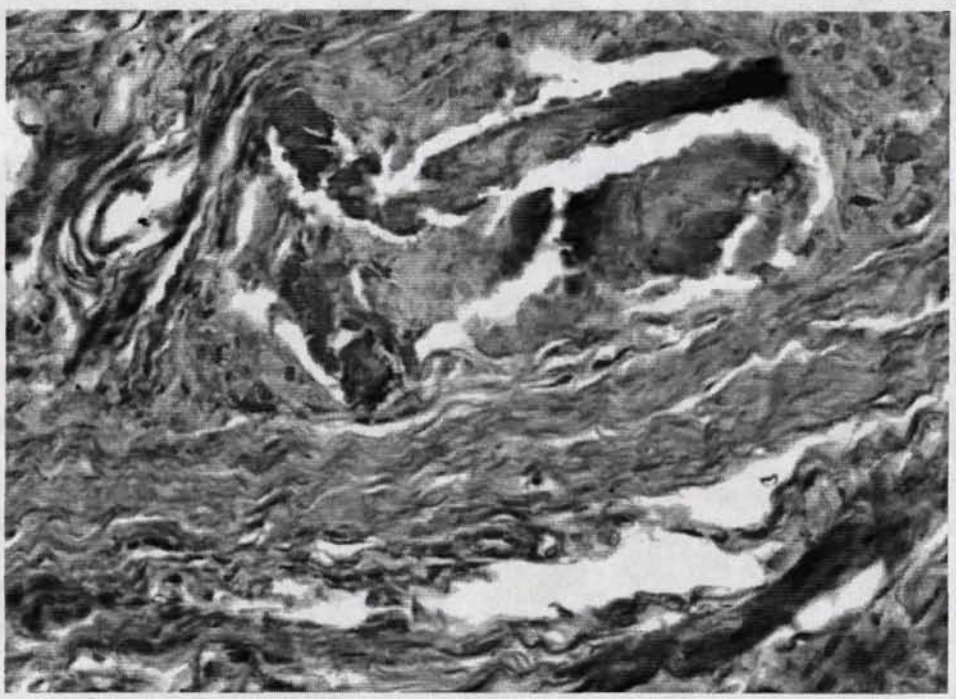


Рис. 28. № 11 суток. Опыт (режим – 2, доза 6 раз в сутки по 15 минут). В зоне повреждения – созревающая грануляционно-фиброзная ткань с костными осколками. Окраска по Ван Гизон. Ув.х 40.

У животных опытной группы динамика костеобразования более активная, чем в контроле. Дистальный дефект костной ткани был заполнен тонкими новообразованными сливающимися костными балочками с признаками минерализации матрикса, образовывающими в краях дефекта густую сеть.

Кортикальная кость перестраивалась, среди новообразованных костных структур встречались островки предшествующей некротизированной костной ткани (рис. 29).

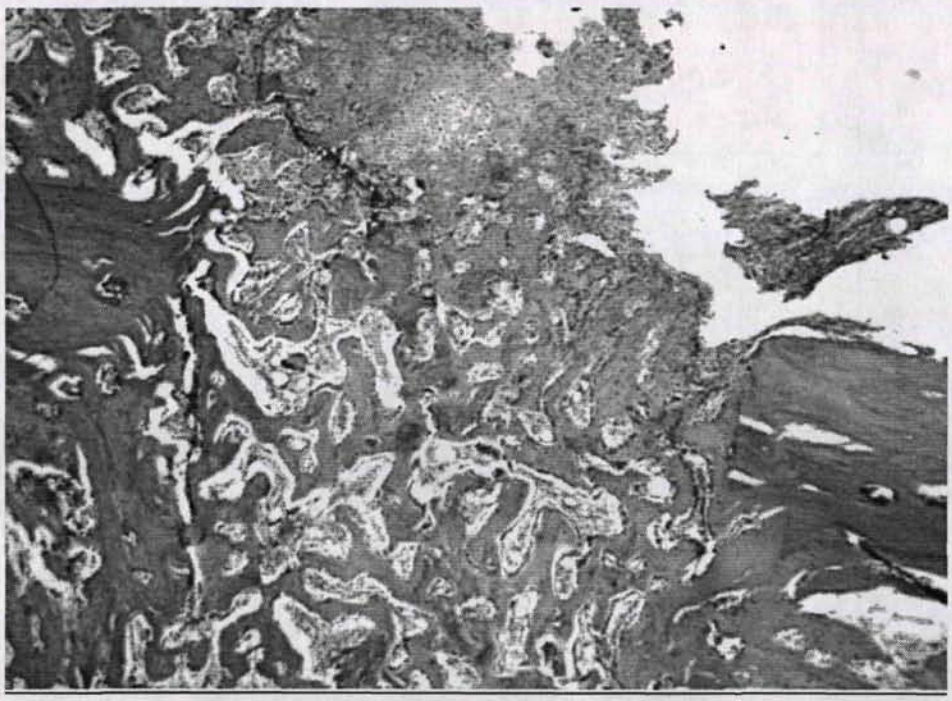


Рис. 29. 11 суток. Опыт (режим – 2, доза 6 раз в сутки по 15 минут). Дистальный дефект заполнен молодыми костно-хрящевыми структурами примитивной костной мозоли с выраженным периостальным компонентом. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 5.

В области среднего дефекта кортикальная кость полностью рассосалась, на ее месте была сформирована сеть новообразованных балок с щелевидным дефектом в центре, заполненным фиброзной тканью. На периостальной поверхности имели место массивные костно-хрящевые разрастания. (рис. 30).

Декомпактизация и перестройка кортикальной кости среднего дефекта распространялись вплоть до края проксимального дефекта, заполненного фиброзной тканью. Костеобразование в нем было выражено слабее, чем в двух других дефектах и выявлено лишь по краям и по эндостальной поверхности (рис.31).

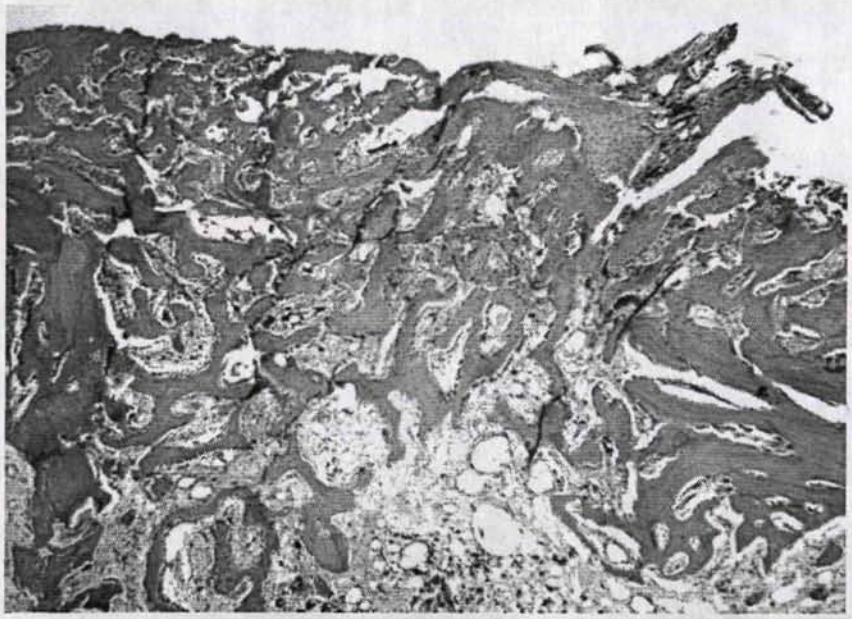


Рис. 30. 11 суток. Опыт (режим – 2, доза 6 раз в сутки по 15 минут). В среднем дефекте костеобразование сочеталось с массивной перестройкой кортикальной кости по краям дефекта, в результате чего его границы размыты. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 5.

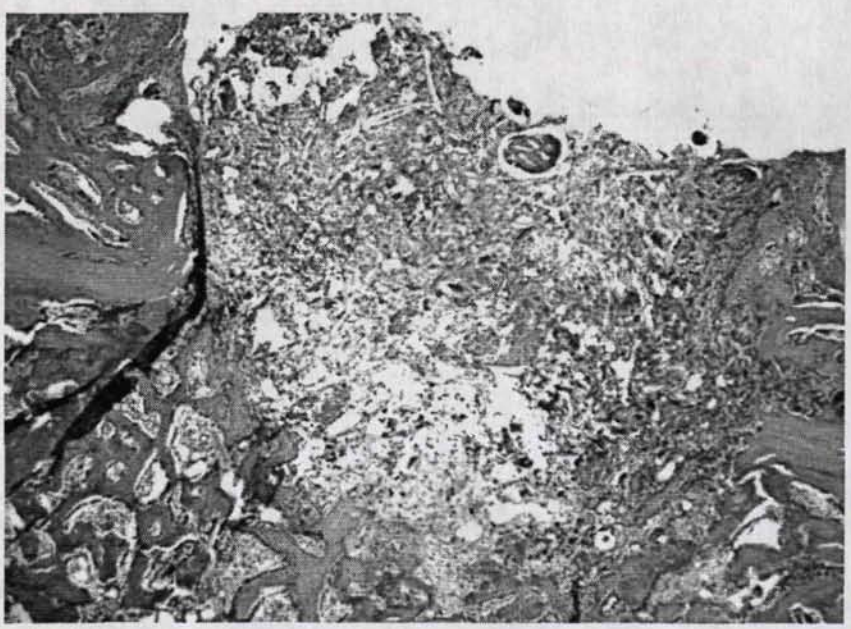
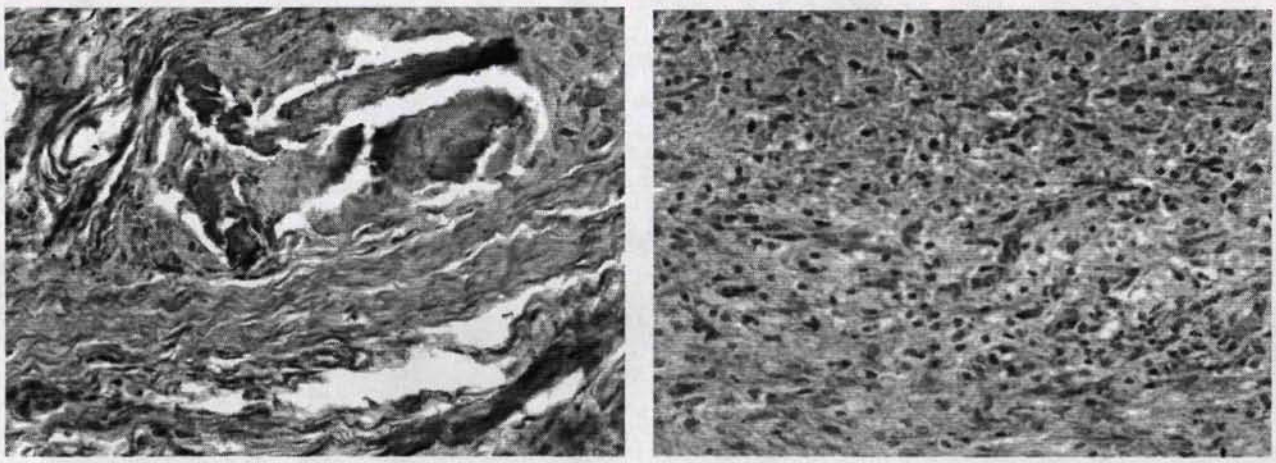


Рис. 31. 11 суток. Опыт (режим – 2, доза 6 раз в сутки по 15 минут). В проксимальном дефекте процессы регенерации замедлены, костеобразование слабо выражено с сохранением крупного участка, заполненного незрелой грануляционной тканью. Окраска альциановым-синим. Ув.х5.

Таким образом, в срок 11 дней отек мягких тканей спадает во всех сериях наблюдений. В контроле наблюдается незначительное отставание в созревании фиброзно-грануляционной ткани, замещающей поврежденные мягкие ткани, в ней обнаружены кровоизлияния и гемосидероз, не наблюдаемые у животных в опыте (рис. 32).

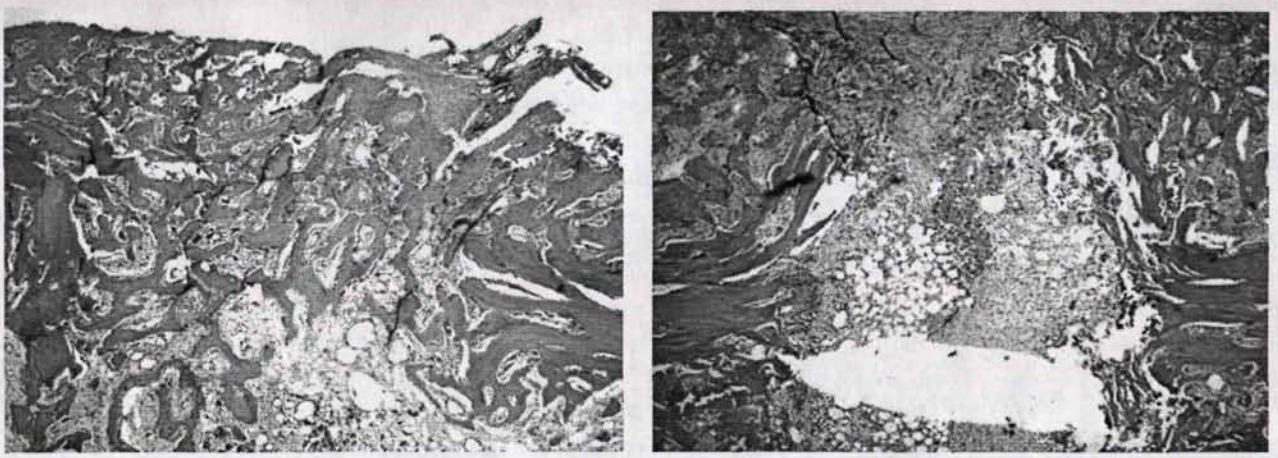


А Б

Рис. 32. 11 суток. Созревающая фиброзная ткань без кровоизлияний в зоне повреждения кроликов опытной группы (А), незрелые грануляции с организующимися кровоизлияниями в зоне повреждения контрольных животных (Б).

Так же, как и в предыдущей серии наблюдения, динамика и сценарий развития регенерации в разных дефектах протекали по-разному. Наиболее активна регенерация костной ткани в области дистального дефекта, расположенного в метаэпифизарной зоне, менее активна она в проксимальном дефекте.

У контрольных животных регенерация запаздывала, проявлялась появлением остеоидных структур лишь по краям дефекта, тогда как у животных в опыте она активная, дефекты заполнены сетью молодых балочек с признаками минерализации матрикса (рис. 33).



А Б

Рис. 33. 11 суток. Заполнение среднего дефекта кроликов опытной группы новообразованными минерализованными костными структурами (А), сохранение дефекта у животных контрольной серии с формированием молодых костных структур лишь по краям в периостальной зоне (Б).

Срок 16 суток:

На данный срок наблюдения и в опытной, и в контрольной группах, признаков отёка и воспаления не отмечали. У кроликов контрольной группы макроскопически под мышцами предплечья пальпаторно определяли костную мозоль 0,3Х0,1см. в межмышечном пространстве – организующуюся гематому черного цвета (рис.34).

В опытной группе над зоной повреждения видели сеть новообразованных сосудов, формирование молодой грануляционной ткани. Была видна глазом костная мозоль размером 0,5Х0,4см, оттеснявшая мышцы предплечья. Пальпаторно её размер 0,5Х0,4см, организующая гематома в межмышечном пространстве, представлена созревающим рубцом без гемосидерина (рис. 35).

Рис. 34. (слева) 16 сутки. Контроль. Макропрепарат. Гематома темно-красного цвета в толще мышечной ткани зоны оперативного вмешательства.

Рис. 35. (справа) 16 сутки. Опыт (режим – 2, доза 6 раз в сутки по 15 минут). Макропрепарат. В зоне оперативного вмешательства визуализируется костная мозоль, мягкие ткани замещены созревающими грануляциями без кровоизлияний.

Таким образом, макроскопические различия макропрепаратов проявляются тем, что в опытной группе была невооруженным глазом видна костная мозоль в области повреждения, оттесняющая мягкие ткани. Кроме того, явным превосходством в стадии регенерации можно назвать отсутствие пигмента гемосидерина у животных получавших виброакустическое воздействие на зону повреждения.

Микроскопически у кроликов контрольной серии в зоне повреждения была обнаружена созревающая фиброзно-рубцовая ткань, содержащая зерна гемосидерина (рис. 36).

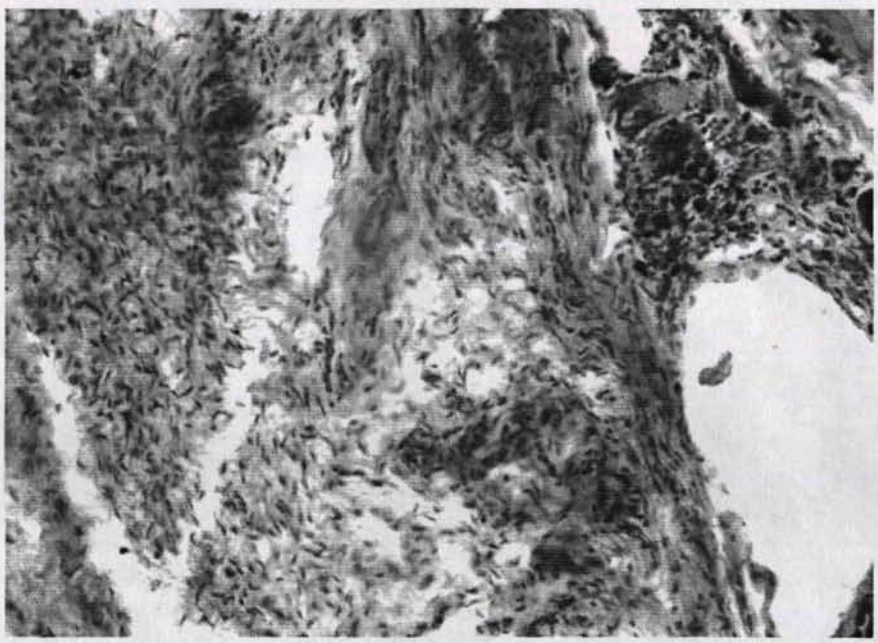


Рис. 36. 16 суток. Контроль. Зона повреждения мягких тканей замещена созревающей фиброзно-рубцовой тканью, содержащей зерна гемосидерина. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 20.

Дистальный дефект перекрыт тонкой пластинкой периостальной мозоли со слабо обызвествленными молодыми костными балочками (рис. 37). Сам дефект заполнен грануляционно-фиброзной тканью с разрозненными тонкими необызвествленными балочками в ней. В среднем дефекте основная масса заполняющего регенерата представлена незрелым хрящом, лишь по краям – мелкие новообразованные разрозненные костные балочки. Кортикальная пластинка на протяжении от среднего до дистального дефекта в состоянии перестройки, с периостальными костными разрастаниями. Проксимальный дефект заполнен фиброзной тканью с мелкими остеоидными и слабо обызвествленными разрозненными костными структурами в толще. (ранние признаки регенерации – примитивная костная мозоль).

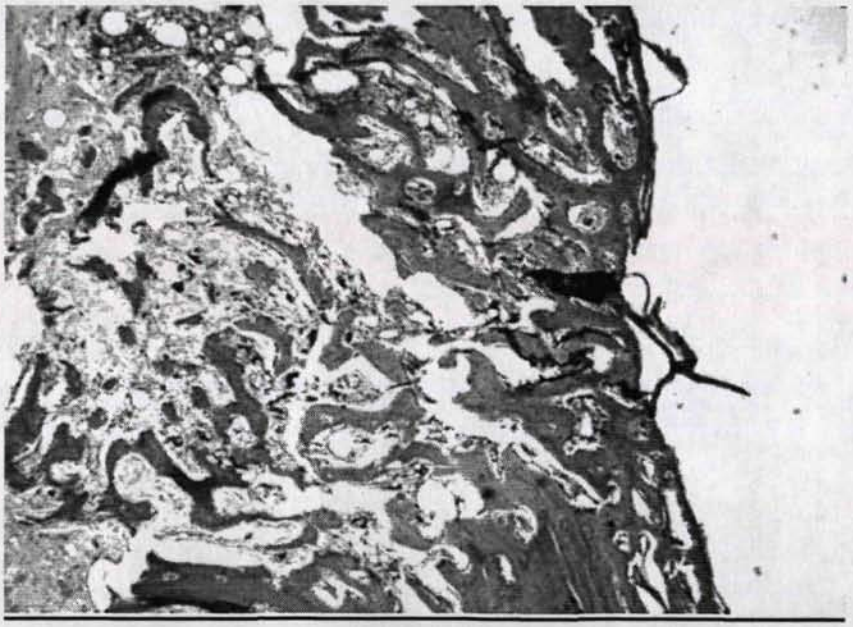


Рис. 37. 16 суток. Контроль. Примитивная периостальная костная мозоль, перекрывающая неполностью закрывшийся дистальный дефект. Окраска альциановым синим. Ув. х 5.

У животных опытной группы в мягких тканях зоны повреждения обнаруживались очаги разрастания зрелой фиброзно-рубцовой ткани, не содержащей гемосидерина (рис. 38).

В области дистального отверстия наблюдалась перестройка новообразованной костной мозоли: хорошо обызвествленные костные балки имеют тенденцию к слиянию, расположены вдоль оси костного органа. Были восстановлены контуры костномозгового канала. В области среднего и диафизарного отверстия кортикальная кость и костномозговой канал были полностью замещены новообразованными хаотично расположенными неравномерно обызвествленными костными балками. В толще новообразованной кости встречались островки хряща, особенно крупные в области диафизарного дефекта, где костная мозоль развивалась с выраженными периостальными наслоениями новообразованной кости (рис. 39).

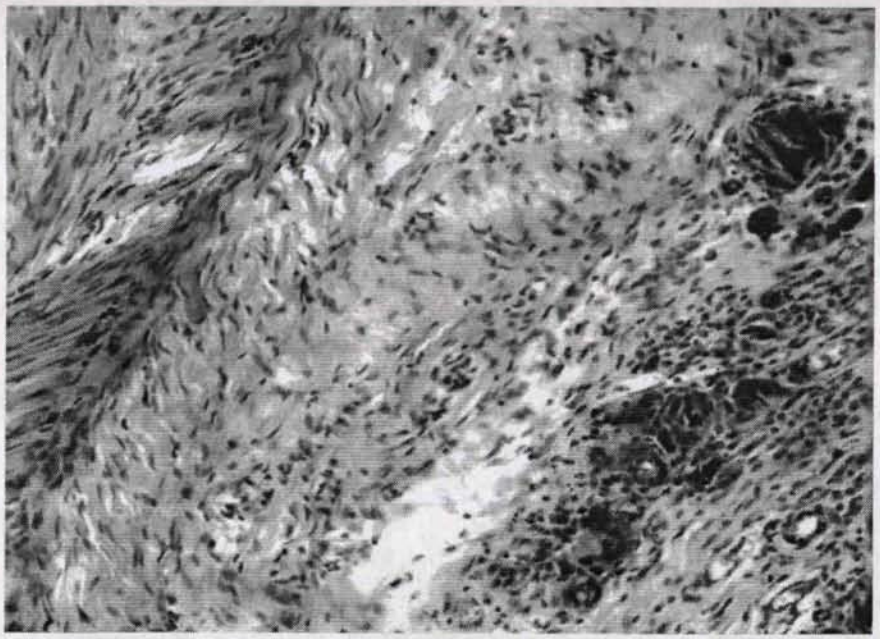


Рис. 38. 16 суток. Опыт (режим – 2, доза 6 раз в сутки по 15 минут). В мягких тканях зоны повреждения имеются участки разрастания зрелой фиброзно-рубцовой ткани, не содержащей гемосидерина. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 20.

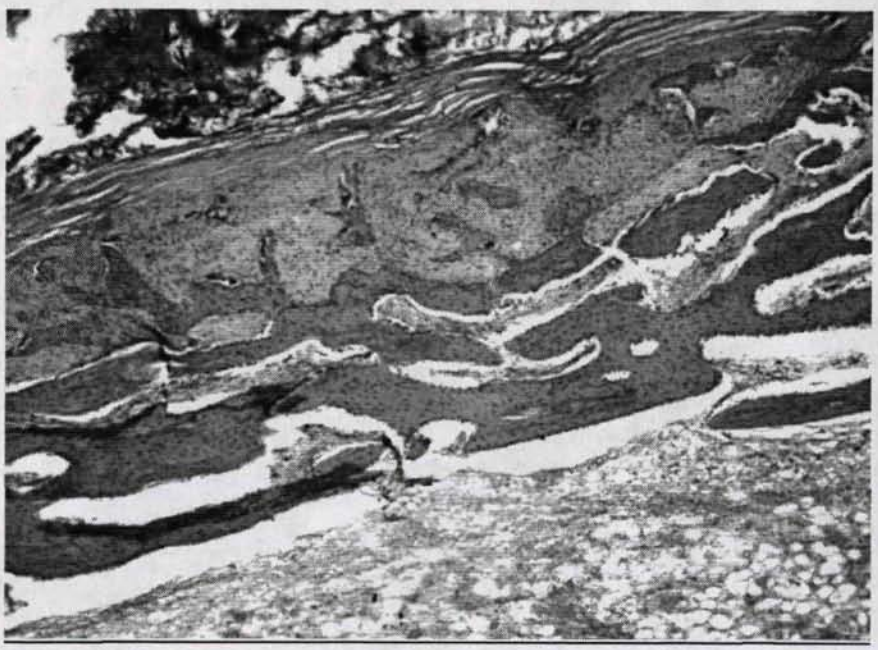
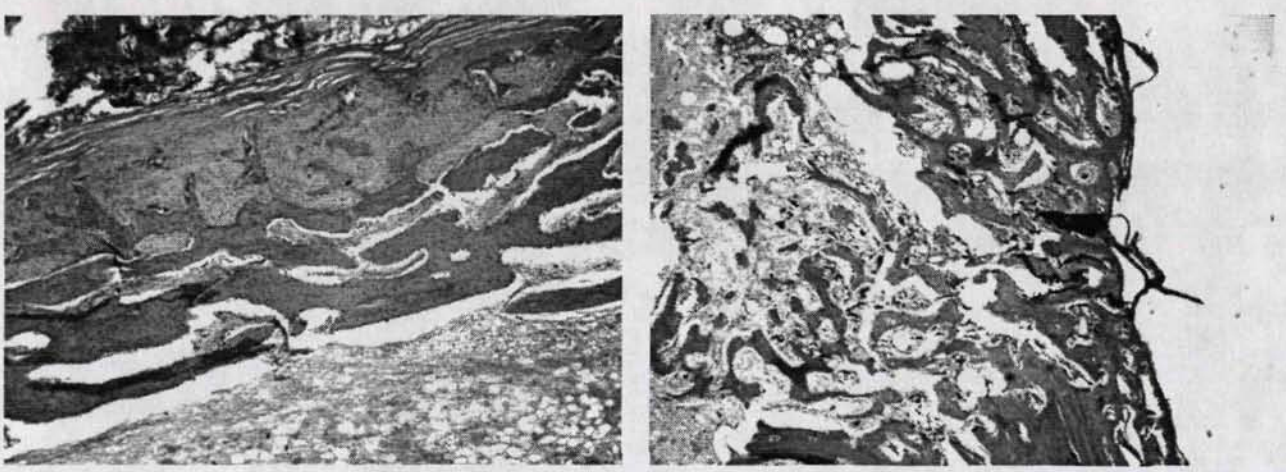


Рис. 39. 16 суток. Опыт (режим – 2, доза 6 раз в сутки по 15 минут). В дистальном дефекте хорошо обызвествленные костные структуры располагаются вдоль оси кости. Окраска альциановым синим. Ув. х 10.

Таким образом, в срок 16 суток у кроликов опытной группы получены наилучшие результаты: новообразованная кость регенерата, заполнявшая дефект, достигала наибольшей минерализации, имела тенденцию к компактизации с восстановлением контуров костного органа. Лишь в дистальном дефекте костная мозоль была менее зрелой, с крупными островками хряща и выраженными периостальными разрастаниями. В контроле процессы регенерации костной ткани в дефектах протекали медленнее, чем в опытной группе: костные регенераты незрелые, средние и диафизарные дефекты полностью не закрывались, динамика и этапность костеобразования в среднем и проксимальном дефектах значительно отставали от таковых в дистальном дефекте, имевшем метафизарно-диафизарную локализацию (рис. 40).

В препаратах мягких тканей на данный срок наблюдения не обнаружено существенных отличий у животных в опыте и контроле.



А Б

Рис. 40. 16 суток. Зрелая костная мозоль заполняет дистальный дефект с восстановлением структуры костномозгового канала у кролика опытной группы (А), неполное замещение дистального дефекта примитивной перестраивающейся костной мозолью животного контрольной группы (Б). Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х5.

Срок 21 сутки:

При **макроскопическом исследовании** не обнаружено существенных различий вида мягких тканей в зоне повреждения у животных опытной и контрольной групп. У кроликов опытной группы с трудом удавалось определить место вмешательства в области кости по легкой шероховатости на периостальной поверхности, тогда как у контрольных животных отчетливо определялись контуры отверстий.

Микроскопически – у кроликов контрольной группы в дистальном фрагменте дефект был полностью закрыт умеренно обызвествленными утолщенными сливающимися новообразованными балками (рис. 41). Костномозговой канал заполнял жировой костный мозг. Средний и проксимальный дефекты слились, представлены мелкими разрозненными слабо обызвествленными костными балочками с крупными островками незрелого хряща среди них. На этом уровне кортикальная кость перестраивалась по всему диаметру, с периостальными наслоениями новообразованной костной ткани.

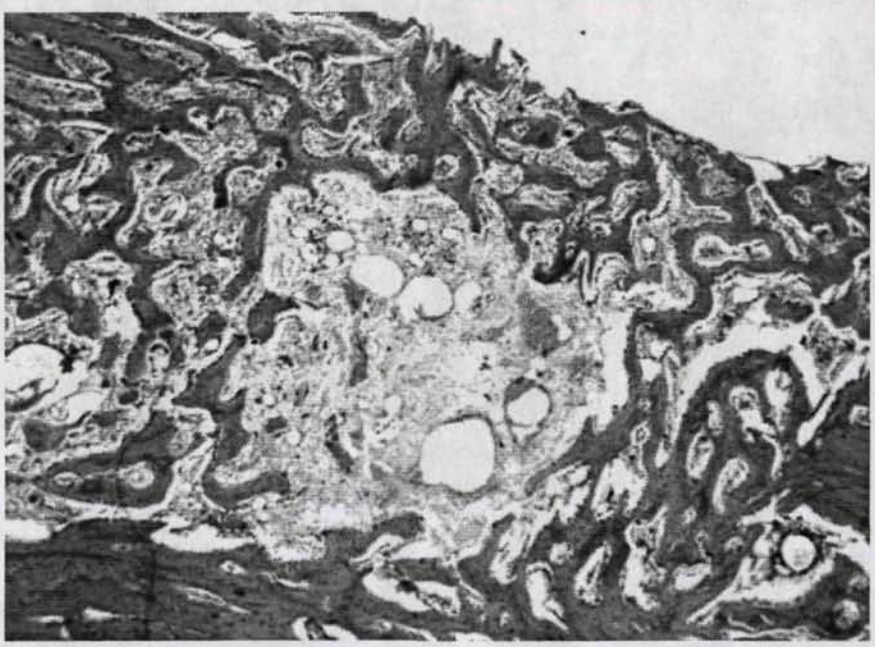


Рис. 41. 21сутки. Контроль. Дистальный дефект закрыт неравномерно обызвествленными сливающимися костными балками. Периостальные наслоения новообразованной кости подвержены остеокластической резорбции. Окраска альциановым синим. Ув.х5.

У животных опытной группы микроскопически дистальный дефек не определялся. Средний дефект заполняли новообразованные костные структуры, сливающиеся друг с другом, с хорошо обызвествленным матриксом. В проксимальном дефекте новообразованные обызвествленные утолщенные костные балки, приобретали однонаправленность вдоль оси кости. Периостальных наслоений не выявляли, контуры костномозгового канала восстанавливались, он был заполнен жировым костным мозгом с очажком фиброзирования. Кортикальная кость по краям бывшего дефекта компактизировалась (рис. 42).

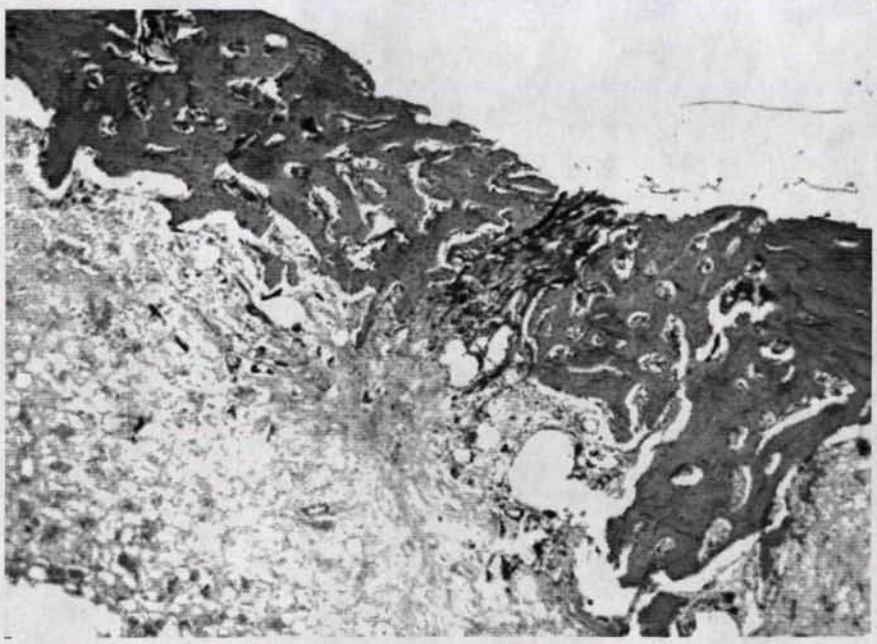


Рис. 42. 21 сутки. Опыт (режим – 2, доза 6 раз в сутки по 15 минут). Компактизация костных регенератов, заполняющих дефекты. В одном из дефектов – очажок незамещенной фиброзной ткани с гранулемами рассасывания

Таким образом, через 21 сутки после моделирования дефектов у кроликов опытной группы, подвергавшихся в послеоперационном периоде воздействию витафона, костный регенерат, заполнявший дефект, выглядел более зрелым, чем в контроле. Наблюдалась его компактизация с восстановле-

нием структуры кортикальной пластинки и контуров костномозгового канала, чего не происходило у животных контрольной группы. В области дистального отверстия животных опытной группы наблюдалось полное восстановление структуры кортикальной пластинки, тогда как у животных контрольной группы по структурным изменениям костной ткани легко обнаруживались все три дефекта. В среднем дефекте одного из контрольных животных имелся участок незамещенной фиброзной ткани.

Рентгенологический метод.

Рентгенологическое исследование: Рентгенография выполнялась на аппарате Siemens в предустановленном режиме «кисть». Снимки делались в прямой и боковой проекции, далее оценивались в стандартном негатоскопе, а так же при помощи аппарата УАР2 (установка для анализа рентгенограмм), а так же при помощи программы «перелом», измеряющей относительную яркость различных участков рентгенограммы.

Анализ рентгенограмм на **6 и 11-е** сутки не выявил существенных различий между рентгенологическими признаками регенерации животных контрольной и опытной группы. Определялось наличие дефектов, наличие костной резорбции, выражающееся в остеопорозе костей и сглаженности краев дефекта. Выраженность данных признаков была одинаковой в обеих группах.

В то время как на **16 и 21-е** сутки определялось развитие костной мозоли, периостальной реакции, заполнение зоны дефекта костной тканью. По всем этим признакам рентгенограммы животных контрольной и опытной групп имели заметные различия. Контуры дефектов определяются в обеих группах животных, однако в зоне дефекта лучевой кости предплечий опытной группы костная мозоль более выражена, с массивными периостальными разрастаниями (рис. 43).

Рис. 43. Рентгенограммы предплечий кроликов на 16е сутки. Справа – контроль; слева – опыт (режим – 2, доза 6 раз в сутки по 15 минут) – определяется выраженная периостальная реакция.

Рис. 44. Рентгенограммы предплечий кроликов на 21 сутки эксперимента. Слева – контрольная группа; справа – опытная группа (режим – 2, доза 6 раз в сутки по 15 минут) – выраженные периостальные разрастания.

На **21е сутки наблюдения** на рентгенограмме предплечий животных контрольной группы так же появляются признаки перестроения кортикальной пластинки, однако существенно менее выраженные, чем в опытной группе (рис. 44).

При оценке рентгенограмм так же использовалась программа «перелом». Данная программа позволяет измерить относительную яркость различных участков цифрового изображения. Учитывая, что большая яркость на рентгенограмме означает большую рентгеновскую плотность ткани, можно косвенно судить о относительной плотности тех или иных участков изображения. Для уменьшения влияния разности условий съемки, перед анализом оператор выбирает самостоятельно несколько наиболее темных участков и им присваивается значение «абсолютного черного» (0%). Затем аналогично выявляется самые яркие точки, которым присваивается значение «абсолютного белого» (100%). Далее относительно этих величин идет расчет яркости других, интересующих исследователя участков. При указании интервала величин яркости можно преобразовать изображение в трехцветное. В ходе исследования на каждой рентгенограмме были произвольно измерены значения оптической плотности в 15 точках видимо здоровой (локтевой) кости. По крайним значениям задан интервал. На полученных преобразованных программных изображениях выявлена неравномерность оптической костной плотности у животных опытной группы, с явным повышением её в области перелома (рис. 45).

Рис. 45. Анализ рентгенограмм с помощью программы «перелом». Слева – контроль, справа – опыт (режим – 2, доза 6 раз в сутки по 15 минут) – перераспределение костной плотности в зону травмы.

Выполнение же денситометрии показало меньшую минеральную плотность на костях предплечий кроликов, получавших виброакустическое воздействие. Эти различия касаются больших сроков наблюдения (16 суток и 21 сутки). Статистически данные различия не подтверждены, так как показатели денситометрии у животных разных сроков эксперимента не сравнимы. Большая минеральная плотность на разных сроках может объясняться различными факторами, её изменение имеет не однонаправленный характер (в первом периоде консолидации она уменьшается, затем, с конца второго периода постепенно растет), а экспериментов с одним сроком послеоперационного периода недостаточно для однозначных выводов.

При анализе результатов гистологического и гистометрического исследования было проведено сравнение групп по показателю морфометрического индекса (Rm, %), показывающего степень заполнения дефекта кости. Морфометрический индекс рассчитывали по формуле:

$$Rm=(1-(S_{def}/ S_{def.stnd.}))X100\%$$

Для представления результатов были подсчитаны средние значения, стандартное отклонение, медиана и перцентили. Результаты подсчетов приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Результаты гистоморфометрического исследования (Rm) в 1-й серии опытов (средние величины)

	Показательная статистика								
							перцентили		
группа	дефект	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	25th	50th (Median)	75th
опыт	диафизарный	12	48,42	41,98	0	100	7	48,5	91,5
	срединный	12	61,5	39,14	0	100	19	72,5	97,75
	метафизарный	12	72,25	37,71	8	100	30,25	91	100
контр	диафизарный	12	20,08	34,06	0	100	0	2,5	42,75
	срединный	12	25,583	32,35	0	100	3	5	44
	метафизарный	12	43,67	41,73	3	100	5	30	85,5

Так как подсчет средних величин для малых выборок не является демонстративным, результаты исследования приведены в виде таблицы (табл. 6) (Реброва О.Ю., 2003).

Статистическая обработка проводилась при помощи программы SPSS. Для статистической обработки применялся непараметрический метод для 2х независимых выборок – тест Манна-Уитни (Mann-Whitney Test). Он основан на использовании одной общей последовательности значений обоих выборок. Сравнивались отдельно показатели морфометрии для каждой группы отверстий (диафизарного, срединного и метафизарного).

Таблица 6.

Результаты 1-й серии опытов (абсолютные значения денситометрии и Rm)

№ животного	режим	Доза, раз в сутки	сутки	денситометрия	Rm диафизарн деф	Rm средн деф	Rm метафиз деф
31	0	0	6	0,236	0	3	5
32	0	0	6	0,239	0	0	5
45	0	0	6	0,242	0	3	3
33	2	6	6	0,234	0	0	8
41	2	6	6	0,23	0	3	11
53	2	6	6	0,235	5	10	18
34	0	0	11	0,229	0	5	16
36	0	0	11	0,234	2	3	5
37	0	0	11	0,231	0	3	3
40	2	6	11	0,215	16	60	81
44	2	6	11	0,23	13	46	67
52	2	6	11	0,218	21	53	82
47	0	0	16	0,231	3	5	87
49	0	0	16	0,235	12	35	75
54	0	0	16	0,23	3	35	44
38	2	6	16	0,2	84	90	100
42	2	6	16	0,22	76	85	100
50	2	6	16	0,203	77	91	100
35	0	0	21	0,225	68	100	100
46	0	0	21	0,228	100	47	100
48	0	0	21	0,225	53	68	81
39	2	6	21	0,193	100	100	100
43	2	6	21	0,228	94	100	100
51	2	6	21	0,195	95	100	100

Группирующему признаку (группы) были присвоены значения соответственно:

1 – контрольная группа

4 – опытная группа

Полученные результаты представлены в таблицах SPSS (табл. 7,8).

Таблица 7.

Результаты теста Mann-Whitney Test. Сравнение рангов Rm

	группа	N	Средние ранги	Суммы рангов
Диафизарный	1	12	9,625	115,5
	4	12	15,375	184,5
	всего	24		
Срединный	1	12	9,583333333	115
	4	12	15,41666667	185
	всего	24		
Метафизарный	1	12	9,625	115,5
	4	12	15,375	184,5
	всего	24		

Таблица 8.

Статистическая значимость различий показателя Rm в первой серии опытов

	Диафизарный	Срединный	Метафизарный
Mann-Whitney U	37,5	37	37,5
Wilcoxon W	115,5	115	115,5
Z	-2,0174584	-2,0353803	-2,032011909
Asymp. Sig. (2-tailed) (**P**)	**0,0436477**	**0,0418126**	**0,04215245**
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)](**P**)	**0,044902**	**0,044902**	**0,044901995**

Группирующая переменная: группа

Полученный показатель p для диафизарных дефектов равен 0,044902; т.е. $p<0,05$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии различий между контрольной и опытной группами по показателю Rm отвергается. Следовательно, принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий.

Полученный показатель p для срединных дефектов равен 0,044902; т.е. $p<0,05$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии различий между контрольной и основной группами по показателю Rm отвергается. Следовательно, принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий.

Полученный показатель p для метафизарных дефектов равен 0,044901995; т.е. $p<0,05$, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии различий между контрольной и основной группами по показателю Rm отвергается. Следовательно, принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий.

Таким образом, выявленные гистологические признаки большей зрелости регенерата у животных опытной группы (рис. 46) подтверждены при выполнении теста Манна-Уитни наличием статистически значимых различий. Причем это касалось всех 3х локализаций дефектов.

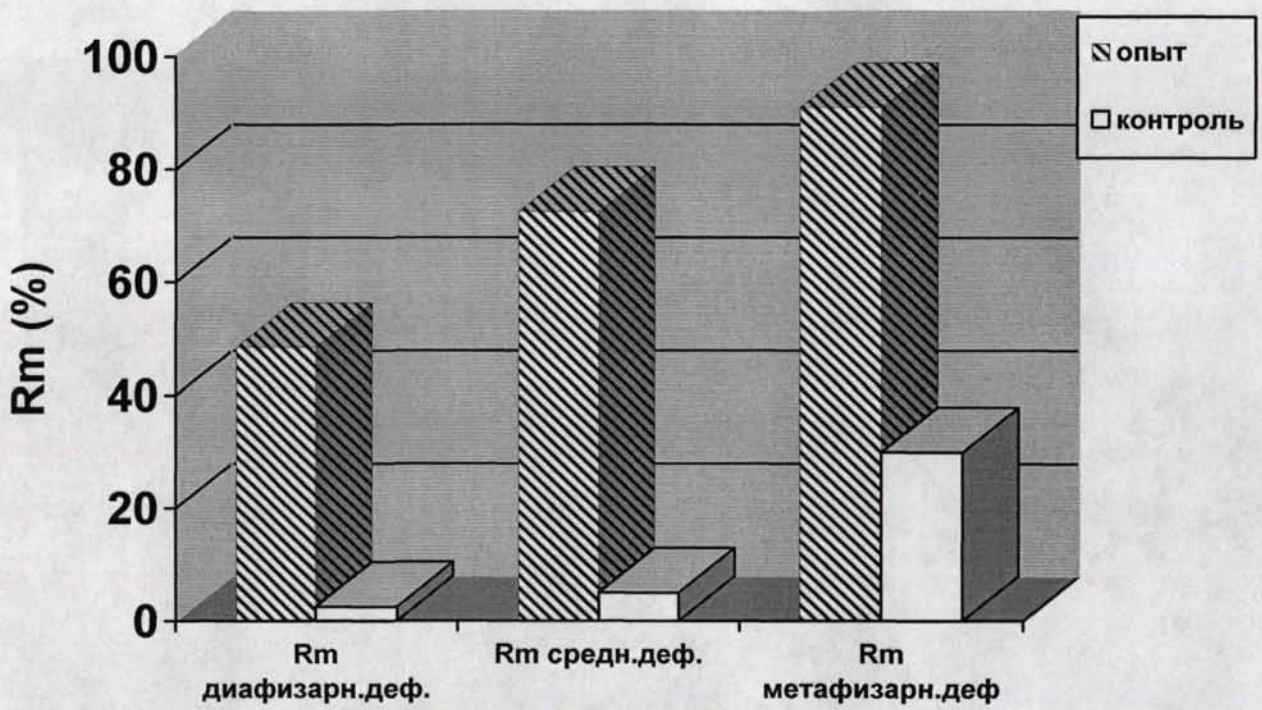


Рис. 46. Диаграмма. Результаты морфометрического исследования.

Полученные результаты первой серии опытов позволяют судить о том, что применение виброакустического воздействия в эксперименте на животных во 2-ом режиме, 6 раз в сутки обладает оптимизирующим действием на репаративный остеогенез у кроликов.

Так же подтверждена стадийность течения репаративного остеогенеза у кроликов. Можно выделить стадии 1).1–5 суток, 2).6–10 суток, 3).11–15 суток, которые соответствуют периодам консолидации перелома у людей.

Можно предположить наличие аналогичного благотворного влияния виброакустического воздействия зоны перелома на репаративный остеогенез и у людей. Для подтверждения которого, необходимо проведение клинического исследования.

Глава 4. Клиническое применение виброакустического воздействия при лечении переломов трубчатых костей кисти.

Для клинической апробации виброакустического воздействия при переломах костей кисти были отобраны 35 больных с переломами трубчатых костей кисти, лечившихся в РНИИТО с 2002 по 2005 год. Контрольную группу составили 36 больных с аналогичными переломами трубчатых костей кисти, при лечении которых не применяли ВАВ.

Больные в основной и контрольной группах идентичны по полу и возрастным группам (см. гл. «материалы и методы»).

Основную группу составили 35 больных: с переломами трубчатых костей кисти в сроки от 1 до 3 дней после травмы; 2 пациента с неправильно сросшимися переломами 3 и 5 пястных костей соответственно. В контрольную группу (n= 36) вошли пациенты со свежими переломами трубчатых костей кисти в сроки от 1 до 3 дней после травмы и один пациент с неправильно срастающимся переломом 5 пястной кости.

Тактика лечения больных в основной и контрольной группах была идентичной.

В случае свежих переломов трубчатых костей кисти выполнялась одномоментная ручная репозиция, и остеосинтез спицами. При интерпозиции мягких тканей, а так же при неудачной закрытой репозиции выполняли открытую репозицию через доступ по тыльной поверхности кисти, так же с одномоментной фиксацией спицами.

В случаях неправильно сросшихся переломов выполняли корригирующую остеотомию кости. Через доступ по тыльной поверхности кисти обнажали кость, и выполняли остеотомию пилой Джильи. Важно отметить, что ввиду анатомической особенности области кисти, заключающейся в высокой концентрации анатомически и функционально важных структур (сосудов, нервов, сухожилий, межкостных мышц) на малой площади операционного поля; очень высок риск повреждения этих структур при выполнении остео-

томии. В связи с этим нами предложен способ остеотомии, позволяющий избежать ятрогенного повреждения мягких тканей (патент РФ №2290119). При выполнении остеотомии пила Джильи внедряется в поливинилхлоридную трубку от системы для инфузионной терапии (рис. 47, 48).

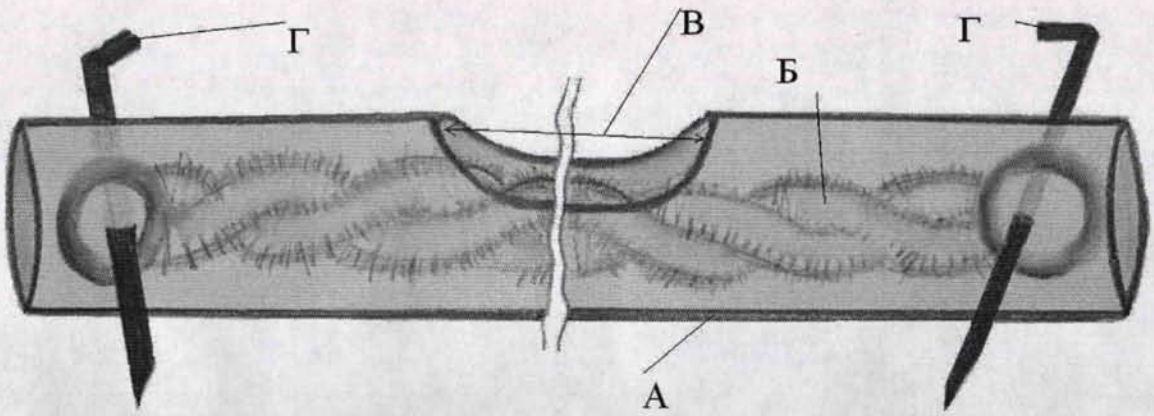


Рис. 47. Приспособление для защиты мягких тканей при остеотомии. А – ПВХ трубка, Б – пила Джильи, В – окончатое отверстие в трубке, Г – ручки, проведенные через трубку и петли на концах пилы.

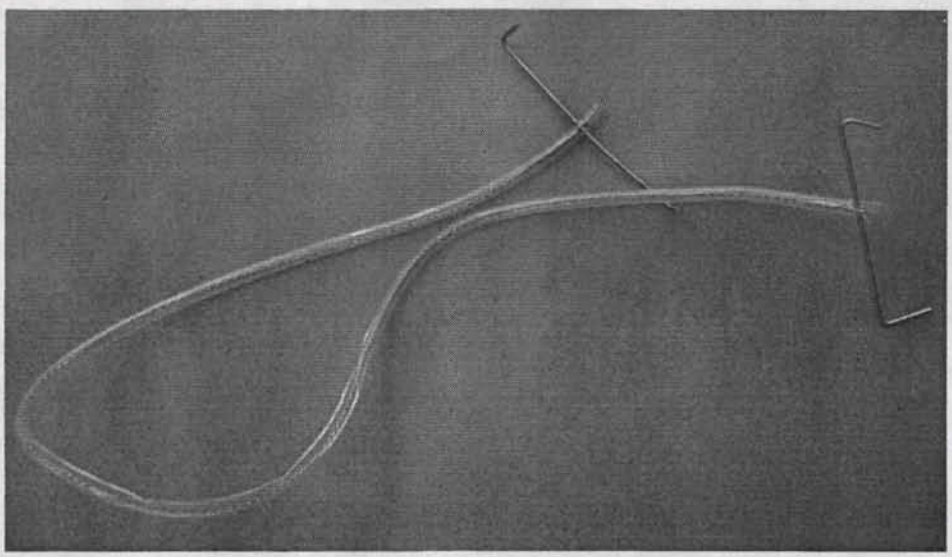


Рис. 48. Фотография. Приспособление для защиты мягких тканей при остеотомии.

В трубке на уровне непосредственно рабочей поверхности предварительно вырезано продольное окно на 2\5 диаметра трубки (рис. 47-В), длиной соответственно пилящим движениям.

Ручки проводят в петельчатые концы пилы, протыкая трубку, тем самым она фиксируется относительно пилы (рис. 47-Г). Таким образом, получается, что пилящая поверхность пилы соприкасается только с костью.

После коррекции, деротации кости, производили её фиксацию спицами, аналогично случаям с переломами.

Иммобилизацию осуществляли ладонной гипсовой лонгетной повязкой до консолидации перелома в физиологическом положении (Green D.P., et al. 2005). После прекращения иммобилизации и удаления спиц пациенты проходили курс реабилитации по месту жительства (ЛФК и физиотерапия: озокерит, магнитотерапия, УВЧ) до восстановления функции кисти.

Методика виброакустического воздействия при переломах костей кисти.

Больным основной группы виброакустическое воздействие начинали на 2–3 день после травмы и продолжали в течение всего периода иммобилизации. Проводили по следующей схеме: первые 3 дня 1 режим 3–4 раза в день по 30 мин., затем 2 режим с постепенным увеличением длительности воздействия с 5 мин 3–4 раза в день и до 30 мин 3–4 раза в день. Виброфоны устанавливали мембранами над поверхностью тела таким образом, чтобы оси распространения волны пересекались в месте перелома под углом близким к прямому. Рентгенконтроль проводили на 15, 20, 25 и 30 сутки. Полученные рентгенограммы анализировались на аппарате УАР-2 (установка для анализа рентгенограмм). Аппарат даёт возможность исследовать снимки в режиме увеличения, режиме негативного и позитивного изображения; в режиме контурного изображения и цветового кодирования.

Анализ рентгенограмм

Последовательно рентгенограммы изучали в разных режимах, оценивали положение отломков, степень консолидации (выраженность периостальной, эндостальной мозоли), наличие патологических структурных изменений.

Так же при анализе рентгенограмм проводился по оригинальной методике с использованием программы «Перелом». Данная программа позволяет объективизировать исследование костной плотности на рентгенограммах.

При наличии рентгенологических признаков консолидации перелома удаляли спицы и начинали реабилитацию.

В соответствии с запланированной целью и задачами исследования в ходе выполнения НИР была сформирована база данных в виде карт наблюдения, куда занесены основные показатели клинического и инструментального наблюдения за пациентами, находившимися на лечении.

Оценку состояния кисти проводили при еженедельном осмотре больного, оценивали его субъективные ощущения, наличие отека на кисти, чувствительные и двигательные нарушения.

Оценка функциональных результатов

Функцию поврежденной кисти оценивали при поступлении пациента и после снятия гипсовой лонгеты, перед началом активных движений. Проводили динамометрию, оценивали активные и пассивные движения пальцев поврежденной кисти с помощью угломера. Результаты функционального исследования фиксировались на фото.

При изучении функции кисти использовали методику Ю.Ю. Колонтай (1983) в модификации Ю.И. Давыдова (2001).

Оценивались следующие показатели: степень восстановления активных движений пальцев, виды захватов и силу кисти, анатомическую целостность, трудоспособность.

Результат оценивали по величине суммарного балла, разделенного на количество оцениваемых признаков, где значения в диапазоне от 2,5 – 3 бал-

лов оценивали как хороший исход лечения; 1,8 – 2,4 балла – признавали удовлетворительным результатом; 1 – 1,7 балла – неудовлетворительным.

В картах наблюдения фиксировали сроки консолидации перелома и данные функционального обследования.

Сроки консолидации

При анализе сроков консолидации переломов различной локализации в основной и контрольной группах больных выявлены значимые различия, которые представлены в таблице (табл. 9).

Таблица 9.

Длительность консолидации переломов различной локализации

Локализация	Количество пациентов (N)		Средний срок консолидации (дни) (M±m)	
	Основная группа	Контрольная группа	Основная группа	Контрольная группа
Пястная кость	16	16	20,2±3,1*	24,1±3,5
Основная фаланга	12	11	17,2±2,5*	22,3±1,4
Средняя фаланга	7	9	18,6±2,3**	25,5±2,2
Всего	35	36	18,6±3,2*	23,2±2.2

*-значимость различий по сравнению с контрольной группой, $p<0,05$

**-значимость различий по сравнению с контрольной группой, $p<0,001$

Как видно из таблицы 9, длительность консолидации в основной группе (18,6±3,2 дней) меньше, чем в контрольной группе (23,2±2.2дня) в среднем

на 5,2 дня. Влияние ВАВ на сроки консолидации наиболее выражено при переломах средних фаланг пальцев (разница составляет 7,9 дней).

Изучение результатов лечения (по методике Колонтай Ю.Ю.) показало, что в основной группе все показатели были лучше, чем в контрольной (табл. 10).

Таблица 10.

Сравнительная оценка результатов лечения контрольной и основной групп

Показатель	Основная группа (n = 35)	Контрольная группа (n = 36)
Анатомическая целостность (баллы)	2,9±0,12	2,5±0,11*
Амплитуда активных движений (баллы)	2,7±0,42	2,2±0,43*
Функция кисти (баллы)	2,7±0,45	2,0±0,36*
Трудоспособность (баллы)	2,8±0,13	2,1±0,38*
Интегральный показатель исхода лечения (баллы)	2,7±0,26	2,3±0,34*
Срок консолидации (дни)	18,2±3,2	23,2±6,2*
Трудоспособность (дни)	22,8±6,0	32,3±8,0*

*-значимость различий по сравнению с контрольной группой, $p<0,01$

Таким образом, получены статистически значимые различия по каждому параметру шкалы Ю.Ю.Коллонтай в пользу основной группы. Для наглядности данные приведены в виде диаграммы (рис. 49).

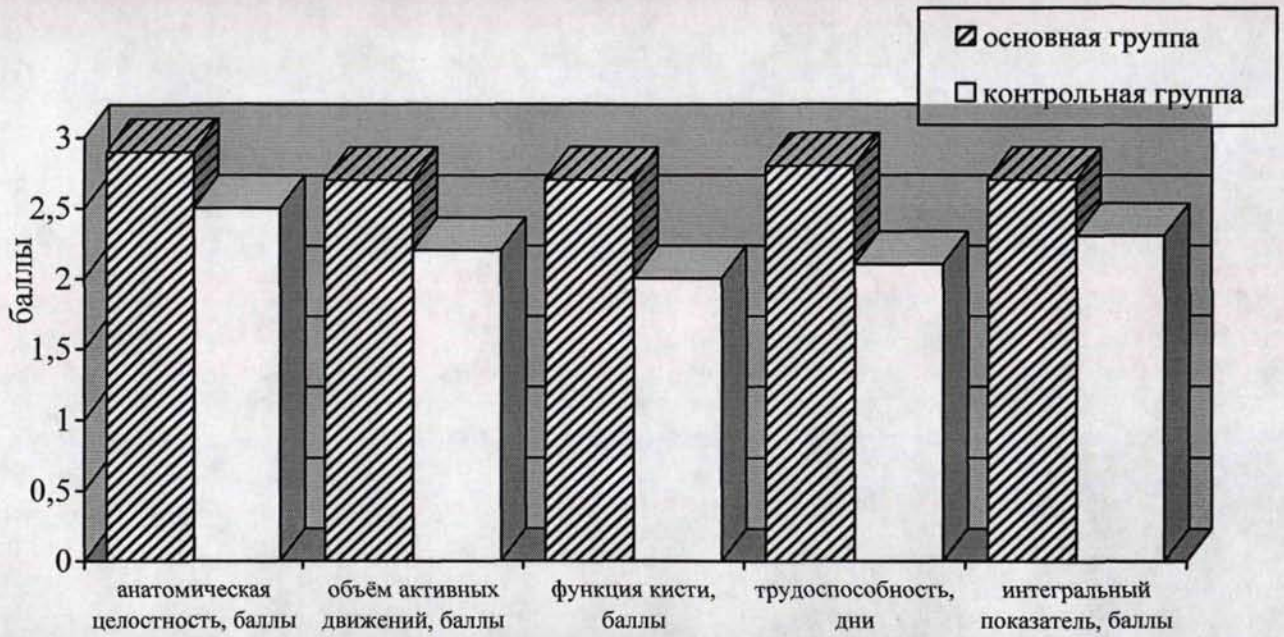


Рис. 49. Диаграмма. Сравнительная оценка функциональных результатов лечения пациентов контрольной и основной групп.

Интегральный показатель в основной группе оказался выше на 0,4 балла, степень восстановления анатомической структуры кости выше на 0,4 балла, а объема активных движений и функция кисти на 0,5 и 0,7 баллов соответственно.

Полученные результаты убедительно доказывают, что на фоне виброакустического воздействия быстрее формируется костная мозоль, после снятия гипсовой лонгеты ограничение объема активных движений менее выражено и функция кисти восстанавливается быстрее.

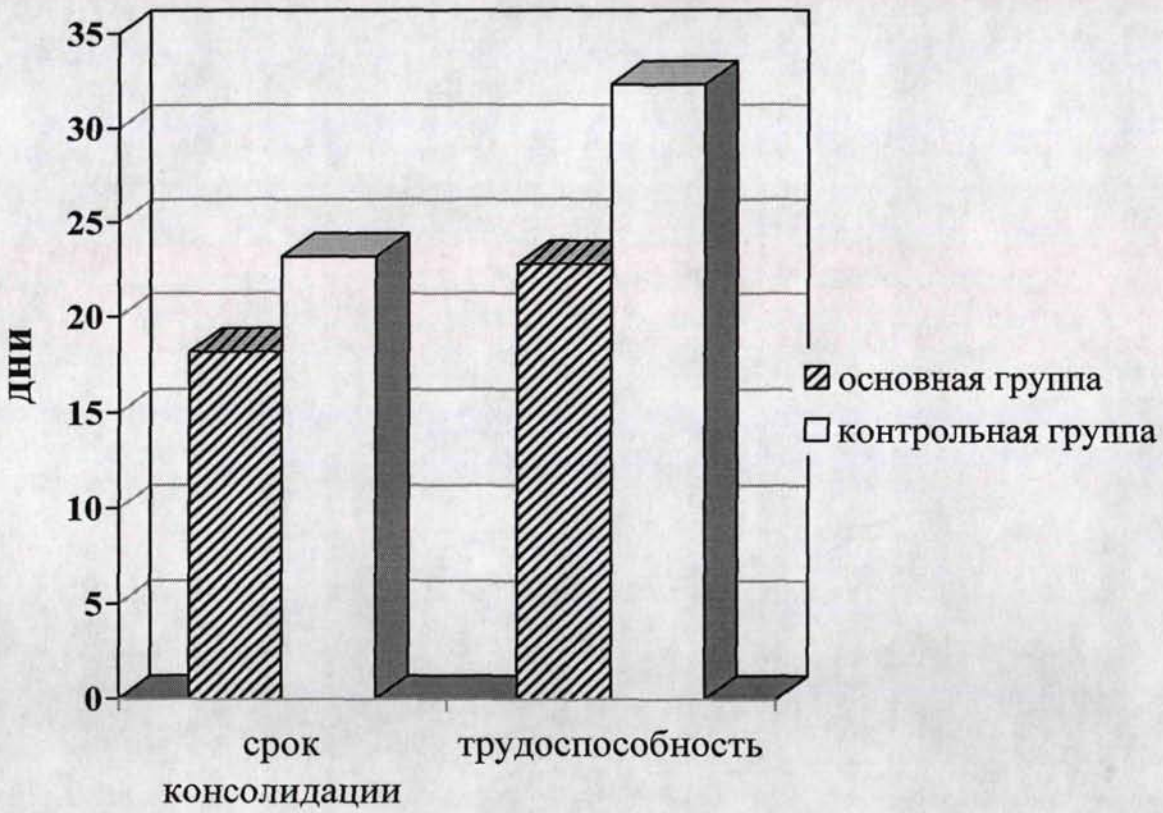


Рис. 50. Диаграмма. Сравнительная оценка сроков консолидации и временной нетрудоспособности в днях.

Срок временной нетрудоспособности больного сокращается в среднем на 9,5 дней (0,7 балла) (22,8 дня в основной группе и 32,3 дня в контрольной группе) (рис. 50), что свидетельствует о благотворном влиянии применения виброакустического воздействия в послеоперационном периоде у пациентов с переломами трубчатых костей кисти.

Клинические примеры

1). Клинический пример

Пациентка В., 33 года (рис. 51) поступила в клинику РНИИТО в экстренном порядке с диагнозом: закрытый перелом 5 пястной кости левой кисти. При поступлении выполнена операция: закрытая репозиция, остеосинтез 5 пястной кости спицами. На следующий день начато фонирование зоны перелома по описанной схеме. Контрольные рентгенограммы анализировались

с помощью программы перелом (рис. 52) и аппарата УАР. На 20 е сутки на контрольных рентгенограммах обнаружены признаки образования костной мозоли. На модифицированном изображении рентгенограммы можно обнаружить, что плотность костной ткани в зоне линии перелома не меньше, чем в головке пястной кости (рис. 52). Так же имеются признаки остеопороза дистального отломка и основной фаланги. В связи с тем, что кисть (и в том числе пястные кости) не несёт осевой нагрузки удаление спиц возможно до завершения процесса консолидации. После удаления металлоконструкций была начата лечебная физкультура. На 28е сутки выявлено полное восстановление функции.

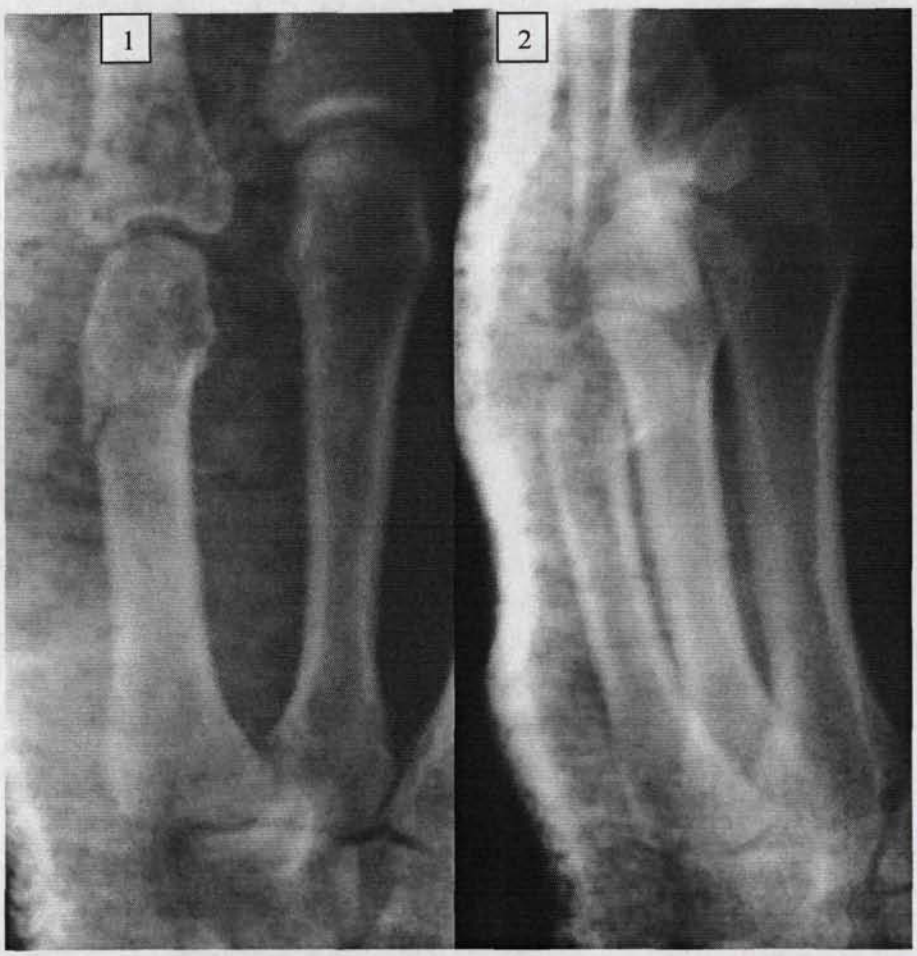


Рис. 51. Рис 51. Клинический пример: Пациентка В., 33года. 1,2 – первичные рентгенограммы;

Рис 51. Продолжение: Клинический пример: Пациентка В., 33года. 3,4 – Рентгенограммы после остеосинтеза; 5-6 – рентгенограммы через 20 дней после остеосинтеза;

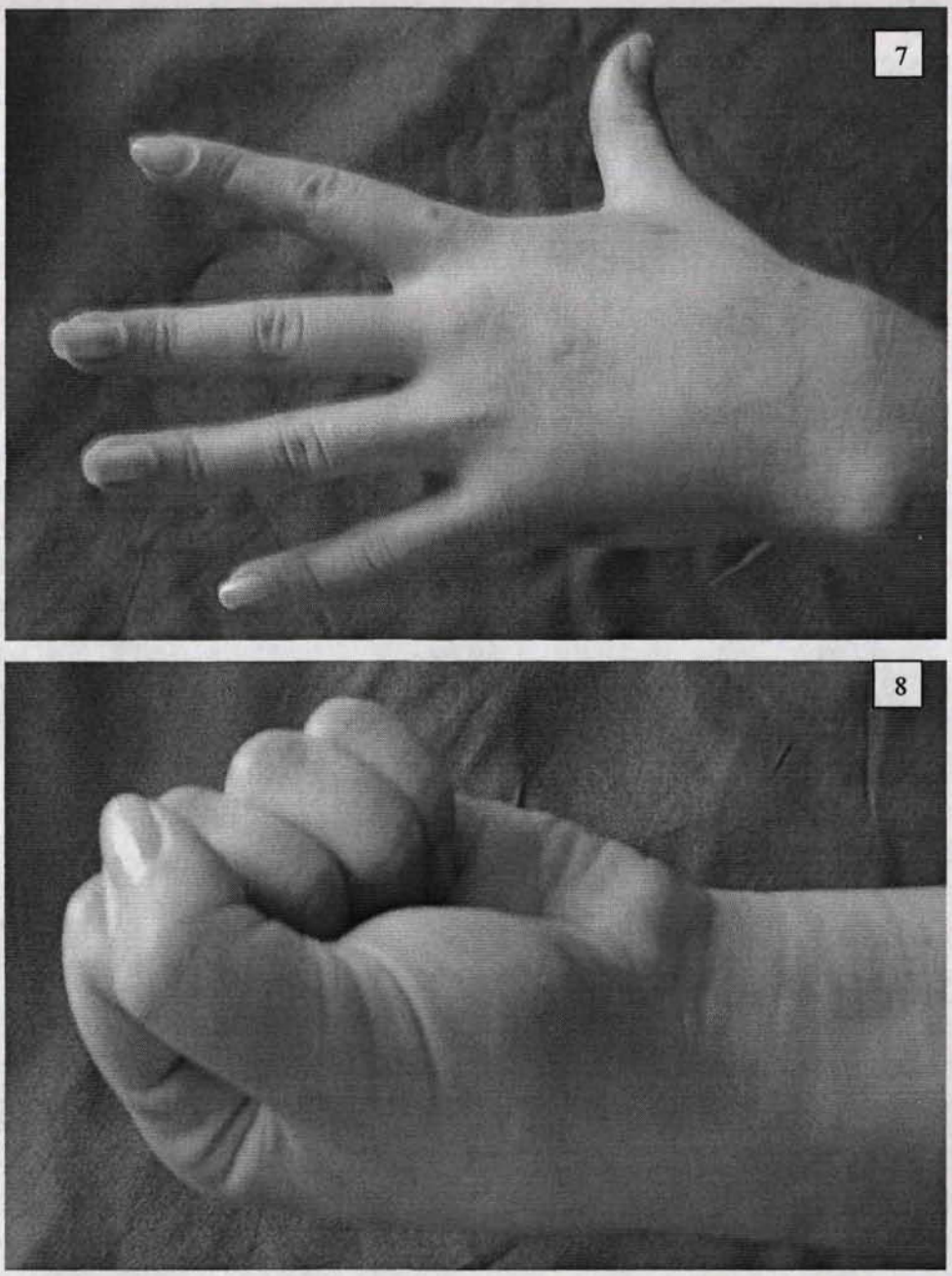


Рис 51. Продолжение: Клинический пример: Пациентка В., 33года. 7-8 – функция через 28 дней после травмы. Полное активное сгибание, полное активное разгибание пальцев.

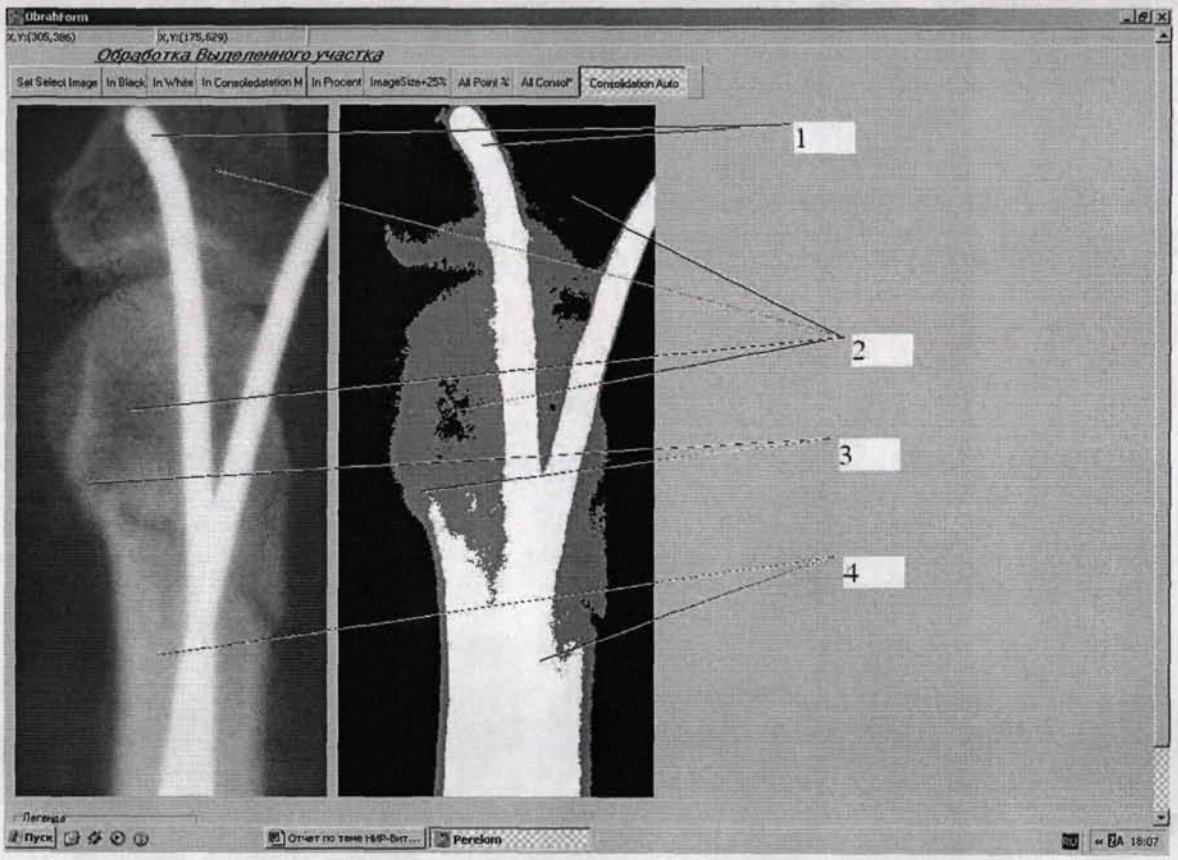


Рис. 52. Интерфейс программы перелом. 1 – спицы, 2 – зоны пониженной костной плотности, 3 – зона нормальной костной плотности, зона консолидации, 4 – зона повышенной костной плотности.

2).Клинический пример

Пациент П., 35 лет (рис. 53). Поступил в экстренном порядке в приёмный покой ФГУ РНИИТО с диагнозом: закрытый перелом 5 пястной кости правой кисти. Травма бытовая, при ударе кулаком по стене. При поступлении выполнена операция: закрытая репозиция, остеосинтез 5 пястной кости спицами. На следующий день после операции начата виброакустическая терапия по описанной выше схеме (см. глава 2). Контрольные рентгенограммы на 20-е сутки проанализированы на УАРе и с помощью программы «Перелом». В режиме увеличения и негативного контурного изображения выявлены: наличие периостальной мозоли, остеопороз дистального костного отломка, положение отломков и металлоконструкций – правильное.

Рис. 53. Продолжение: Клинический пример: пациент П., 35 лет: 1,2 – первичные rg-граммы; 3,4 – rg-граммы после операции;

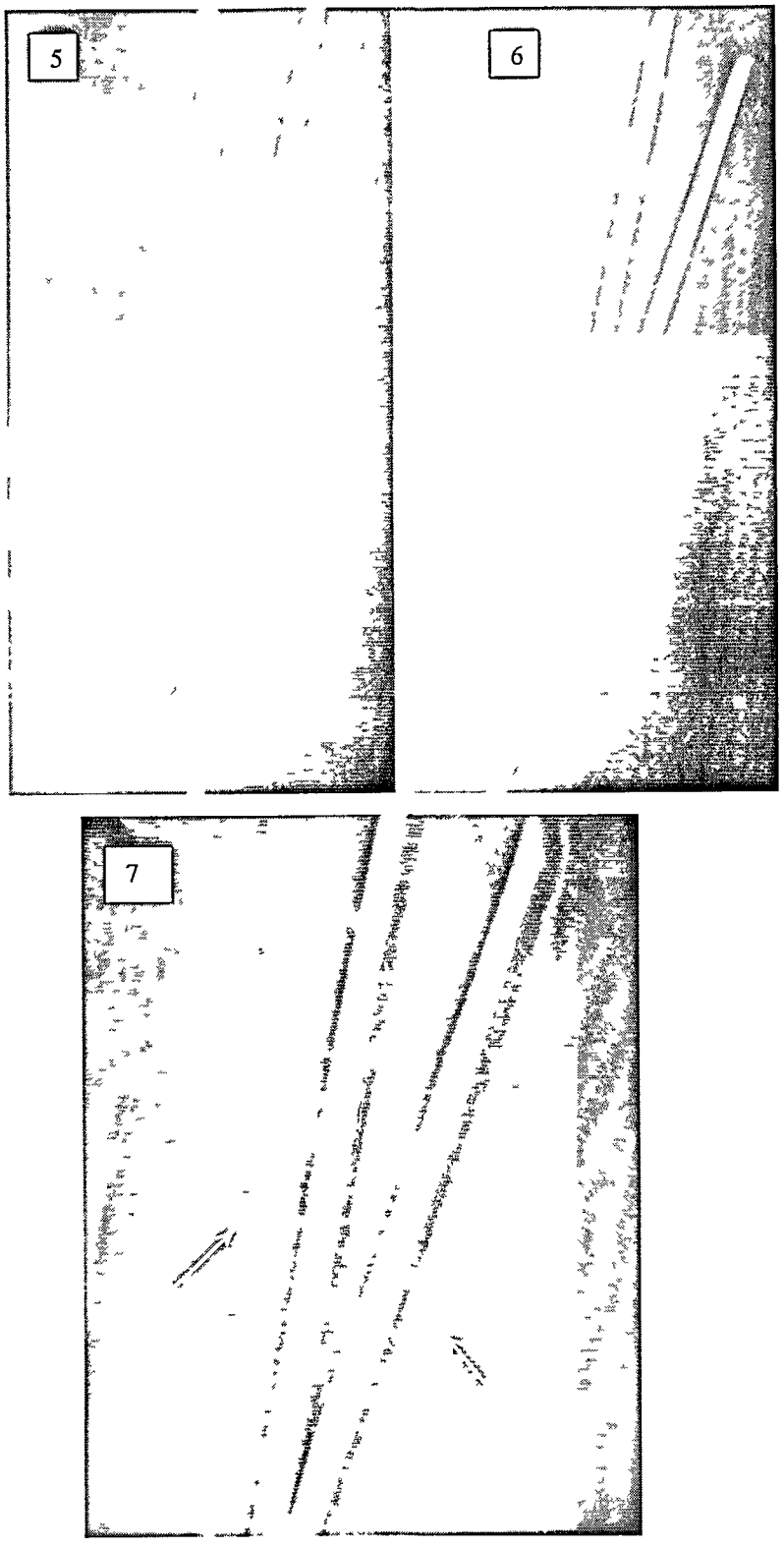


Рис. 53. Продолжение: Клинический пример: пациент П., 35 лет: 5,6 – rg-граммы через 20 суток после операции; 7 – изображение ренгенограммы, в УАРе (в контурном, негативном режиме с увеличением)

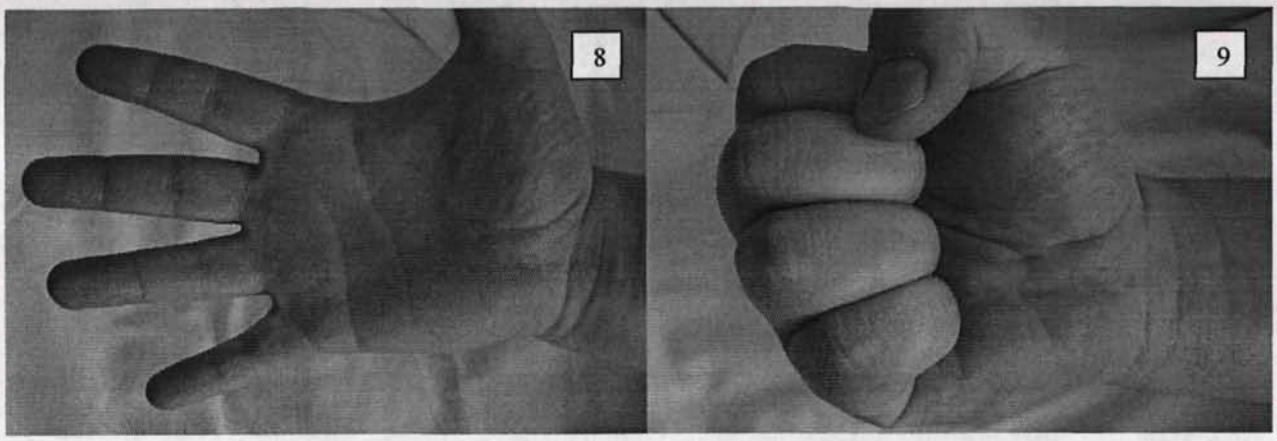


Рис. 53. Продолжение: Клинический пример: пациент П., 35 лет: 8,9 – функция кисти через 26 суток.

Наличие периостальной мозоли (рис. 53 – 7 (указано стрелками)) позволило удалить спицы, после чего была начата лечебная физкультура. На повторный осмотр пациент явился на 26 сутки. При осмотре выявлен полный объём активных движений.

Таким образом, получены экспериментальные данные, говорящие о позитивном влиянии виброакустического воздействия на процессы регенерации в зоне перелома трубчатой кости. Эти данные подтверждены клиническим исследованием. Однако, остается открытым вопрос о методике применения микровибрации в послеоперационном периоде с целью оптимизации условий репаративного остеогенеза. Нет обоснованной схемы применения виброакустического воздействия, не известны оптимальные режим, доза, период воздействия.

Глава 5. Экспериментальное обоснование методики применения виброакустического воздействия с целью оптимизации репаративного остеогенеза. Результаты 2-й серии опытов.

Во второй серии опытов было прооперировано 30 кроликов, породы шиншилла. При проведении 2-й серии опытов была поставлена задача определить экспериментально оптимальные параметры виброакустического воздействия при лечении переломов трубчатых костей. В соответствии с матрицей ортогонального планирования (Рафалес-Ламарка Э.Э., Николаев В.Г, 1971) животные были поделены на 15 групп. В качестве переменных взяты: период воздействия (1-5 сутки, 6-10 сутки, 11-15 сутки, 16-20е сутки), режим воздействия (1, 2, 4), доза воздействия (по 15 минут – 1 раз в день, 3 раза в день, 6 раз в день) (табл. 11).

В послеоперационном периоде при наблюдении за животными проводили ежедневные осмотры, перевязки, оценивали наличие отека, состояние послеоперационной раны, поведение животных, активность, аппетит, характер физиологических оправлений. Воспалительных осложнений в послеоперационном периоде не отмечено ни у одного кролика. Швы сняты на 7 сутки, раны зажили первичным натяжением у всех подопытных. Все животные обладали хорошим аппетитом, имели нормальные физиологические оправления за период наблюдения, были активны в пределах клеток, только щадили оперированную конечность при опоре первые 3-4 суток. Видимый глазом отек ушел к 3-м суткам. У одного животного с 4 по 9 сутки отмечались катаральные выделения из носовых отверстий. Таким образом, объективных различий в клиническом течении послеоперационного периода не отмечено.

После выведения животных из эксперимента выполняли вычленение предплечья, далее производилась оценка макропрепаратов, выполнялась рентгенографическое исследование предплечий и их денситометрическое исследование.

Макропрепараты оценивали аналогично первой серии опытов. Обращали внимание на наличие отека мягких тканей, состояние сосудов, наличие воспалительных явлений, наличие и зрелость рубцовой ткани в зоне повреждения, а так же наличие, выраженность костной мозоли.

При анализе гистологических препаратов оценивались следующие параметры: наличие, размер (учитывая, что рост регенерата происходил от периферии дефекта к его центру – размер регенерата рассчитывали как разница площади стандартного дефекта (3,925мм^2) и площади дефекта при морфометрии) и зрелость регенерата. Выраженность этих признаков оценивали в баллах (от 0 до 5) и заносили в протоколы в таблицу как показатель полуколичественного анализа гистологических препаратов. При проведении морфометрического исследования препаратов рассчитывали индекс морфометрии (Rm) по формуле, аналогичной первой серии опытов

При анализе результатов денситометрии оценивали минеральную плотность всего предплечья. Учитывая выявленное в первой серии опытов перераспределение костной плотности при анализе рентгенограмм с помощью программы «перелом», отдельно измеряли минеральную плотность в зоне регенерата на участке кости объемом 1см^3. Для статистической обработки рассчитывали индекс денситометрии (Rd) (см. главу 2):

Ввиду малого количества наблюдений в каждой выборке подсчет средних величин нерационален (Реброва О.Ю., 2003). Поэтому результаты представлены в виде сводной таблицы (табл. 11).

При анализе результатов исследования влияния виброакустического воздействия с различными сочетаниями параметров выявлено, что микровибрация может оказывать не только стимулирующее, но и угнетающее действие на остеорепарацию. Крайние варианты такого влияния представлены в виде примеров.

Таблица 11.

Результаты 2-й серии экспериментов

№ ж-го	Режим возд-я	Доза возд-я	Период возд-я	Денс-я предпл. (BMD, г/см³)	Денс-я рег-та (BMD, г/см³)	Rd (%)	Rg («перелом») (%)	Гист-я полуко-лич. Анализ (баллы)	Rm (%)	Sдеф. (мм²)
61	1	6	1	0,174	0,183	1,05	127	3,00	100	0
71	1	6	1	0,176	0,178	1,01	125	2,00	85	1
70	1	1	1	0,208	0,229	1,1	112	1,00	21	3,1
60	1	1	1	0,193	0,212	1,1	93	1,00	16	3,3
75	2	3	1	0,203	0,201	0,99	134	2,00	67	1,3
59	2	3	1	0,218	0,216	0,99	102	2,00	61	1,5
81	3	6	1	0,211	0,243	1,15	169	4,00	100	0
62	3	6	1	0,219	0,256	1,17	166	5,00	100	0
58	3	1	1	0,223	0,227	1,02	159	1,00	32	2,7
80	3	1	1	0,211	0,213	1,01	156	1,00	32	2,7
64	1	3	2	0,206	0,239	1,16	115	2,00	64	1,4
72	1	3	2	0,202	0,204	1,01	119	1,00	53	1,8
65	2	6	2	0,208	0,243	1,17	122	2,00	49	2
78	2	6	2	0,227	0,247	1,09	90	1,00	36	2,5
77	2	3	2	0,227	0,216	0,95	113	0,00	10	3,5
67	2	3	2	0,21	0,195	0,93	118	0,00	0	3,9
76	2	1	2	0,18	0,172	0,96	121	0,00	0	3,9
66	2	1	2	0,236	0,236	1	142	0,00	0	3,9
82	3	3	2	0,224	0,231	1,03	134	1,00	23	3
63	3	3	2	0,205	0,241	1,18	143	1,00	20	3,1
55	1	6	3	0,222	0,282	1,27	100	4,00	100	0
74	1	6	3	0,202	0,265	1,31	118	4,00	100	0
73	1	1	3	0,230	0,288	1,25	112	2,00	92	0,3
56	1	1	3	0,228	0,283	1,24	126	3,00	84	0,6
79	2	3	3	0,213	0,202	1,21	89	0,00	4	3,7
57	2	3	3	0,183	0,220	1,2	89	0,00	0	3,9
68	3	6	3	0,226	0,278	1,23	151	4,00	100	0
84	3	6	3	0,222	0,278	1,25	173	5,00	100	0
83	3	1	3	0,224	0,280	1,25	153	2,00	69	1,2
69	3	1	3	0,210	0,256	1,22	124	1,00	72	1,1

На макроперпарате (рис. 54) определяется организующаяся гематома с наличием пигмента гемосидерина, вокруг гематомы созревающая рубцовая ткань с наличием грануляций. Сосудистая сеть выражена слабо.

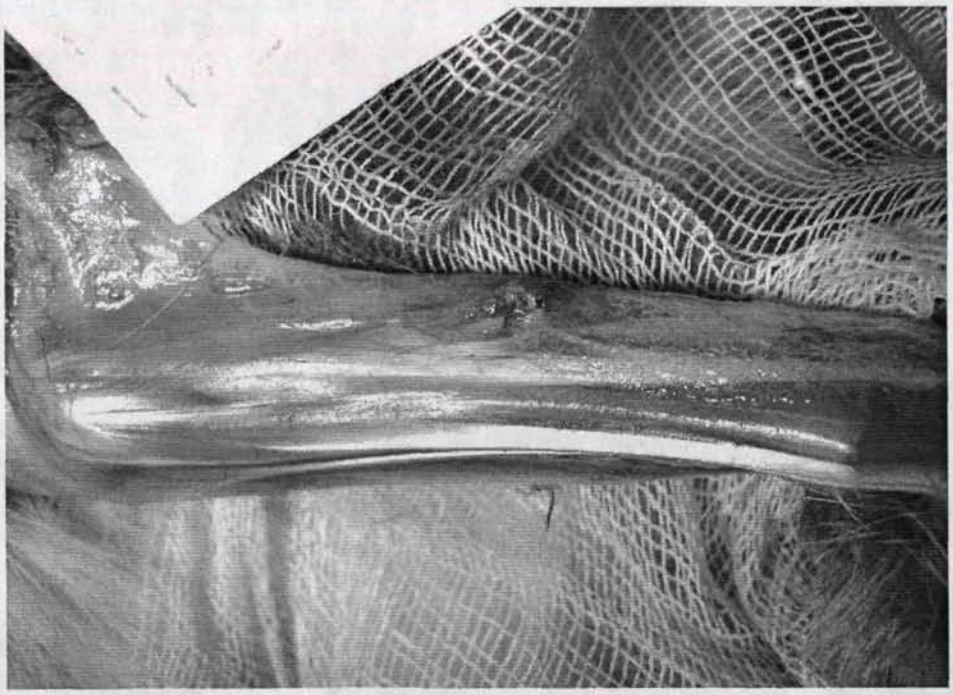
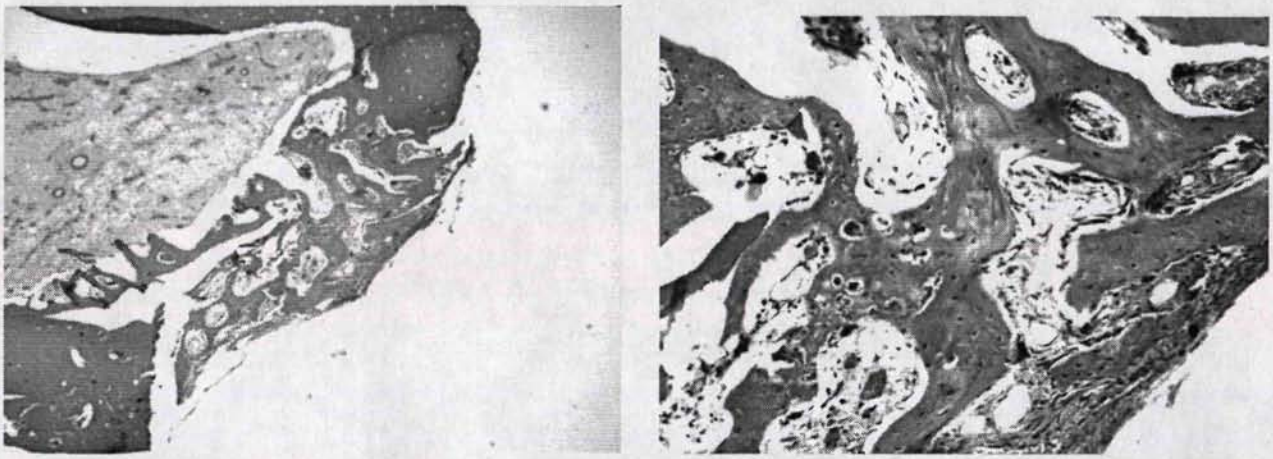


Рис. 54. Пример 1.: Режим – 2, доза – 1 раз в сутки, период консолидации – 2. Макропрепарат: предплечье кролика № 66

Гистологически дефект был заполнен сетью тонких балок из волокнистой кости с признаками неравномерного отложения извести и очажками некроза в толще. Остеобластов на поверхности большинства балок не было видно, некротизированные участки новообразованных структур подвергались остеокластической резорбции (рис. 55).

Заключение: Очаговый некроз новообразованной волокнистой кости, заполняющей дефект. Площадь дефекта 3,9мм². Полуколичественная оценка 0 баллов (процесс регенерации прервался).



А Б

Рис. 55. Кролик № 66 (Режим – 2, доза – 1 раз в сутки, период консолидации – 2). Очаговый некроз новообразованной волокнистой кости, сопровождающийся остеокластической резорбцией. Окраска альциановым синим Ув х5 (А) и х40 (Б).

Рентген и денситометрия:

На рентгенограмме четко определяется продольный дефект в лучевой кости, без признаков заполнения его костной ткани (рис. 56). По краям дефекта формируется замыкательная пластинка. Периостальных разрастаний нет.

Показатели денситометрии:

BMD_{total} = 0,180 g/cm³

$BMD_{reg.}$ = 0,172 g/cm³

Rd = 0,96 (96%)

Рис. 56. кролик № 66 (режим – 2, доза – 1 раз в сутки, период консолидации – 2). Рентгенограмма (слева) и фото денситометрии (справа).

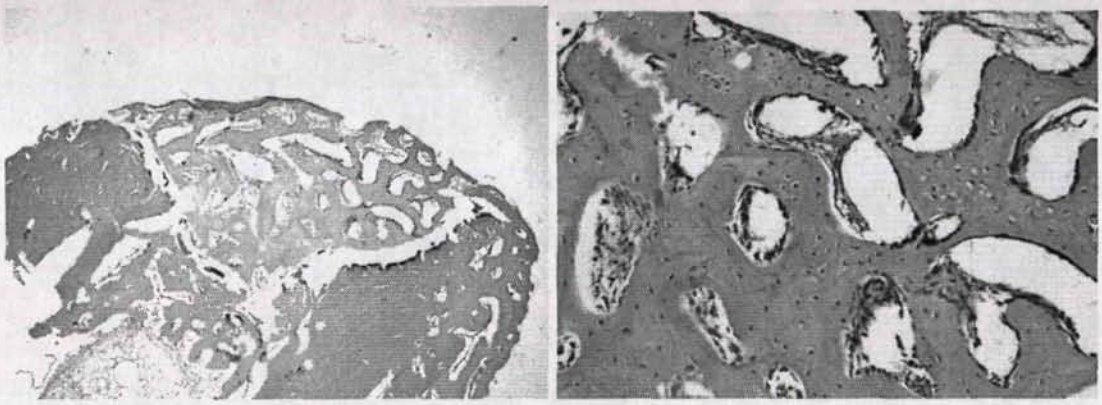
Пример 2.:

На макропрепарате (рис. 57) в мягких тканях над зоной перелома на месте организовавшейся гематомы обнаружен участок разрастания зрелой фиброзной ткани без содержания пигмента, грануляций не видно; мягкие ткани оттеснены формирующейся костной мозолью 0,4х0,3см, сосудистая сеть хорошо выражена.

Рис. 57. Макропрепарат: предплечье кролика № 55. режим воздействия – 1, доза – 6 раз в сутки (по 15 минут), период воздействия – 3.

Гистологическое исследование: Дефект был заполнен новообразованной хорошо минерализованной костью грубогубчатого строения с признаками компактизации и формированием гаверсовых каналов. Периостальные разрастания не выражены, эндостальные - массивные. В краевых зонах кортикальная пластинка перестраивается. В костномозговом канале – жировой костный мозг с участками фиброзирования (рис. 58).

Заключение: Компактизация хорошо обызвествленной созревающей новообразованной кости дефекта. Морфометрия – 100% (площадь регенерата соответствует площади дефекта). Полуколичественная оценка 5 баллов.



А Б

Рис. 58. Кролик 55: Режим – 1, доза – 6 раз в сутки, период воздействия – 3. Сформированный дефект заполнен зрелым перестраивающимся регенератом с восстановлением контуров кортикальной пластинки. Окраска альциановым синим, увеличение х5 (А) и х 40 (Б).

Рентген и денситометрия:

На рентгенограмме (рис. 59) участок дефекта заполнен костной тканью, едва определяется в виде участка просветления на рентгенограмме. Периостальных разрастаний нет.

Показатели денситометрии:

$BMD_{total} = 0{,}222\ g/cm^3$

$BMD_{reg.} = 0{,}278\ g/cm^3$

$Rd = 1{,}25\ (125\%)$

При статистической обработке использовали программу SPSS. Был применен непараметрический тест Краскела-Уолисса (Kruskal-Wallis H-Test). Этот тест является модификацией U-теста Манна и Уитни на случай для более двух независимых выборок. Он также базируется на общей ранговой последовательности значений всех выборок. В качестве результирующих переменных оценивались денситометрический индекс (Rd), морфометрический индекс (Rm), результаты полуколичественного анализа гистологических препаратов, площадь дефекта по результатам морфометрии, относительная плотность кости на рентгенограмме в зоне дефекта при анализе программой «перелом».

Рис. 59. Кролик 55: Режим – 1, доза – 6 раз в сутки, период воздействия – 3. Рентгенограмма (слева) и фото денситометрии (справа).

В качестве группирующих переменных были последовательно выбраны режим виброакустического воздействия, период воздействия и доза воздействия. Результаты статистической обработки представлены в таблице.

При анализе влияния различных режимов воздействия в качестве группирующей переменной был выбран режим воздействия (табл. 12, 13). При этом режимам были присвоены следующие ранги:

1 режим – 1
2 режим – 2
4 режим – 3

Таблица 12.

Сравнение ранговых последовательностей результатов лабораторных и инструментальных исследований при различных режимах воздействия (при тесте Краскела-Уоллиса)

	Режим воздействия	N	Средние ранги
Rd	1,00	10	18,50
	2,00	10	9,55
	3,00	10	18,45
	всего	30	
Rm	1,00	10	19,50
	2,00	10	8,20
	3,00	10	18,80
	всего	30	
гист.: полуколич анализ	1,00	10	19,00
	2,00	10	8,90
	3,00	10	18,60
	всего	30	
площадь дефекта	1,00	10	11,55
	2,00	10	22,80
	3,00	10	12,15
	всего	30	
программа перелом	1,00	10	11,25
	2,00	10	10,40
	3,00	10	24,85
	всего	30	

Таблица 13.

Значения критерия Краскела-Уоллиса для различных режимов воздействия

	Rd	Rm	гист.: полуколич анализ	площадь дефекта	программа «перелом»
Chi-Square	6,869	10,502	8,882	10,496	16,982
df	2	2	2	2	2
Asymp. Sig. (**P**)	**,032**	**,005**	**,012**	**,005**	**,000**

Grouping Variable (Группирующая переменная): Режим воздействия

Анализ показателя Rd показал различия в пользу 1 режима воздействия, $p=0,032$, т.е. $p<0,05$; следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии статистически значимых различий в группах по данному признаку отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий.

Анализ показателя Rm показал различия в пользу 1 режима воздействия, p=0,005, т.е. p<0,05; следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии статистически значимых различий в группах по данному признаку отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий.

Анализ результатов гистологического исследования (полуколичественного анализа) показал различия в пользу 1 режима воздействия, p=0,012, т.е. p<0,05; следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии статистически значимых различий в группах по данному признаку отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий.

Анализ значений размеров дефекта показал различия в пользу 1 режима воздействия, p=0,005, т.е. p<0,05; следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии статистически значимых различий в группах по данному признаку отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий.

Анализ значений относительной оптической плотности кости, полученных при помощи программы «перелом», при оценке рентгенограмм показал различия в пользу 4 режима воздействия, p<0,001, т.е. p<0,05; следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии статистически значимых различий в группах по данному признаку отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий.

Таким образом, данные гистологического исследования, морфометрического исследования, показатели Rd и Rm говорят о лучшем эффекте при виброакустическом воздействии в режиме 1, по сравнению, с другими режимами. И различия статистически значимы. Показатель относительной костной плотности в зоне регенерации значимо выше при использовании 4 режима виброакустического воздействия.

При анализе различных периодов воздействия, варианты последнего были выбраны в качестве группирующей переменной.

1. стадия катаболизма тканевых структур, дедифференцировки и пролиферации клеточных элементов;

2. образования и дифференцировки тканевых структур;

3. стадия образования ангиогенной костной структуры;

Результаты анализа приведены в таблице SPSS (табл. 14, 15).

Таблица 14.

Сравнение ранговых последовательностей результатов лабораторных и инструментальных исследований при различных периодах воздействия (при тесте Краскела-Уоллиса)

	Период воздействия	N	Средние ранги
Rd	1,00	10	11,05
	2,00	10	9,95
	3,00	10	25,50
	всего	30	
Rm	1,00	10	17,60
	2,00	10	9,05
	3,00	10	19,85
	всего	30	
гист.: полуколич анализ	1,00	10	18,05
	2,00	10	9,60
	3,00	10	18,85
	всего	30	
площадь дефекта	1,00	10	13,55
	2,00	10	21,90
	3,00	10	11,05
	всего	30	
программа перелом	1,00	10	18,40
	2,00	10	14,10
	3,00	10	14,00
	всего	30	

Таблица 15.

Значения критерия Краскела-Уоллиса для различных периодов воздействия.

	Rd	Rm	гист.: полуколич. анализ	площадь дефекта	программа «перелом»
Chi-Square	19,481	8,505	7,133	8,459	1,630
df	2	2	2	2	2
Asymp. Sig. (**P**)	**,000**	**,014**	**,028**	**,015**	**,443**

Grouping Variable (Группирующая переменная): Период воздействия

Анализ показателя Rd показал различия в пользу воздействия в 3-й период регенерации (в фазу образования ангиогенной костной ткани), $p<0,001$, т.е. $p<0,05$; следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии статистически значимых различий в группах по данному признаку отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий.

Анализ показателя Rm показал различия в пользу воздействия в 3-й период регенерации, $p=0,014$, т.е. $p<0,05$; следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии статистически значимых различий в группах по данному признаку отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий.

Анализ результатов гистологического исследования (полуколичественного анализа) показал различия в пользу воздействия в 3-й период регенерации, $p=0,028$, т.е. $p<0,05$; следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии статистически значимых различий в группах по данному признаку отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий.

Анализ значений размеров дефекта показал различия в пользу воздействия в 3-й период регенерации, $p=0,015$, т.е. $p<0,05$; следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии статистически значимых различий в группах по данному признаку отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий.

Анализ значений относительной оптической плотности кости, полученных при помощи программы перелом, при оценке рентгенограмм показал различия в пользу воздействия в 1-й период регенерации, $p=0,443$, т.е. $p>0,05$; следовательно, принимается нулевая гипотеза об отсутствии статистически значимых различий в группах по данному признаку.

Таким образом, данные гистологического исследования, морфометрического исследования, показатели Rd и Rm говорят о лучшем эффекте при применении виброакустического воздействия в период формирования ангиогенной костной ткани, по сравнению, с другими периодами. И различия пе-

речисленных данных, статистически значимы. Показатель относительной костной плотности в зоне регенерации выше при использовании виброакустического воздействия в 1 периоде, однако, отличия этого показателя в другие периода не обладает статистической значимостью. Следовательно, данные полученные при использовании программы «перелом» не могут быть учтены при выборе периода воздействия.

При статистической обработке вариаций указанных выше результирующих переменных при применении различных доз воздействия в программе SPSS, в качестве группирующей переменной была установлена доза воздействия. Полученные результаты приведены ниже в таблице SPSS (табл. 16, 17).

Таблица 16.

Сравнение ранговых последовательностей результатов лабораторных и инструментальных исследований при различных дозах воздействия (при тесте Краскела-Уоллиса)

Rd	Доза воздействия	N	Средние ранги
	1,00	10	15,80
	3,00	10	11,10
	6,00	10	19,60
	всего	30	
Rm	1,00	10	12,70
	3,00	10	10,00
	6,00	10	23,80
	всего	30	
гист.: полуколич анализ	1,00	10	12,35
	3,00	10	10,40
	6,00	10	23,75
	всего	30	
площадь дефекта	1,00	10	18,25
	3,00	10	20,95
	6,00	10	7,30
	всего	30	
программа «перелом»	1,00	10	16,70
	3,00	10	11,65
	6,00	10	18,15
	всего	30	

Таблица 17.

Значения критерия Краскела-Уоллиса для различных дозировок воздействия

	Rd	Rm	гист.: полуколич. анализ	площадь дефекта	программа «перелом»
Chi-Square	4,690	14,013	14,119	13,692	3,007
df	2	2	2	2	2
Asymp. Sig. (p)	**,096**	**,001**	**,001**	**,001**	**,222**

Grouping Variable (Группирующая переменная): Доза воздействия

Анализ показателя Rd показал различия в пользу высокой дозы (6 раз в сутки) воздействия, p<0,096, т.е. p>0,05; следовательно, принимается нулевая гипотеза об отсутствии статистически значимых различий в группах по данному признаку.

Анализ показателя Rm показал различия в пользу высокой дозы воздействия, p=0,001, т.е. p<0,05; следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии статистически значимых различий в группах по данному признаку отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий.

Анализ результатов гистологического исследования (полуколичественного анализа) показал различия в пользу высокой дозы воздействия, p=0,001, т.е. p<0,05; следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии статистически значимых различий в группах по данному признаку отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий.

Анализ значений размеров дефекта показал различия в пользу высокой дозы воздействия, p=0,001, т.е. p<0,05; следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии статистически значимых различий в группах по данному признаку отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий.

Анализ значений относительной оптической плотности кости, полученных при помощи программы «перелом», при оценке рентгенограмм показал

различия в пользу высокой дозы воздействия, p=0,222, т.е. p>0,05; следовательно, принимается нулевая гипотеза об отсутствии статистически значимых различий в группах по данному признаку.

Таким образом, исследование данных гистологического, морфометрического, рентгенологического исследований, а также показателей морфометрического и денситометрического индексов указывают на повышение оптимизирующего влияния виброакустического воздействия с увеличением дозы воздействия до 6 раз в сутки (по 15 минут). Однако различия показателей денситометрического индекса и относительной оптической плотности кости (по данным программы «перелом») не обладают статистической значимостью и, следовательно, не могут быть учтены при выборе дозировки воздействия.

Обобщая результаты данной серии опытов, можно сделать следующие выводы.

Данные полученные, при анализе рентгенограмм с помощью программы «перелом», в данном исследовании были противоречивы или обладали малой статистической ценностью. Возможно, следует её усовершенствовать, повысив объективность получения показателей и измерений.

Исходя из полученных данных гистологического, гистоморфометрического и денситометрического исследований – виброакустическое воздействие обладает оптимизирующим влиянием на репаративный остеогенез. Однако, при определенном сочетании его характеристик возможно и негативное действие на регенерацию кости.

Применение микровибрации аппаратом «Витафон» во втором периоде консолидации в режиме 2 может губительно сказаться на сращении перелома.

Для достижения хороших результатов при лечении переломов трубчатых костей целесообразно применять микровибрацию в третьем периоде консолидации, что у человека соответствует 14 – 21 суткам, предпочтительно

использование первого режима аппарата «Витафон», в дозировке – 15 минут, 6 раз в сутки. Данный вариант применения виброакустического воздействия можно экстраполировать для применения в клинической практике для лечения пациентов с переломами рубчатых костей кисти, для чего необходима предварительная клиническая апробация.

Глава 6. Результаты клинической апробации методики виброакустического воздействия при лечении пациентов с переломами трубчатых костей кисти.

Клиническая апробация способа виброакустического воздействия была выполнена в процессе лечения 30 пациентов с переломами трубчатых костей кисти.

Контрольная группа N=15, все – мужчины; средний возраст 27,2 лет, SD=9,18

Основная группа N=15 – 2 женщины, 13 – мужчины; средний возраст 22,7, SD=4,34. Подробные данные приведены в сводной таблице.

Всем пациентам с переломами пястных костей выполнялась операция репозиция, металлостеосинтез. В послеоперационном периоде производились перевязки, наблюдение. Больным основной группы 14 по 21 сутки производилось виброакустическое воздействие аппаратом «витафон-т» на зону перелома по 15 минут – 6 раз в сутки. Устанавливался режим 1. виброфоны при этом устанавливали на область пястья таким образом, чтобы направления распространения волн пересекались в зоне поврежденной кости под углом 90°. Пациенты контрольной группы получали стандартное послеоперационное реабилитационное лечение.

В ходе клинического наблюдения обращалось внимание на общее состояние пациента, жалобы, локально: наличие воспалительных явлений, отека. На следующие сутки после операции пациентам выполняли денситометрическое исследование, реовазографическое исследование. По результатам предварительного клинического исследования средние сроки сращения переломов в контрольной и основной группах составили 20±3,1дней и 24±3,5дней. Исходя из этих данных принято решение, что рациональнее назначить явки для контрольных осмотров и выполнения рентгенограмм на 17, 24, 31, 38 сутки. При анализе рентгенограмм применялась программа «перелом», однако, цифровые показатели её не учитывались в виду противоречи-

вости сведений полученных с её помощью в экспериментальной части работы. При наличии на рентгенограмме признаков костной мозоли удаляли спицы, прекращали иммобилизацию. Пациенту рекомендовали лечебную физкультуру. Однако разрешалась только функциональная нагрузка, исключалась физическая. При разработке – рекомендованы активные движения; пассивные – только по прошествии срока не менее 4 недель. Первый сеанс ЛФК проводили под контролем лечащего врача. На 17-е сутки выполнялась так же денситометрия кисти, реовазография кистей. Далее на 24 сутки назначалась повторная явка, на которой производили клинический осмотр, оценивали функцию кисти по шкале Коллонтай в модификации Давыдова Ю.В., а также функциональные результаты оценивались по шкале DASH (Desabilities of the Arm, Shoulder, and Hand) (см. главу 2).

Отдельно производился учет срока удаления спиц и срока временной нетрудоспособности.

Для демонстрации результатов были подсчитаны средние значения для всех переменных, стандартное отклонение, медиана и перцентили. Эти показатели приведены в таблице (табл. 18).

Таблица 18.

Результаты клинической апробации (основная группа)

	Показательная статистика								
							перцентили		
	признак	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	25th	50th (Median)	75th
основная группа	возраст	15	22,67	4,34	16	32	20	22	25
	денс:кисть 2сут.	15	0,55	0,08	0,446	0,687	0,479	0,529	0,61
	денс.реген.2сут.	15	0,61	0,08	0,469	0,715	0,551	0,593	0,699
	Rd 2сут	15	1,11	0,04	1,04	1,16	1,07	1,11	1,14
	денс.кисть 17сут.	15	0,45	0,05	0,37	0,553	0,412	0,435	0,501
	денс.кисть 17сут.	15	0,57	0,07	0,405	0,695	0,498	0,58	0,59
	Rd 17сут.	15	1,25	0,10	1,07	1,4	1,17	1,25	1,35
	Vq100(б.кисть) 2сут.	15	0,56	0,37	0,05	1,12	0,23	0,53	0,94
	Vq100(зд.кисть) 2сут.	15	0,60	0,36	0,07	1,12	0,34	0,55	1,01
	Vq100больн.к.\здор.к 2сут.	15	79,73	34,01	1,93	146	63	86	96
	Vq100(б.кисть) 17сут.	15	0,72	0,39	0,09	1,47	0,36	0,67	0,98
	Vq100(зд.кисть) 17сут.	15	0,83	0,37	0,14	1,24	0,56	0,98	1,12
	Vq100больн.к.\здор.к 17сут.	15	78,76	33,27	1,47	144	61	80	95
	удаление спицы	15	19,07	3,06	17	26	17	18	20
	время нетрудоспо-соб.	15	21,33	3,50	18	28	19	20	24
	DASH	15	19,97	10,36	8,33	41,67	12,5	18,3	21,67
	Коллонтай	15	2,7	0,59	1	3	2,75	3	3

Таблица 18. Продолжение

Результаты клинической апробации (контрольная группа)

контрольная группа	возраст	15	27,2	9,18	18	49	20	23	31
	денс.кисть 2сут.	15	0,55	0,08	0,431	0,695	0,486	0,537	0,598
	денс.реген.2сут.	15	0,60	0,08	0,458	0,786	0,55	0,596	0,615
	Rd 2сут	15	1,09	0,06	1,01	1,2	1,03	1,08	1,13
	денс.кисть 17сут.	15	0,48	0,06	0,402	0,591	0,437	0,47	0,524
	денс.кисть 17сут.	15	0,55	0,08	0,437	0,717	0,498	0,523	0,625
	Rd 17сут.	15	1,15	0,12	0,88	1,3	1,14	1,18	1,21
	Vq100(б.кисть) 2сут.	15	0,60	0,48	0,05	1,61	0,09	0,65	1,06
	Vq100(зд.кисть) 2сут.	15	0,75	0,51	0,03	1,5	0,13	0,78	1,23
	Vq100больн.к.\здор.к 2сут.	15	78,27	34,52	22	167	66	75	94
	Vq100(б.кисть) 17сут.	15	0,75	0,43	0,06	1,27	0,15	0,97	1,02
	Vq100(зд.кисть) 17сут.	15	0,9	0,45	0,09	1,5	0,36	1,13	1,23
	Vq100больн.к.\здор.к 17сут.	15	78,47	24,43	36	107	47	86	96
	удаление спицы	15	23,6	5,03	17	32	18	24	25
	время нетрудоспо-соб.	15	30,93	7,81	17	42	25	30	39
	DASH	15	32,57	11,65	10,83	44,17	20,83	38,33	43,33
	Коллонтай	15	1,92	0,75	1	3	1,25	1,75	2,75

Подробно первичные результаты отражены в сводной таблице, см. Приложения (табл. 26, 27).

При статистической обработке в качестве переменных были исследованы:

Результаты денситометрии кисти на 2-е и на 17-е сутки после операции (т.е. до и после воздействия аппаратом «витафон») (в таблице - Dens hand before & after)

Результаты денситометрии зоны перелома на 2-е и на 17-е сутки после операции (в таблице - Dens fracture before & after).

Денситометрический индекс на 2-е и на 17-е сутки после операции (в таблице - Rd before & after).

Показатель объемного кровотока поврежденной кисти до и после воздействия витафоном (в таблице - Vq100(injure.h.) before & after).

Показатель объемного кровотока здоровой кисти до и после воздействия (в таблице - Vq100(intact.h.) before & after).

Отношение объемного кровотока в здоровой кисти к объемному кровотоку здоровой в процентах, до и после воздействия витафоном. (в таблице - Vq100inj/Vq100intX100% before & after)

Срок консолидации (в таблице - Period of consolidation)

Срок временной нетрудоспособности (в таблице - Term disability)

Показатель DASH на 17-е сутки.

Показатель по шкале Коллонтай в модификации Ю.В. Давыдова.

Для статистической обработки данных применяли программу SPSS.

Первым этапом было проведено сравнение перечисленных показателей в контрольной о основной группах на 2 сутки после операции (т.е. до воздействия). При этом применяли непараметрический тест Манна-Уитни (Mann-Whitney U-Test) для сравнения 2 независимы групп.

Полученные результаты представлены в таблицах SPSS (табл. 19, 20).

Таблица 19.

Сравнение ранговых последовательностей результатов денситометрии и реовазографии у контрольной и основной групп на вторые сутки после операции (до воздействия) при тесте Манна-Уитни

	Группа	N	Средние ранги	Суммы рангов
Dens hand before	0	15	14,96667	224,5
	1	15	16,03333	240,5
	всего	30		
Dens fracture before	0	15	14,66667	220
	1	15	16,33333	245
	всего	30		
Rd before	0	15	13,86667	208
	1	15	17,13333	257
	всего	30		
Vq100(injure.h.) before	0	15	15,63333	234,5
	1	15	15,36667	230,5
	всего	30		
Vq100(intact.h.) before	0	15	17	255
	1	15	14	210
	всего	30		
Vq100inj/Vq100intX100% before	0	15	14,9	223,5
	1	15	16,1	241,5
	всего	30		

Таблица 20.

Критерий Манна-Уитней (статистическая значимость различий показателей инструментальных исследований до воздействия)

	Dens hand before	Dens fracture before	Rd before	Vq100 (injure.h.) before	Vq100 (intact.h.) before	(Vq100inj/ Vq100int) X100% before
Mann-Whitney U	104,5	100	88	110,5	90	103,5
Wilcoxon W	224,5	220	208	230,5	210	223,5
Z	-0,33186	-0,51859	-1,01814	-0,08301	-0,93357	-0,37347
Asymp. Sig. (2-tailed)	**0,739994**	**0,604046**	**0,308612**	**0,933842**	**0,350527**	**0,7088**
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	**0,743702**	**0,623594**	**0,324548**	**0,934887**	**0,366875**	**0,712965**

Группирующая переменная – группа.

При сравнение результатов исследований в контрольной и основной группах получены следующие показатели:

Для денситометрии кисти до воздействия p=0,743702;

Для денситометрии зоны перелома до воздействия p=0,623594;

Для индекса денситометрии до воздействия p=0,324548;

Для показателя объемного кровотока в поврежденной кисти до воздействия p=0,934887;

Для показателя кровотока в здоровой кисти до воздействия p=0,366875;

Для отношения показателя объемного кровотока в пострадавшей кисти к объёмному кровотоку здоровой кисти в процентах p=0,712965.

Таким образом, для всех исследованных показателей p>0,05, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии различий в данных группах принимается. Т.е. до проведения виброакустического воздействия статистически зна-

чимых различий в инструментальных показателях у контрольной и основной групп не было. Сравнение этих групп правомерно.

Для установления факта наступления изменений в данных группах было проведено сравнение результатов инструментальных исследований на 2-е и 17-е сутки. Для этого был применен непараметрический тест Вилкоксона (Wilcoxon Signed Ranks Test) для анализа 2-х зависимых групп. Он основан на построении ранговой последовательности абсолютных разностей пар значений. Результаты теста приведены ниже в таблице SPSS (табл. 21, 22, 23).

Таблица 21.

Результаты теста Вилкоксона

Показательная статистика для результатов инструментальных исследований (клиническая апробация)

Измерения	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	перцентили		
						25th	50th (Median)	75th
Dens hand before	30	0,548	0,076	0,431	0,695	0,484	0,533	0,604
Dens fracture before	30	0,604	0,080	0,458	0,786	0,551	0,595	0,668
Rd before	30	1,1	0,052	1,01	1,2	1,06	1,1	1,13
Vq100(injure.h.) before	30	0,58	0,419	0,05	1,61	0,145	0,545	0,943
Vq100(intact.h.) before	30	0,68	0,441	0,03	1,5	0,315	0,67	1,04
Vq100inj/ Vq100int X100% before	30	79	33,677	1,93	167	65,25	79,5	94,5
Dens hand after	30	0,467	0,056	0,37	0,591	0,427	0,451	0,506
Dens fracture after	30	0,559	0,077	0,405	0,717	0,498	0,564	0,596
Rd after	29	1,2	0,122	0,88	1,4	1,15	1,21	1,26
Vq100(injure.h.) after	30	0,73	0,402	0,06	1,47	0,355	0,82	0,99
Vq100(intact.h.) after	30	0,87	0,408	0,09	1,5	0,51	1,01	1,21
Vq100inj/ Vq100int X100% after	30	78,62	28,678	1,47	144	60	85	96

Таблица 22.

Результаты теста Вилкоксона

Сравнение результатов инструментальных и клинических исследований до и после воздействия микровибрацей (ранговые последовательности) (Wilcoxon Signed Ranks Test)

Сравниваемые величины	Легенда сравнения	N	Средние ранги	Суммы рангов
Dens hand after – Dens hand before	Negative Ranks – a	**29**	15,75862069	457
	Positive Ranks – b	1	8	8
	Ties – c	0		
	Total	30		
Dens fracture after - Dens fracture before	Negative Ranks – d	**23**	16,2826087	374,5
	Positive Ranks – e	7	12,92857143	90,5
	Ties – f	0		
	Total	30		
Rd after - Rd before	Negative Ranks – g	7	7,571428571	53
	Positive Ranks – h	**22**	17,36363636	382
	Ties – i	0		
	Total	29		
Vq100(injure.h.) after - Vq100(injure.h.) before	Negative Ranks – j	6	10,91666667	65,5
	Positive Ranks – k	**24**	16,64583333	399,5
	Ties – l	0		
	Total	30		
Vq100(intact.h.) after - Vq100(intact.h.) before	Negative Ranks – m	6	8,5	51
	Positive Ranks – n	**23**	16,69565217	384
	Ties – o	1		
	Total	30		
Vq100inj/Vq100intX100% after - Vq100inj/Vq100intX100% before	Negative Ranks – p	11	18,90909091	208
	Positive Ranks – q	**19**	13,52631579	257
	Ties – r	0		
	Total	30		

Легенда к таблице 22:

a	Dens hand after < Dens hand before
b	Dens hand after > Dens hand before
c	Dens hand after = Dens hand before
d	Dens fracture after < Dens fracture before
e	Dens fracture after > Dens fracture before
f	Dens fracture after = Dens fracture before
g	Rd after < Rd before
h	Rd after > Rd before
i	Rd after = Rd before
j	Vq100(injure.h.) after < Vq100(injure.h.) before
k	Vq100(injure.h.) after > Vq100(injure.h.) before
l	Vq100(injure.h.) after = Vq100(injure.h.) before
m	Vq100(intact.h.) after < Vq100(intact.h.) before
n	Vq100(intact.h.) after > Vq100(intact.h.) before
o	Vq100(intact.h.) after = Vq100(intact.h.) before
p	Vq100inj/Vq100intX100% after < Vq100inj/Vq100intX100% before
q	Vq100inj/Vq100intX100% after > Vq100inj/Vq100intX100% before
r	Vq100inj/Vq100intX100% after = Vq100inj/Vq100intX100% before

Таблица 23.

Результаты теста Вилкоксона

Статистическая значимость различий результатов клинических и инструментальных исследований до и после воздействия микровибрацией (Клиническая апробация разработанной методики BAB)

Сравниваемые величины	Z	Asymp. Sig. (2-tailed) (**p**)
Dens hand after – Dens hand before	-4,61784	**0,000**
Dens fracture after – Dens fracture before	-2,920781	**0,0034915**
Rd after – Rd before	-3,559409753	**0,000371689**
Vq100(injure.h.) after – Vq100(injure.h.) before	-3,436912516	**0,000588386**
Vq100(intact.h.) after – Vq100(intact.h.) before	-3,60089	**0,000317**
Vq100inj/Vq100intX100% after – Vq100inj/Vq100intX100% before	-0,50399	**0,614268**

Таким образом, при проведении теста установлено, что показатели BMD для кисти и для зоны перелома на 17-е сутки стали меньше, чем на 2-е сутки, а показатель Rd, наоборот, стал больше.

Показатели же реовазографии на 17 сутки все стали выше. Однако, различия статистически значимы только для изменения:

BMD кисти – $p < 0,001$;

BMD Зоны перелома – $p = 0,0034915$;

Rd – $p=0,000371689$;

Объемного кровотока поврежденной кисти – p = 0,000588386;

Объемного кровотока здоровой кисти – p = 0,000317; то есть во всех перечисленных случаях p<0,05, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии различий отвергнута, и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий по данным признакам на 2-е и 17-е сутки.

Различия же показателя отношения объемного кровотока в поврежденной конечности к объемному кровотоку в здоровой конечности не являются статистически значимыми, т.е. принята нулевая гипотеза (p = 0,614268, т.е., p>0,05). Факт отсутствия различий по данному параметру, при значимых различиях показателей объемного кровотока и больной и здоровой кисти можно интерпретировать следующим образом. На 17-е сутки отмечается улучшение объемного кровотока в обеих конечностях. Данное улучшение, равно как и предварительное снижение показателей объемного кровотока носят симметричный характер на обеих конечностях, что в литературе описано как феномен «реперкуссия».

Мы установили, что к семнадцатым суткам отмечено уменьшение минеральной плотности кости и во всей кисти и в зоне перелома. При этом наблюдается увеличение денситометрического индекса, что свидетельствует о перераспределении минеральной плотности с относительным избытком её в зоне регенерации кости.

Следующим этапом было проведено сравнение всех перечисленных выше параметров у контрольной и основной групп на 17-е сутки. Для этого применён непараметрический тест Манна-Уитни (Mann-Whitney U-Test), для независимых групп.

В качестве группирующей переменной выбрана группа (Group), вариантам присвоены значения: 1 – основная группа, 2 – контрольная группа. Результаты теста приведены ниже в таблице SPSS (табл. 24, 25).

Таблица 24.

Результаты теста Манна-Уитней (Mann-Whitney Test) (Ранговые последовательности)

	Группа	N	Средние ранги	Суммы рангов
Dens hand after	0	15	17,96667	269,5
	1	15	13,03333	195,5
	всего	30		
Dens fracture after	0	15	15,03333	225,5
	1	15	15,96667	239,5
	всего	30		
Rd after	0	15	11,6	174
	1	15	19,4	291
	всего	30		
Vq100(injure.h.) after	0	15	16,2	243
	1	15	14,8	222
	всего	30		
Vq100(intact.h.) after	0	15	16,86667	253
	1	15	14,13333	212
	всего	30		
Vq100inj/Vq100intX100% after	0	15	15,76667	236,5
	1	15	15,23333	228,5
	всего	30		

Таблица 24. Продолжение

Результаты теста Манна-Уитней (Mann-Whitney Test) (Ранговые последовательности)

	Группа	N	Средние ранги	Суммы рангов
Period of consolidation	0	15	19,26667	289
	1	15	11,73333	176
	всего	30		
Term disability	0	15	20,66667	310
	1	15	10,33333	155
	всего	30		
DASH	0	15	19,96667	299,5
	1	15	11,03333	165,5
	всего	30		
Kolontay	0	15	11,2	168
	1	15	19,8	297
	всего	30		

При сравнении контрольной и основной группы по результатам денситометрического исследования на 17-е сутки BMD для кисти – p = 0,124693, т.е., p>0,05, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии различий подтверждается.

При сравнении контрольной и основной группы по результатам денситометрического исследования на 17-е сутки BMD для зоны перелома – p = 0,771403, т.е., p>0,05, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии различий подтверждается.

При сравнении контрольной и основной группы по результатам денситометрического исследования на 17-е сутки Rd – p = 0,015111, т.е., p<0,05, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии различий отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий между группами.

При сравнении контрольной и основной группы по результатам реовазографического исследования объемного кровотока в поврежденной кисти

Таблица 25.

Результаты теста Манна-Уитней. (Mann-Whitney U-test)

Статистическая значимость сравнения ранговых последовательностей результатов инструментальных и клинических исследований у контрольной и основной групп после воздействия микровибрацией в ходе клинической апробации

Сравниваемые величины	Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig. (2-tailed) (**p**)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] (**p**)
Dens hand after	75,5	-1,53537	**0,124693**	**0,126147**
Dens fracture after	105,5	-0,29054	**0,771403**	**0,77484**
Rd after	54	-2,42971	**0,015111**	**0,014519**
Vq100 (injure.h.) after	102	-0,43596	**0,662868**	**0,682674**
Vq100 (intact.h.) after	92	-0,85077	**0,394895**	**0,412376**
Vq100inj/ Vq100int X100% after	108,5	-0,1661	**0,868081**	**0,870194**
Period of consolid.	56	-2,40672	**0,016097**	**0,018554**
Term disability	35	-3,22533	**0,001258**	**0,000834**
DASH	45,5	-2,78182	**0,005406**	**0,004266**
Kollontay	48	-2,7992	**0,005123**	**0,006568**

Группирующая переменная: Group (группа)

(Vq100) на 17-е сутки – p = 0,662868, т.е., p>0,05, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии различий подтверждается.

При сравнении контрольной и основной группы по результатам реовазографического исследования объемного кровотока в здоровой кисти (Vq100) на 17-е сутки – p = 0,394895, т.е., p>0,05, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии различий подтверждается.

При сравнении контрольной и основной группы по результатам реовазографического исследования отношения объемного кровотока в поврежденной кисти к показателю объемного кровотока в здоровой кисти (Vq100inj/Vq100intX100%) на 17-е сутки – p = 0,868081, т.е., p>0,05, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии различий подтверждается.

При сравнении срока консолидации (Period of consolidation) переломов контрольной и основной группы – p = 0,016097, т.е., p<0,05, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии различий отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий между группами по данному признаку.

При сравнении срока временной нетрудоспособности (Term disability) контрольной и основной группы – p = 0,001258, т.е., p<0,05, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии различий отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий между группами по данному признаку.

При сравнении показателя функциональных нарушений по шкале DASH контрольной и основной группы – p = 0,005406, т.е., p<0,05, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии различий отвергается и принимается альтернативная гипотеза о наличии статистически значимых различий между группами по данному признаку.

При сравнении показателя функции кисти по шкале Коллонтай контрольной и основной группы – p = 0,005123, т.е., p<0,05, следовательно, нулевая гипотеза об отсутствии различий отвергается и принимается альтерна-

тивная гипотеза о наличии статистически значимых различий между группами по данному признаку.

Таким образом, в результате клинической апробации получены данные о положительном влиянии микровибрации в основной группе на увеличение денситометрического индекса (рис. 61), уменьшение срока консолидации и срока временной нетрудоспособности (рис. 60), уменьшение функциональных нарушений (по шкале DASH) (рис. 62) и улучшению функциональных результатов по шкале Коллонтай (рис. 63). Наглядно различия отображены на диаграммах.

Рис. 60. Диаграмма. Сравнительная характеристика сроков временной нетрудоспособности и удаления спиц в контрольной и основной группах.

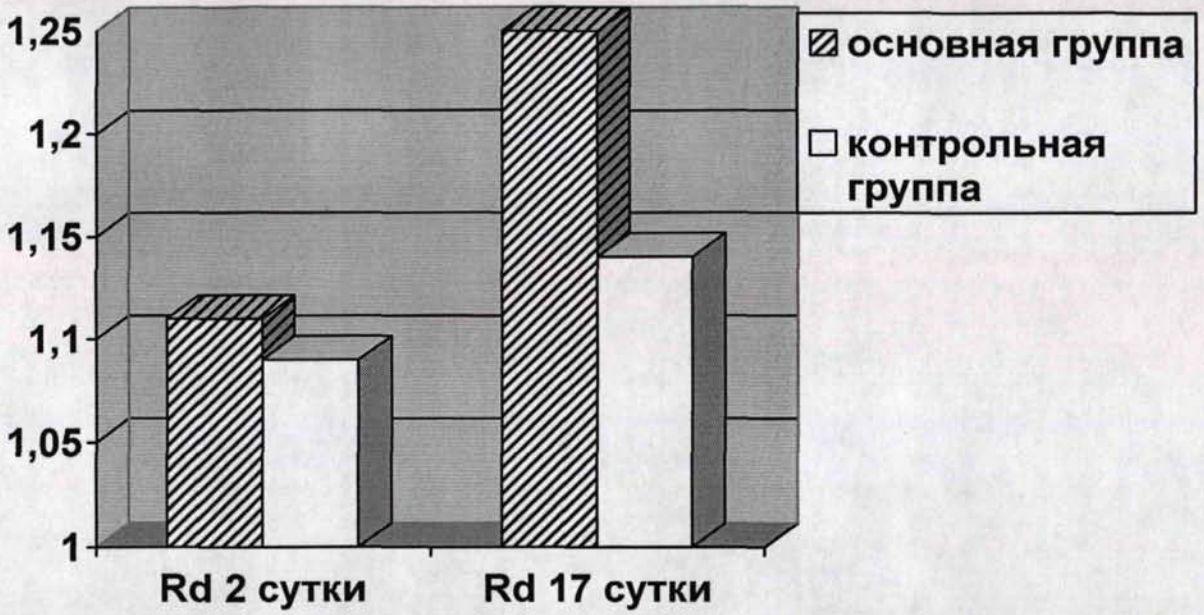


Рис. 61. Диаграмма. Сравнительная характеристика результатов денситометрии на 17-е сутки в контрольной и основной группах.

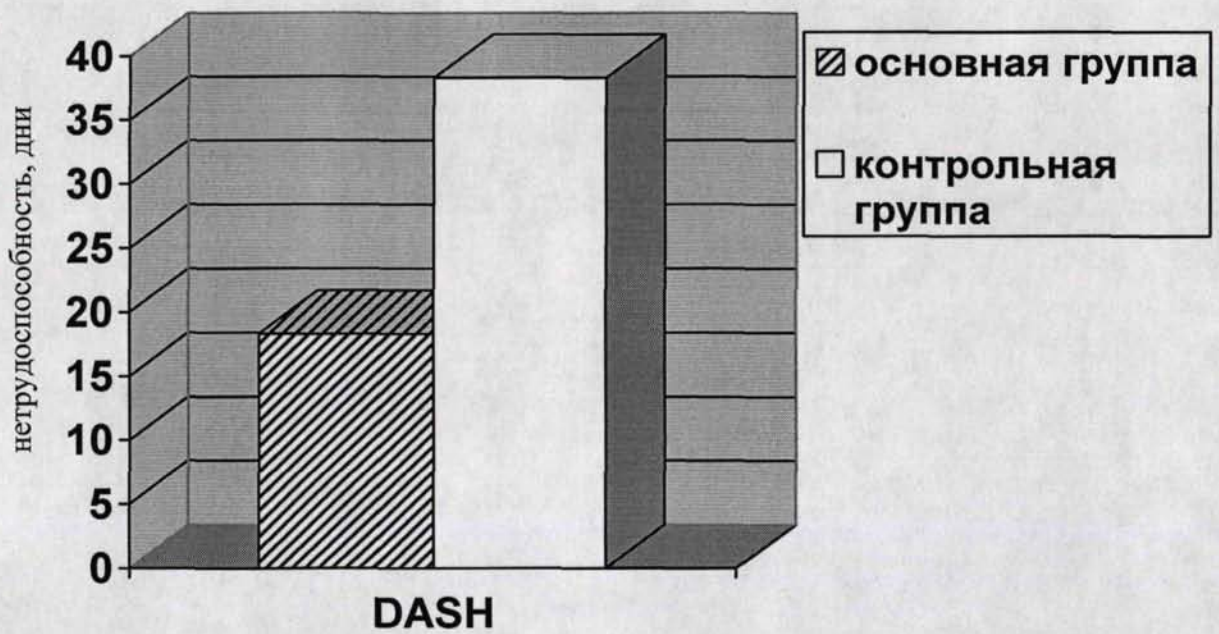


Рис. 62. Диаграмма. Результаты сравнительной оценки функции кисти по шкале DASH(оценки нетрудоспособности) в контрольной и основной группе на 24 сутки.

Рис. 63. Диаграмма. Результаты сравнительной оценки функции кисти по шкале Ю.Ю. Коллонтай в модификации Ю.В. Давыдова в контрольной и основной группе на 24 сутки.

Клинически значимым является отсутствие различий показателей минеральной плотности для контрольной и основной групп. При этом отличается равномерность её распределения. В основной группе отношение плотности зоны перелома к плотности всей кисти имеет значимо большую величину. Это подтверждается и рентгенологически. Так при анализе рентгенограмм при помощи программы «перелом» выявлено неравномерное распределение оптической плотности в пользу зоны повреждения (и в эксперименте у опытных животных, и в клинике в основной группе). Следовательно, изменения минеральной плотности при применении виброакустического воздействия носит не количественный, а качественный характер. Это ещё раз подтверждает, что правильнее говорить о том, что виброакустическое воздействие

обладает не стимулирующим, а только оптимизирующим действием на репаративный остеогенез.

Интересно отметить отсутствие различий в контрольной и основной группах по показателям реовазографии. Данное обстоятельство, а так же подтвержденное к эксперименте оптимальное действие микровибрации в третьем периоде консолидации, не укладывается в описанный в литературе механизм положительного действия микровибрации при регенерации тканей. По-видимому, кроме улучшения локального кровотока и уменьшения отека есть другие механизмы оптимизации репаративного остеогенеза при виброакустическом воздействии.

Заключение

В нашей работе проведено исследование влияния виброакустического воздействия аппаратом «Витафон» на репаративный остеогенез.

Было выполнено 2 серии опытов на кроликах породы шиншилла, и 2 серии клинических исследований влияния виброакустического воздействия. Перед первой серией опытов были поставлены следующие задачи:

В эксперименте на животных (кроликах) изучить закономерность течения репаративного остеогенеза. Выявить его стадийность и уточнить временные характеристики периодов сопоставимых с аналогичными при репаративном остеогенезе при переломе трубчатой кости у человека.

Получить экспериментальные данные о влиянии виброакустического воздействия на регенерацию кости, или доказать отсутствие такого влияния.

При проведении первой серии опытов были прооперированы 16 кроликов породы шиншилла. В ходе операции на лучевую кость по стандартному трафарету были нанесены 3 круглых дефекта. В основной группе на следующий день после операции производили виброакустическое воздействие в режиме 2 – 15 минут, 6 раз в сутки. На 6,11,16,21 сутки из эксперимента выводились по 2 животных из каждой группы. Выполняли вычленение предплечья с последующей его денситометрией, рентгенологическим исследованием, макроскопическим и гистологическим исследованием с морфометрией регенерата.

Получены данные о закономерности течения процесса репаративной регенерации в трубчатых костях (на примере лучевой кости предплечья кролика). Гистологически подтверждено положительное влияние микровибрации на процессы регенерации и мягких тканей, и кости при её повреждении. Установлены различия в индексе морфометрии (показывающего степень заполнения регенератом дефекта кости) для трех локализаций повреждений отдельно; и они оказались статистически значимы (для сравнения производили непараметрический тест для несвязанных групп – U-тест Манна-Уитни). Таким образом, в результате первой серии опытов установлено, что

- Виброакустическое воздействие обладает оптимизирующим эффектом на течение репаративного остеогенеза в трубчатой кости.
- Виброакустическое воздействие обладает оптимизирующим эффектом на процесс регенерации в мягких тканях, окружающих зону повреждения трубчатой кости.
- Процесс репаративного остеогенеза трубчатой кости характеризуется стадийностью, аналогично периодам консолидации кости, описанным у человека. Первые три периода соответствуют примерно 1–5, 6–10, 11–15 суткам.

Кроме того, при анализе рентгенограмм установлено, что при применении виброакустического воздействия отмечается перераспределение костной плотности в сегменте в пользу зоны повреждения. Данное обстоятельство оказалось важным в дальнейшем при анализе показателей денситометрии зоны повреждения кости во второй серии опытов.

Вторым этапом исследования изучали влияние виброакустического воздействия, при лечении пациентов с переломами трубчатых костей кисти.

Были проанализированы результаты лечения 71 пациента с переломами трубчатых костей кисти различной локализации и степени тяжести. В том числе переломы пястных костей, основных фаланг, средних фаланг. 35 пациентов – основная группа – получали в послеоперационном периоде виброакустическое воздействие на зону перелома; контрольная группа – 36 пациентов – проходили послеоперационный период лечения по стандартной схеме.

Основную группу составили 35 больных: с переломами трубчатых костей кисти в сроки от 1 до 3 дней после травмы; 2 пациента с неправильно сросшимися переломами 3 и 5 пястных костей соответственно. В контрольную группу (n=36) вошли пациенты со свежими переломами трубчатых костей кисти в сроки от 1 до 3 дней после травмы и один пациент с неправильно срастающимся переломом 5 пястной кости. По локализации повреждения подавляющее большинство составили переломы пястных костей. Пациентам со свежими переломами трубчатых костей кисти выполняли репозицию и ос-

теосинтез. Пациентам с неправильно сросшимися переломами выполнялась корригирующая остеотомия по оригинальной методике (патент РФ №2290119).

При анализе полученных результатов клинического исследования функции кисти (по шкале Коллонтай Ю.Ю. в модификации Давыдова Ю.В.), а также анализа сроков консолидации переломов и сроков временной нетрудоспособности в контрольной и основной группах, выявлено статистически значимое сокращение сроков консолидации, нетрудоспособности и улучшение функции кисти на шкале Коллонтай. Таким образом, виброакустическое воздействие оказывает оптимизирующее влияние и может применяться при лечении пациентов с переломами трубчатых костей кисти.

Однако, в проведенной серии опытов, а также в клинической части работы выбор способа воздействия был основан на рекомендациях производителя аппарата. В проанализированной литературе не удалось найти ни клинического, ни экспериментального обоснования применения аппарата виброакустического воздействия, и, тем более, методики воздействия при лечении переломов трубчатых костей. Для экспериментального определения оптимального способа применения аппарата виброакустического воздействия «Витафон», выборе режима, дозы и периода воздействия была проведена 2-я серия опытов на 30-ти кроликах породы «шиншилла». При операции были сформированы овальные дефекты лучевой кости предплечья. Далее производилось виброакустическое воздействие, при этом были использованы различные комбинации режимов, доз и периодов воздействия. План эксперимента был составлен в соответствии с матрицей ортогонального планирования. Статистический анализ проводили при помощи непараметрического теста для более чем 2-х независимых выборок – теста Краскела-Уолисса (Kruskal-Wallis H-Test). При анализе результатов эксперимента было установлено, что в различных комбинациях условий микровибрация может обладать не только стимулирующим, но и подавляющим действием на регенерацию костной ткани. Было установлено, что применение микровибрации во втором периоде

консолидации может губительно сказаться на процессе регенерации кости. Применение виброакустического воздействия аппаратом «Витафон» во 2-ом режиме во 2-й период консолидации противопоказано.

Так же установлено, что оптимизирующее влияние виброакустического воздействия на репаративный остеогенез выражено в большей степени при использовании его в третьем периоде консолидации, в режиме 1, в дозировке 6 раз в сутки по 15 минут.

Данная методика виброакустического воздействия экстраполирована в клинику и применена в ходе клинической апробации в лечении пациентов с закрытыми переломами пястных костей кисти. Перед клинической апробацией поставлена задача установить или опровергнуть факт оптимизирующего влияния виброакустического воздействия при лечении пациентов с переломами пястных костей.

В ходе клинической апробации исследовали влияние виброакустического воздействия с описанными выше параметрами на показатели денситометрии кисти и зоны перелома, денситометрического индекса, реовазографии поврежденной и здоровой кисти, а также отношения этих показателей, функции кисти по шкале Коллонтай Ю.Ю. в модификации Давыдова Ю.В., и степень функциональных нарушений по шкале DASH, время консолидации переломов и временной нетрудоспособности. Производили сравнение по данным параметрам основной и контрольной группы. Для сравнения групп был также применен тест Манна-Уитней. Сначала было проведено сравнение перечисленных показателей у контрольной и основной группы на 2 сутки после операции, в результате чего не выявлено различий между группами. Следовательно, эти группы можно сравнивать. Следующим этапом было выполнено сравнение перечисленных показателей для всех пациентов на 2-е и 17-е сутки. Для этого применен тест для 2-х зависимых выборок – тест Вилкоксона (Wilcoxon Signed Ranks Test). Установлены статистически значимые различия по всем показателям, кроме отношения объёмного кровотока пострадавшей кисти к объемному кровотоку здоровой кисти. Отсутствие изменений

этого показателя может говорить о том, что циркуляторные расстройства возникали при травме и уходили в послеоперационном периоде симметрично на здоровой и поврежденной конечности. Данный феномен можно связать с описанным в литературе явлением – реперкуссией (Райнберг С.А., 1964). Установлены статистически значимые различия по всем показателям, кроме реовазографии.

После этого было проведено сравнение контрольной и основной групп на 17-е сутки. При этом использован тест Манна-Уитней. При сравнении показателей BMD не выявлено статистически значимых различий, но при этом различия выявлены в Rd – денситометрическом индексе. То есть, минеральная плотность костной ткани не отличается в контрольной и основной группах, но отличается равномерность её распределения. В основной группе отношение плотности зоны перелома к плотности всей кисти имеет значимо большую величину. Это подтверждается и рентгенологически. Так при анализе рентгенограмм при помощи программы «перелом» выявлено неравномерное распределение оптической плотности в пользу зоны повреждения. Следовательно, изменения минеральной плотности при применении виброакустического воздействия носит не количественный, а качественный характер. Это ещё раз подтверждает, что правильнее говорить о том, что виброакустическое воздействие обладает не стимулирующим, а только оптимизирующим действием на репаративный остеогенез.

Показатели шкалы DASH, Коллонтай, сроков консолидации и временной нетрудоспособности продемонстрировали статистически значимые различия в пользу основной группы.

Таким образом, предложенная методика виброакустического воздействия обладает оптимизирующим влиянием на репаративный остеогенез и может быть использована в лечении пациентов с переломами трубчатых костей с целью улучшения функциональных результатов.

Интересно, что при клинической апробации не выявлено различий (в результате статистического теста Манна-Уитней принята нулевая гипотеза об

отсутствии отличий) в показателях реовазографии у контрольной и основной группы. Вместе с тем, в эксперименте установлено, что наибольшим положительным эффектом виброакустическое воздействие обладает в 3-м периоде консолидации, когда влияние отека уже не выражено, и нарушения микроциркуляции практически купированы. Это же подтверждают и результаты сравнения зависимых групп – до и после воздействия: коррекция микроциркуляции отмечена и в контрольной, и в основной группах без статистически значимых различий. Эти данные не укладываются в описываемый в литературе механизм положительного эффекта микровибрации, связываемый большинством авторов с улучшением локального кровотока (Потего Н.К., 2002; Степанова Г.А. с соавт., 2006; Шевцов В.И., Меньщикова И.А., 2008 и др.). Описан эффект направленной миграции стволовых клеток в нативном препарате костного мозга (in vitro) под действием микровибрации определённой частоты (Шутко А.Н., 2006). Данное обстоятельство позволяет нам предположить влияние виброакустического воздействия на пролиферацию полипотентных клеток. Однако такое предположение требует серьезного направленного экспериментального исследования.

Возможными направлениями дальнейших исследований могут быть: изучение механизма действия микровибрации на пролиферацию клеток, установление механизма его оптимизирующего эффекта; изучение влияния больших доз микровибрации, и дробного применения воздействия для установления максимального лечебного эффекта.

Выводы

1. Виброакустическое воздействие может иметь разнонаправленное действие на репаративный остеогенез и протекание регенераторных процессов в мягких тканях, окружающих зону перелома трубчатой кости. В зависимости от сочетания его характеристик: режима, дозы и периода воздействия, возможно как оптимизирующее, так и угнетающее действие на остеорепарацию.
2. Экспериментальное исследование показало, что наиболее выраженное оптимизирующее влияние на репаративный остеогенез виброакустическое воздействие оказывает при применении его в третьей фазе костной регенерации (в период формирования первичной костной мозоли), в режиме №1 и с периодичностью 6 раз в сутки, при длительности процедур по 15 минут, что подтверждается результатами денситометрического и морфометрического исследований. Полученную экспериментально методику можно экстраполировать на лечение пациентов с переломами трубчатых костей.
3. Сравнительный анализ результатов лечения пациентов с переломами трубчатых костей кисти показал, что применение виброакустического воздействия в послеоперационном периоде позволило добиться в основной группе улучшения функциональных результатов на 0,4 балла (по 3-х бальной шкале Коллонтай) и сокращения реабилитационного периода на 29%, по сравнению с контрольной группой.
4. Разработанная методика виброакустического воздействия успешно прошла клиническую апробацию и обеспечила в основной группе пациентов положительные и статистически значимые отличия по сравнению с контрольной группой больных в отношении функциональных результатов лечения (по шкалам DASH и Коллонтай), степени минерализации костной мозоли (по денситометрическому индексу) и сроков реабилитационного периода.

Практические рекомендации

1. Виброакустическое воздействие целесообразно применять при комплексном лечении пациентов с переломами трубчатых костей кисти в послеоперационном периоде по разработанной и апробированной нами методике, соблюдая режим, дозировку и время со дня операции.
2. Экспериментально доказано, что применение виброакустического воздействия во 2-ом периоде консолидации подавляет регенерацию кости. Поэтому применение его в клинике в данный период противопоказано.
3. Для оптимизации условий сращения переломов костей кисти и улучшения функциональных результатов лечения, следует использовать виброакустическое воздействия с 14 по 21 сутки со дня операции (травмы) в 1-м режиме в дозировке по 15 минут 6 раз в день.
4. Применение виброакустического воздействия в послеоперационном периоде у пациентов с переломами трубчатых костей кисти рационально в амбулаторном порядке, при условии строгого соблюдения рекомендованных лечащим врачом режима, дозировки и периода воздействия.
5. При установке вибрафонов на кисть желательно такое их расположение, при котором направления распространения волн будут пересекаться в зоне перелома под углом максимально близким к 90°.

Библиографический список использованной литературы

1. Алкперов, И.И. Влияние звуковых волн слышимого диапазона на артериальное давление и умственную работоспособность у больных артериальной гипертензией / И.И. Алкперов, М.И. Бегляров, Т.Х. Аллахвердиева // Труды V Всероссийского съезда физиотерапевтов и курортологов и Российского научного форума "физические факторы и здоровье человека". – М., 2002. – С. 10-11.

2. Анисимов, А.И. Применение электромагнитных полей для лечения нарушений консолидации голени : метод. рекомендации / сост. А.И. Анисимов, В.И. Карпцов, В.Г. Емельянов: СПб., – 1985. – 8 с.

3. Арсеньев, А.В. Влияние слабого комбинированного магнитного поля, вызывающего эффект ион-параметрического резонанса, на функциональную активность ростковых зон экспериментальных животных / А.В. Арсеньев, М.Г. Дудин, В.М. Михайлов, Г.В. Соколов // Травматология и ортопедия России. Приложение. – 2007. – №3(45). – С. 100.

4. Афанасьев, Л.М. Сравнительная оценка различных методов лечения переломов трубчатых костей кисти / Л.М. Афанасьев, А.В. Козлов, О.А. Якушин // Травматология и ортопедия России. – 1998. – №2. – С. 13-15.

5. Баиндурашвили, А.Г Опыт применения экстренного виброакустического воздействия при реимплантации мягких тканей / Баиндурашвили А.Г., Бразоль М.А., Макеев А.Б. // Виброакустика в медицине: сборник статей. – СПб.: "Вита Нова", 2002. – С. 24-28.

6. Баиндурашвили, А.Г. Виброакустический метод в детской ортопедии: учебное пособие / А.Г. Баиндурашвили, М.Ф. Ковшова, В.А. Федоров. – СПб: СПбМАПО. – 2000. – 10 с.

7. Баиндурашвили, А.Г. Виброакустическое воздействие в комплексном лечении больных: пособие для врачей / А.Г. Баиндурашвили, В.А. Фёдоров. – СПб.: "Вита Нова", – 2003. – 90 с.

8. Балакина, В.С. Современные принципы лечения ложных суставов длинных трубчатых костей / В.С. Балакина // Ортопедия, травматология, протезирование. – 1985. – № 10. – С. 56-59.

9. Балакина, В.С. Влияние размельченной кости на процесс регенерации костной ткани при переломе / В.С. Балакина // Труды Ленинградского НИИТО. – Вып. 5. – Л., 1956. – С. 26-41.

10. Барсук, В.И. Стабильный интрамедулярный остеосинтез с помощью металлических штифтов при закрытых переломах фаланг и пястных костей кисти / В.И. Барсук // Современные проблемы лечения повреждений и заболеваний верхней конечности: сб. науч. трудов. – М., 1998. – С. 52-54.

11. Батрак, Г.Е. Дозирование лекарственных средств экспериментальным животным / Г.Е. Батрак, Л.Н. Кудрин. – М.: Медицина, 1979. – 97 с.

12. Башуров, З.К. Исходы лечения больных с дефектами длинных трубчатых костей / З.К. Башуров // Повреждения и заболевания опорно-двигательного аппарата. – Л. – 1982. – С. 35-39.

13. Бегляров, М.И. Влияние звуковых волн непрерывно меняющейся частоты на некоторые показатели перекисного окисления липидов и антиоксидантной системы у больных артериальной гипертензией / М.И. Бегляров, Г.Х. Бахрамова, И.И. Алкперов, Т.Х. Аллахвердиева // Труды V Всероссийского съезда физиотерапевтов и курортологов и Российского научного форума "физические факторы и здоровье человека". – М. – 2002. – С. 27-28.

14. Белова, А.Н. Руководство по реабилитации больных с двигательными нарушениями. – Том II. / А.Н. Белова, О.Н. Шепетова. – М.: Антидор, 1999. – 648 с.

15. Белоусов, А.Е. Пластическая реконструктивная и эстетическая хирургия / А.Е. Белоусов. – СПб.: Гиппократ, 1998. – 744 с.

16. Березуцкий, С.Н. Применение внеочаговой жесткой конструкции из спиц для лечения внутрисуставных переломов фаланг пальцев кисти при их

сочетанном повреждении / С.Н. Березуцкий, Н.Г. Чепак, В.Е. Воловик // Травматология и ортопедия России. Приложение. – 2008. – №3(48). – С. 12.

17. Богданов, Е.А. Переломы трубчатых костей кисти и их лечение : автореф. дисс. докт. мед. наук / Е.А. Богданов. – Л., 1973. – 19 с.

18. Борзунов, Д.Ю. Особенности чрескостного остеосинтеза при замещении пострезекционных дефектов трубчатых костей кисти / Д.Ю. Борзунов, Д.С. Моховиков // Гений Ортопедии. – 2009. – №2. – С. 34-39.

19. Борзунов, Д.Ю. Изменение оптической плотности дистракционного регенерата на этапах хирургического лечения дефектов и ложных суставов костей предплечья / Д.Ю. Борзунов, Е.В. Осипова, М.Н. Соколова // Гений Ортопедии. – 2009. – №2. – С. 69-72.

20. Васильев, А.Э. Ресурсы организма - иммунитет, здоровье, долголетие / А.Э. Васильев [и др.]. – СПб.: "Вита Нова", 2004. – 416 с.

21. Васильев, А.Ю. Экстракорпоральная ударно-волновая терапия в лечении травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата / А.Ю. Васильев, Е.А. Егорова. – М.: "Медицина", 2005. – 96 с.

22. Виноградова, Т.П. О репаративной регенерации костной ткани при диафизарных переломах костей / Т.П. Виноградова, Г.И. Лаврищева // Ортопедия травматология и протезирование. – 1973. – №3. – С. 43-48.

23. Виноградова, Т.П. Регенерация и пересадка костей / Т.П. Виноградова, Г.И. Лаврищева. – М.: «Медицина», 1974. – 246 с.

24. Витюгов, И.А. Консервативное и оперативное лечение внутри и околосуставных переломов V пястной кости кисти /И.А. Витюгов, В.А. Копысова // Лечение больных с повреждениями суставов и их последствиями: сб. науч. трудов. – Л., 1985. – С. 23-26.

25. Волкова А.М. Хирургия кисти / А.М. Волкова. – Екатеринбург: ИПП «Уральский рабочий», 1995. – 208 с.

26. Волошин, В.П. Костная пластика дефектов вертлужной впадины при повторном эндопротезировании тазобедренного сустава / В.П. Волошин,

М.В. Лекшвили, Г.А. Оноприенко, Д.В Мартыненко // Вестник Травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2008. – №1. – С. 71-74.

27. Гилинская, Н.Ю. Виброакустическая терапия – новое направление в лечении дисциркуляторной энцефалопатии / Н.Ю. Гилинская, А.А. Ашавская // Труды V Всероссийского съезда физиотерапевтов и курортологов и Российского научного форума "физические факторы и здоровье человека". – М. – 2002. – С. 67.

28. Гребнева, О.Л. Влияние остеоиндуктивных компонентов плазмы крови на гематологические показатели у мышей / О.Л. Гребнева, М.А. Ковинька, С.П. Изотова // Гений Ортопедии. – 2005. – №3. – С. 58-61.

29. Губочкин, Н.Г. Избранные вопросы хирургии кисти / Н.Г. Губочкин, В.М. Шаповалов. – Санкт-Петербург, 2000. – 112 с.

30. Давыдов, Ю.В. Оперативное лечение свежих и застарелых переломов и вывихов фаланг пальцев кисти : автореф. дисс. канд. мед. наук. / Давыдов Юрий Викторович. – СПб, 2002. – 21 с.

31. Дадалов, М.И. Ошибки и осложнения при лечении закрытых переломов трубчатых костей кисти / М.И. Дадалов, [и др.]. // Всеросс. науч. практ. конф.: тезисы докладов. – Ч.1. – Йошкар-Ола, – 1994. – С. 21-22.

32. Данилкин, М.Ю. Устранение деформаций костей кисти методом чрескостного остеосинтеза / М.Ю. Данилкин // Травматология и ортопедия России. Приложение. – 2008. – №3(48). – С. 27.

33. Деев, Р.В. Пути развития клеточных технологий в костной хирургии / Р.В. Деев, А.А. Исаев, А.Ю. Кочиш, Р.М. Тихилов // Травматология и ортопедия России. – 2008. – №1(47). – С. 65-74.

34. Деев, Р.В. Результаты трансплантации культуры аутогенных стромальных клеток костного мозга в область краевого дефекта длинных трубчатых костей / Деев Р.В. [и др.]. // Травматология и ортопедия России. – 2007. – №2. – С. 57-63.

35. Дубровин, Г.М. Влияние перфторана на локальную микроциркуляцию и остеорепарацию при высокоэнергетических переломах в зависимости от способа его введения (экспериментальное исследование) / Г.М. Дубровин [и др.]. // Вестник Травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2008. – №3. – С. 23-26.

36. Емельянов, В.Г.Применение электромагнитной стимуляции при лечении ложных суставов костей голени методом внеочагового компрессионно-дистракционного остеосинтеза / В.Г. Емельянов, Э.М. Сулейманов // V Всероссийский съезд травматологов-ортопедов, Ярославль, 1990 г.: тез. докл. – Ярославль, 1990. – С. 211-212.

37. Ефанов, О.И. Применение виброкресла ФЭСТ-1 в лечении пояснично-крестцового радикулита / О.И. Ефанов // Труды V Всероссийского съезда физиотерапевтов и курортологов и Российского научного форума "физические факторы и здоровье человека". – М., 2002. – С. 118-119.

38. Жирнов, В.А. Применение физиотерапии при наличии металлоконструкций / В.А. Жирнов // Травматология и ортопедия России. – СПб. – 2006. – №2. – С. 121.

39. Жирнов, В.А. О возможности применения физических факторов при наличии металлических имплантатов / В.А. Жирнов // Тезисы докладов VI Всероссийского съезда физиотерапевтов. – СПб, 2006. – С. 197-198.

40. Жирнов, В.А. Исторический путь развития физиотерапии в Российском НИИ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена / В.А. Жирнов // Тезисы докладов VI Всероссийского съезда физиотерапевтов. – Санкт-Петербург, 2006. – С. 196-197.

41. Жирнов, В.А. Фототерапия в травматологии и ортопедии / В.А. Жирнов, А.К. Василькин // Тезисы докладов VI Всероссийского съезда физиотерапевтов. – Санкт-Петербург, 2006 – С. 198.

42. Зайченко, И.Л. Влияние разных повреждений эпифизарного хряща на рост костей / И.Л. Зайченко // Ортопедия травматология. – 1940. – С. 62-68.

43. Зердеджи, М.А. Тактика применения некоторых вариантов остеосинтеза спицами при открытых оскольчатых переломах трубчатых костей кисти / М.А. Зердеджи, И.Ю. Мигулева // Травматология и ортопедия России. Приложение. – 2008. – С. 33.

44. Зоря, В.И.Ферментная стимуляция остеогенеза при лечении несросшихся переломов и ложных суставов костей конечностей / В.И. Зоря, Н.В. Ярыгин, Е.Д. Склянчук, А.П. Васильев // Вестник Травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2007. – №2. – С. 80-85.

45. Зурмаев, И.А. Открытые сочетанные повреждения кисти и пальцев и их лечение / И.А. Зурмаев // Ортопедия травматология и протезирование – 1975. №3 С. 59-61.

46. Идрисова, Г.З. Реабилитация больных с переломами длинных трубчатых костей конечностей в раннем послеоперационном периоде с применением импульсных магнитных полей : автореф. дисс. канд.мед.наук. / Г.З. Идрисова. – СПб, 2005. – 20 с.

47. Илизаров, Г.А. Новый принцип остеосинтеза с применением перекрещивающихся спиц и колец / Г.А. Илизаров // Сборник научных работ Курганского областного научно-медицинского общества. – Курган, 1954. – С. 146-160.

48. Исаева, А.В. Современный подход к реабилитации детей с переломами длинных трубчатых костей / А.В. Исаева, С.В. Минаев, Ю.И. Стернин, И.В. Минаева // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 2009. – №3. – С. 29-31.

49. Каплан, А.В. Повреждение костей и суставов: 3-е изд. / А.В. Каплан. – М.: Медицина, 1979. – 568 с.

50. Карлов, А.В. Системы внешней фиксации и регуляторные механизмы оптимальной биомеханики / А.В. Карлов, В.П. Шахов. – Томск: SST, 2001. – 480 с.

51. Кирика, Н.В. Применение звуковой стимуляции в комплексном лечении больных язвенной болезнью / Н.В. Кирика [и др.] // труды V

Всероссийского съезда физиотерапевтов и курортологов и Российского научного форума "физические факторы и здоровье человека". – Москва, 2002. – С. 168-169.

52. Кирсанов, К.П. Репаративная регенерация костей и соединений таза в условиях управляемого чрескостного остеосинтеза (экспериментально-морфологическое исследование) / К.П. Кирсанов, В.В. Краснов, Т.А. Силантьева, А.М. Чиркова // Гений Ортопедии. – 2008. – №4. – С. 32-38.

53. Клюквин, И.Ю. Травмы кисти / И.Ю. Клюквин, И.Ю. Мигулёва, В.П. Охотский. – Москва: "ГЭОТАР-Медиа", 2009. – 192 с.

54. Ковеленов, А.Ю. Исследование эффективности виброакустического метода терапии для профилактики гриппа и других ОРЗ / А.Ю. Ковеленов // Труды IV международной конференции "Виброакустика в медицине". – 2006. – С. 26-31.

55. Коллонтай, Ю.Ю. Наружный внеочаговый остеосинтез при свежих и застарелых переломах трубчатых костей кисти / Ю.Ю. Коллонтай, Л.Ю. Науменко, Н.Д. Головаха // Ортопедия травматология. – 1985. – №7. – С. 23-27.

56. Корж, А.А. Репаративная регенерация кости / А.А. Корж, А.М. Белоус, Е.Я. Панков. – М.: Медицина, 1972. – 232 с.

57. Корнилов, Н.В. Амбулаторная травматология и ортопедия: руководство для врачей / Н.В. Корнилов, Э.В. Грязнухин. – 1994. – 220 с.

58. Корнилов, Н.В. Восстановительные операции при тяжёлых повреждениях кисти с применением деминерализованных костных аллотрансплантатов / Н.В. Корнилов С.Н. Сивков // Получение и клиническое применение деминерализованных костных трансплантатов. – Л., 1987. – С. 24-27.

59. Коршунов, В.Ф.Лечение переломов пястных костей кисти методом стабильного интрамедуллярного остеосинтеза штифтами из никелида титана / В.Ф. Коршунов, В.И. Барсук // Патология кисти (диагностика, лечение и реабилитация): сборник научных трудов. – СПб. – 1994. – С. 21-24.

60. Кочиш, А.Ю. Анатомо-клиническое обоснование несвободной костной пластики ладьевидной кости запястья лоскутами из тыльной поверхности дистального эпифиза лучевой кости / А.Ю. Кочиш, Н.Г. Губочкин, М.В. Ткаченко, А.Л. Кудяшев // Травматология и ортопедия России. – 2005. – №3(37). – С. 75.

61. Краснов, А.Ф. Организационно-теоретические вопросы применения гипербарической оксигенации в травматологии и ортопедии / А.Ф. Краснов // Анналы травматологии и ортопедии. – 1993. – №1. – С. 39-41.

62. Кузьмина, Н.Н. Системная энзимотерапия в комплексном лечении ювенильных хронических артритов / Н.Н. Кузьмина, Г.Р. Мовсисян // Педиатрия. – 2004. – №2. – С. 34-38.

63. Куртов, А.И. Виброакустическое воздействие в комплексном лечении больных / А.И. Куртов // Виброакустика в медицине: пособие для врачей. СПб. : Вита-Нова, 2003. – 90 с.

64. Ларионова, Т.А. Минеральная плотность костной ткани и содержание остеотропных гормонов в крови в процессе лечения множественных закрытых переломов верхней конечности / Т.А. Ларионова, Е.Н. Овчинников, Д.В. Самусенко // Вестник Травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2008. – №1. – С. 89-91.

65. Лациник, Н.В. Влияние трипсинизации костного мозга на эффективность образования колоний фибробластов в монослойных культурах / Н.В. Лациник, С.Ю. Сидорович, А.Я. Фриденштей // Бюл. экспер. биологии и медицины. – 1981. – Т.92, №9. – С. 356-358.

66. Лекшвили, М.В. Разработка и применение костно-пластических материалов в травматологии и ортопедии / М.В. Лекшвили, В.В. Зайцев, М.Г. Васильев // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2009. – №1. – С. 82-85.

67. Лепилин, А.В. Применение динамической магнитотерапии и чрескожной электронейростимуляции в комплексном лечении больных с переломами нижней челюсти при воспалительных заболеваниях пародонта /

А.В. Лепилин, Н.Л. Ерокина, Т.В. Рогатина, И.Ю. Хлусов // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 2009. – №4. – С.37-39.

68. Лернер, П.И. Наш опыт лечения последствий внутрисуставных переломов пальцев кисти с применением аппаратов внешней фиксации / П.И. Лернер, Н.А. Латыпова, Р.Г. Кузнецова // Патология кисти (диагностика, лечение и реабилитация) : сборник научных трудов. – СПб. – 1994. – С. 16-21.

69. Лимберг, А.А. Собственная методика пересадки размельченной костной ткани / А.А. Лимберг // Материалы I съезда травматологов-ортопедов республик Закавказья. – Баку, 1966. – С. 292-293.

70. Линник, С.А. Комплексное лечение замедленной консолидации диафизарных переломов и ложных суставов диафизов костей с применением препарата деринат / С.А. Линник [и др.] // Травматология и ортопедия России. Приложение. – 2007. - №3(45). – С. 75-76.

71. Лобзин, Ю.В. Применение виброакустической терапии в комплексном лечении больных хроническим вирусным гепатитом С / Ю.В. Лобзин, А.Ю. Ковеленов // VI Российско-Итальянская конференция "Инфекционные болезни: диагностика, лечение, профилактика" : тез. докл. – СПб, 2000. – С.138.

72. Лушников, С.П. Реконструкция длинных костей верхней конечности кровоснабжаемыми костными аутотрансплантатами / С.П. Лушников, Л.А. Родоманова, А.Ю. Кочиш // Травматология и ортопедия России. Приложение. – 2008. – №3(48). – С. 43-44.

73. Мигулева, И.Ю. Первый опыт лечения закрытых переломов пястных костей с применением короткой гипсовой повязки / И.Ю. Мигулева, Г.А. Семилетов, А.С. Мирзоян // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2002. – №2. – С. 30-33.

74. Миронов, С.П. Состояние травматолого-ортопедической службы в Российской Федерации и методы высоких технологий в диагностике и

лечении травматолого-ортопедических больных / С.П. Миронов, В.В. Троценко, Т.М. Андреева, М.М. Попова // 8-й Съезд травматологов-ортопедов России : тезисы докладов. – Самара, 2006. – С. 95-97.

75. Мирютова, Н.Ф. Современные представления о вибротерапии / Н.Ф. Мирютова // Физиотерапевт. – 2009. – №3. – С.47-52.

76. Мухаметов, Ф.Ф. Экспериментально-морфологическое исследование эффективности применения титана с наноструктурой в качестве имплантов для ортопедии и травматологии / Ф.Ф. Мухаметов, В.Ш. Вагапова, В.В. Латыш, У.Ф. Мухаметов, Д.Ю. Рыбалко, Г.Х. Салимгареева // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2008. – №4. – С. 78-83.

77. Мюллер, М.Е. Руководство по внутреннему остеосинтезу. / М.Е. Мюллер, М.А. Алльговер, Р. Шнайдер, Х. Виллинеггер. – пер. А.В.Королев. – Москва.: Ad Marginem, 1996. – 750 с.

78. Неверов, В.А. Лечение закрытых переломов пястных костей кисти / В.А. Неверов, М.И. Дадалов, У.А. Рашидов // Современные медицинские технологии и перспективы развития военной травматологии и ортопедии: материалы конф. – СПб., 2000. – С. 189.

79. Неверов, В.А. Оперативное лечение и санаторно-курортная реабилитация больных с переломами костей кисти в амбулаторных условиях / В.А. Неверов, В.М. Чубарова // Амбулаторная хирургия. Стационарозамещающие технологии. – 2004. – №№1-2 (13 14). – С. 18-23.

80. Некачалов, В.В. Патология костей и суставов: руководство / В.В. Некачалов. – СПб.: Сотис, 2000. – 288 с.

81. Оноприенко, Г.А. Васкуляризация костей при переломах и дефектах / Г.А. Оноприенко. – М.: Медицина, 1993. – 224 с.

82. Осепян, И.А. Лечение несращений ложных суставов и дефектов трубчатых костей трансплантацией аутологичных костномозговых фибробластов, выращенных in vitro и помещенных на спонгиозный костный

матрикс / И.А. Осепян, Р.К. Чайлахян, Е.С. Гарибян // Ортопедия, травматология. – 1982. – №9. – С. 59-61.

83. Охотский, В.П. Чрескостный остеосинтез металлическими спицами переломов пястных костей и фаланг пальцев кисти / В.П. Охотский [и др.] // метод. рекомендации. – М., 1976. – 13 с.

84. Петров, С.Б. Влияние микровибрации на почечные процессы / С.Б. Петров, Н.С. Левковский, А.И. Куртов // Труды V Всероссийского съезда физиотерапевтов и курортологов и Российского научного форума "физические факторы и здоровье человека". – Москва, 2002. – С. 270-271.

85. Петров, С.Б. Исследование эффективности виброакустического метода лечения в комплексной терапии больных с гиперплазией предстательной железы / С.Б. Петров, Н.С. Левковский, А.И. Куртов, С.Н. Левковский // Труды IV международной конференции "Виброакустика в медицине". – 2006. – С. 6-11.

86. Пономаренко, Г.Н. Общая физиотерапия : 3е изд. / Г.Н. Пономаренко. – М.: СПб, 1998. – 253 с.

87. Пономаренко, Г.Н. Аппарат "Гефест" : Пособие по применению в домашних условиях / Г.Н. Пономаренко. – СПб, 2004. – 43 с.

88. Пономаренко, Г.Н. Руководство по физиотерапии / Г.Н. Пономаренко, М.Г. Воробьёв. – СПб.: ИИЦ "Балтика", 2005. – 296 с.

89. Попков, А.В. Минеральная плотность бедренной кости при билокальном дистракционном остеосинтезе у детей и подростков с врожденным укорочением бедра / А.В. Попков, А.А. Свешников, Л.А. Смотрова, Т.А. Ларионова // Гений Ортопедии. – 2008. – №3. – С. 55-58.

90. Потего, Н.К. Виброакустическая терапия при переломе челюстей / Н.К. Потего // Труды V Всероссийского съезда физиотерапевтов и курортологов и Российского научного форума "физические факторы и здоровье человека". – М., 2002. – С. 287-288.

91. Райнберг, С.А. Рентгенодиагностика заболеваний костей и суставов. Том 1 / С.А. Райнберг. – М : Медицина, 1964. – 530 с.

92. Ранкович, Бошко Влияние виброакустического воздействия аппаратом "Витафон" на параметры вентиляции и механики дыхания у больных, страдающих хронической обструктивной болезнью лёгких / Ранкович Бошко // Труды IV международной конференции "Виброакустика в медицине". – 2006. – С.22-26.

93. Рафалес-Ламарка, Э.Э. Некоторые методы планирования и математического анализа биологических экспериментов / Э.Э. Рафалес-Ламарка, В.Г. Николаев. – Киев : "Наукова думка", 1971. – 118 с.

94. Реброва, О.Ю. Статистический анализ медицинских данных / О.Ю. Реброва. – М. : "Медиа Сфера", 2003. – 312 с.

95. Ризваш, С.И. Экспериментальные исследования о влиянии костного мозга на заживление переломов трубчатых костей / С.И. Ризваш // Хирургия. – 1939. – №3. – С. 66-69.

96. Родионова, С.С. Способ увеличения массы кости при переломах: пособие для врачей. / С.С. Родионова, А.Ф. Колондаев, В.А. Соколов, Т.А. Матовская. – М., 2003. – 18 с.

97. Романов, С.Н. Биологическое действие механических колебаний / С.Н. Романов. – Л. : Наука, 1983. – 208 с.

98. Руцкий, В.В. Электростимуляция остеорепарации при открытых переломах костей / В.В. Руцкий // Военн-мед. журн. – 1983. – № 10. – С. 49-51.

99. Руцкий, В.В. Электростимуляция остеорепарации: автореф. дисс. докт. мед. наук. / В.В. Руцкий. – Л., 1983. – 44 с.

100. Рябчук, Ф.Н. Эффективность виброакустического воздействия в восстановительном лечении детей с сочетанной патологией органов малого таза / Ф.Н. Рябчук, В.А. Фёдоров // Пятиминутка. – 2008. – №4(5). – С. 34-38.

101. Савельев, В.И. Деминерализованный костный трансплантат, его получение и применение в эксперименте и клинике / В.И. Савельев // Труды IV Всероссийского съезда травматологов-ортопедов. – Л., 1985. – С. 104-111.

102. Савинцев, А.М. Перспективы применения клеточных технологий в травматологии и ортопедии / А.М. Савинцев, А.Б. Смолянинов, Д.В. Булгин, М.А. Булатов // Травматология и ортопедия России. – 2007. – №4(46). – С. 58-60.

103. Саркисов, Д.С. Воспроизведение болезней человека в эксперименте / Д.С. Саркисов, П.И. Ремизов. – М. : Медицина, 1960. – 780 с.

104. Свешников, А.А. Гормональная регуляция репаративного костеобразования / А.А. Свешников, В.В. Патраков, Т.А. Ларионова // Гений Ортопедии. – 2008. – №2. – С. 22-27.

105. Семевский, А.Е. Опыт купирования болевых синдромов области коленного сустава методом экстракорпоральной ударно-волновой терапии / А.Е. Семевский // Травматология и ортопедия России. Приложение. – 2007. – №3(45). – С. 26-27.

106. Склярчук, Е.Д. Остеогенные потенции нативного аутогенного костного мозга, индуцированного кристаллическим химотрипсином, при лечении посттравматических нарушений костной регенерации / Е.Д. Склярчук, В.И. Зоря, В.В. Гурьев, А.П. Васильев // Травматология и ортопедия России. – 2009. – №1. – С. 42-49.

107. Склярчук, Е.Д. Эндостальная декортикация как важнейший фактор эффективности хирургического лечения последствий тяжелой скелетной травмы с нарушением костной регенерации / Е.Д. Склярчук, В.И. Зоря, В.В. Гурьев, А.П. // Вестник Травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2009. – №1. – С. 19-25.

108. Слободской, А.Б. Миниаппараты внешней фиксации при лечении переломов пястных костей / А.Б. Слободской, В.А. Кирсанов, А.Ю. Попов // Травматология и ортопедия России. Приложение. – 2008. – №3(48). – С. 79.

109. Слободской, А.Б. Компьютерные технологии при лечении переломов пястных костей / А.Б. Слободской, В.А. Кирсанов, А.Ю. Попов // Травматология и ортопедия России. Приложение. – 2008. – №3(48). – С. 79-80.

110. Сосин, И.С. Клиническая физиотерапия : Справочное пособие для врачей / И.С. Сосин. – Киев : "Здоровье", 1996. – 622 с.

111. Степанова, Г.А. Современные технологии физиотерапии в системе реабилитации больных ортопедо-травматологического профиля / Г.А. Степанова, И.А. Меньщикова, Н.А. Щудло // Тезисы докладов VI Всероссийского съезда физиотерапевтов. – Санкт-Петербург, 2006. – С. 206-207.

112. Сысенко, Ю.М. Лечение больных с переломами трубчатых костей кисти методом чрескостного остеосинтеза / Ю.М. Сысенко, С.И. Швед // Гений ортопедии. – 2000. – №4. – С. 41-45.

113. Тихилов, Р.М. Оксибаротерапия при лечении осложнений и последствий травм конечностей: дисс. канд. мед. наук. / Р.М. Тихилов. – Ленинград, 1986. – 227 с.

114. Тихилов, Р.М. Влияние оксибаротерапии на регенерацию костной ткани / Р.М. Тихилов, Г.В. Акимов, А.П. Лотович // Ортопедия травматология и протезирование. – 1980. – №12. – С. 51-52.

115. Ткаченко, С.С. Остеосинтез: руководство для врачей / С.С. Ткаченко. – Л. : Медицина, 1987. – 272 с.

116. Ткаченко, С.С. Обоснование и опыт применения электромагнитной стимуляции при оперативном лечении переломов и ложных суставов / С.С. Ткаченко, В.В. Руцкий // Ортопедия, травматология, протезирование. – 1975. – №1. – С. 1-6.

117. Ткаченко, С.С. Электростимуляция остеорепарации / / С.С. Ткаченко, В.В. Руцкий. – Л. : Медицина, 1989. – 208 с.

118. Ткаченко, С.С. Гипербарическая оксигенация в системе восстановительного лечения больных с повреждениями конечностей / С.С. Ткаченко, В.В. Руцкий, Р.М. Тихилов // Военн-мед. журн. – 1988. – №2. – С. 68-70.

119. Ткаченко, С.С., Станчик Ю.Ф., Тихилов Р.М. Оксигенобаротерапия в комплексном лечении больных с травмами конечностей / С.С. Ткаченко, Ю.Ф. Станчик, Р.М. Тихилов // Военн-мед. журн. – 1983. – №12. – С. 22-26.

120. Ткаченко, С.С., Тихилов Р.М., Белоусов А.Е., Мезенцев И.А. Оксибаротерапия после экстренных и плановых микрососудистых операций у больных травматологического профиля / С.С. Ткаченко, Р.М. Тихилов, А.Е. Белоусов, И.А. Мезенцев // Хирургия. – 1985. – №11. – С. 14-17.

121. Трифонова, Е.Б. Влияние остеогенона на биохимические маркеры метаболизма костной ткани при хирургическом лечении псевдоартрозов, осложнённых иммобилизационным остеопорозом / Е.Б. Трифонова, С.В. Гюльназарова, А.В. Осипенко, О.А. Кузнецова // Вестник Травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2008. – №3. – С. 43-46.

122. Улащик, В.С. Современные представления о методах биорегулируемой физиотерапии / В.С. Улащик // Физиотерапевт. – 2009. – №1. – С. 55-62.

123. Улащик, В.С. Оптимизация воздействий в физиотерапии / В.С. Улащик, В.А. Кобрик. – Минск, 1980. – 234 с.

124. Улащик, В.С. Общая физиотерапия. Учебник / В.С. Улащик, И.В. Лукомский. – Минск : "Книжный дом", 2005. – 512 с.

125. Усольцева, Е.В. Хирургия заболеваний и повреждений кисти. Издание 3-е / Е.В. Усольцева, К.И. Машкара. – Ленинград : Медицина, 1986. – 352 с.

126. Фриденштейн, А.Я. Пролиферативные и дифференциальные потенции скелетогенных костномозговых колониеобразующих клеток / А.Я. Фриденштейн, Р.К. Чайлахян, Ю.В. Герасимов // Цитология. – 1986. – Т.28, №3. – С. 341-349.

127. Черкес-Заде, Д.И. Применение аппаратов наружной фиксации для оптимизации условий репаративной регенерации при переломах костей таза /

Д.И. Черкес-Заде, В.Ф. Лазарев // Вестник Травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2006. – №1. – С. 52-56.

128. Чобану, П.И. Стимуляция остеогенеза костномозговыми клетками при осложнённых переломах / П.И. Чобану, Г.И. Лаврищева, А.С. Козлюк. – Кишинёв : Штиинца, 1989. – 180 с.

129. Шаповалов, В.М. Клинико-анатомическое обоснование несвободной пластики кровоснабжаемым костным аутотрансплантатом для лечения ложных суставов ладьевидной кости запястья / В.М. Шаповалов [и др.] // Травматология и ортопедия России. Приложение. – 2008. – №3(48). – С. 86-87.

130. Шаповалов, В.М. Влияние низкочастотных акустических колебаний на остеорепарацию длинных костей конечностей при комбинированных радиационно-механических поражениях / В.М. Шаповалов, К.А. Надулич, С.В. Василевич, Р.Р. Гарипов // Травматология и ортопедия России. – 2008. – №3(49). – С. 4-10.

131. Шевцов, В.И. Стимуляция регенерации костной ткани в полостных дефектах при лечении пациентов с опухолеподобными заболеваниями длинных костей / В.И. Шевцов, Д.Ю. Борзунов, А.И. Митрофанов, О.В. Колчев // Гений Ортопедии – 2009. – №1. – С. 107-109.

132. Шевцов, В.И. О перспективах использования наноматериалов в лечении повреждений и заболеваний тканей опорно-двигательной системы / В.И. Шевцов [и др.] // Гений Ортопедии. – 2008. – №4. – С. 26-31.

133. Шевцов, В.И., Меньщикова И.А. Восстановительное лечение и реабилитация больных ортопедотравматологического профиля в РНЦ "ВТО": результаты, возможности, перспективы / В.И. Шевцов, И.А. Меньщикова // Гений Ортопедии. – 2008. – №4. – С. 81-83.

134. Шипунова, И.Н. Образование кости и очагов эктопического кроветворения при совместном применении кальциевых носителей с клетками костного мозга или с культивированными мезенхимными

стромальными клетками / И.Н. Шипунова [и др.] // Вестник Травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2009. – №2. – С. 85-90.

135. Шихалева, Н.Г. Лечение больных с закрытыми переломами дистального метаэпифиза пястных костей с применением чрескостного остеосинтеза / Н.Г. Шихалева, И.В. Чиркова // Гений Ортопедии. – 2009. – №2. – С. 40-45.

136. Шутко, А.Н. Биомеханические основы увеличения выхода родоначальных стволовых клеток из костного мозга в циркуляцию при виброакустическом воздействии / А.Н. Шутко // Труды IV международной конференции "Виброакустика в медицине". – 2006. – С. 33-34.

137. Якушина, Т.И. Применение аппарата "Витафон-2" при дегенеративных заболеваниях позвоночника / Т.И. Якушина // Труды V Всероссийского съезда физиотерапевтов и курортологов и Российского научного форума "физические факторы и здоровье человека". – Москва, 2002. – С. 381-382.

138. Яшков, А.В., Котельников Г.П. Новое в физиотерапии у больных с патологией опорно-двигательной системы / А.В. Яшков, Г.П. Котельников // Труды V Всероссийского съезда физиотерапевтов и курортологов и Российского научного форума «физические факторы и здоровье человека». – Москва, 2002. – С. 382-383.

139. Abdon, P. Subcapital ftactures if teh fifth matacarpal bone / P. Abdon, A. Muhlow, L. Stigsson, [et al.] // Arch. Orthop. Surg. – 1984-1985 – Vol. 103. – P. 231-234.

140. Al-Qattan, M.M. Phalangeal neck fractures in children: Classification and outcome in 66 cases – M.M. Al-Qattan // J. Hand Surgery. – 2001. – Vol. 26-B. – P. 112-121.

141. Arafa, M. Immediate mobilization of fractures of the neck of the fifth metacarpal / M. Arafa, J. Haines, J. Noble, O. Garden // Injury. – 1986. – Vol. 17, №4. – P. 277-278.

142. Ashmead, D. IV Treatment of hand injuries by external fixation / D. Ashmead IV, D.M. Rothkopf, R.L. Walton, J.B. Jupiter // J. Hand Surgery. – 1992. – Vol. 17-A. – P. 956-964.

143. Baer, W. Spongy hydroxyapatite in surgery in five year follow-up / W. Baer, P. Schaller, H.D. Carl // J. Hand Surgery. – 2002. – Vol. 27-B, №1. – P. 101-103.

144. Becton, J.L. A simplified technique for treating the complex dislocation of index metacarpal joint / J.L. Becton, J.D. Christian Jr., N.H. Goodwin, J.G. Jackson // J. Bone Joint Surg. – 1975. – Vol. 57-A. – P. 698-700.

145. Belsky, M.R. Closed reduction and internal fixation of proximal falangeal fractures / M.R. Belsky, R.G. Eaton, L.B. Lane// J. Hand Surgery. – 1984. – Vol. 9-A. – P. 725-729.

146. Bier, A. Die Bedeutung des Blutergusses fur die Heilung des Knochenbruches. Heilung von Pseudarthrosen und von verspateter Callusbildung durch Bluteinspritzung / A. Bier // Med. Klin. – 1905. – Vol.1, N 6-7. – P. 34-36.

147. Bora, F.W. Jr. The treatment of injuries to the carpometacarpal joint of the little finger / F.W. Bora Jr., N.H. Didizian // J. Bone Joint Surg. – 1974. – Vol. 56-A. – P. 1459-1463.

148. Botte, M.J. Complications of smooth pin fixation of fractures and dislocations in the hand and wrist / M.J. Botte [et al.] // Clin. Orthop. – 1992. – Vol. 276. – P. 194-201.

149. Brasher, H.R. Shand`s handbook of orthopedic surgery / H.R. Brasher, R.B. Raney. – Saint Luis, 1978. – P. 275-286.

150. Brighton, C.T. Treatment of recalcitrant non-union with a capacitively couled electrical field / C.T. Brighton, R. Pollack // J. Bone Joint Surg. – 1985. – Vol. 76-A, N 4. – P. 577-585.

151. Bruder, S.P. The effect of implants loaded with autolous mesenchymal steam cells on the healing of canine segmental bone defects / S.P. Bruder, K.Y. Kraus, V.M. Goldberg, S. Kadiyala// J. Bone Joint Surg. – 1998. – Vol. 80-A. – P. 985-996.

152. Bruser, P. Fixation of metacarpal fractures using adsorbable hemi-cerclage sutures / P. Bruser, R. Krein, G. Larkin // J. Hand Surgery. – 1999. – Vol. 24-B, №6. – P. 683-687.

153. Buchler, U. Corrective osteotomy for posttraumatic malunion of the phalanges in the hand / U. Buchler, A. Gupta, S. Ruf // J. Hand Surgery. – 1996. – Vol. 21-B. – P. 33-42.

154. Burkhalter, W.E.Closed treatment of fractures of the hand / W.E. Burkhalter, F.A. Reyes // Bull. Hosp. Joint Dis. – 1984. – Vol. 44. – P. 145-162.

155. Cadossi, R. Non-invasive treatment of pseudoarthrosis with low frequency pulsing electromagnetic fields. A multicenter study. Evidence of periosteal bone callus formation / R. Cadossi [et al.] // Bone Healthing with electrical and electromagnetical stimulation. – Dresden-Symposium, 1984. – P. 72.

156. Cambell, W.C. Cambell`s operive orthopaedics Eleventh Edition, Vol. 4 / W.C. Cambell, S.T. Canale, J.H. Beaty. – Mosby Elsevier, 2008. – 4899 p.

157. Chow, S.P. A prospective study of 245 open digital fractures of the hand / S.P. Chow [et al.] // J. Hand Surgery. – 1991. – Vol. 16B. – P. 127-140.

158. Conolly, I.F. Selection, evolution and indications for electrical stimulation of unuited fratures / I.F. Conolly // Clin. Orthop. – 1981. – N 161. – P. 39-53.

159. Desmukh, S.C. Complex fracture-dislocation of the proximal interphalangeal joint of the hand / S.C. Desmukh, D. Kumar, K. Mathur, B. Thomas // The Journal of Bone and Joint Surgery. – 2004. – Vol. 86B, N 3. – P. 406-412.

160. Duncan, R.W. Open hand fractures: An anlisis of the recovery of active motion and of complications / R.W. Duncan [et al.] // J. Hand Surgery. – 1993. – Vol. 18A. – P. 387-394.

161. Edwards, G.S. Jr. Retrograde cross pinning of transverse metacarpal and phalangeal fractures / G.S. Edwards Jr., E.T. O`Brieb, M.M. Heckman // Hand. – 1982. – Vol. 14. – P. 141-148.

162. Eichenholtz, S.N. Fractures of the neck of the fifth metacarpal bone: is over treatment justified? / S.N. Eichenholtz, N.Y. Yonkers, P.C. Rizzo // JAMA. – 1961. – Vol. 178. – P. 425-426.

163. Faraj, A.A. Percutaneus intramedullary fixation of metacarpal shaft fractures / A.A. Faraj, W.J. Dawson // J. Hand Surgery. – 1999. – Vol. 24B, N 1. – P. 76-79.

164. Fischer, K.J. Low-profile versus conventions metacarpal plating system: a comparison of construct stiffness and strength / K.J. Fischer, J.A. Bastidas, D.A. Provenzano, M.M. Tomaino M.M. // J. Hand Surgery. – 1999. – Vol. 14B. – P. 928-934.

165. Fontanesi, G. Pseudoarthrosises treatment with cancellous bone graft and low frequency pulsing electromagnetic fields / G. Fontanesi, F. Giancechi, R. Rotini // J. Bioelectricity. – 1985. – Vol. 4, N 1. – P. 163-170.

166. Ford, D.J. Fractures of fifth metacarpal neck. Is reduction of immobilization necessary? / D.J. Ford, M.S. Ali, M.N. Steel // J. Hand Surgery. – 1989. – Vol. 14B. – P. 165-167.

167. Foster, R.J. Treatment of Bennett, Rolando and vertical intra-articular trapezial fractures / R.J. Foster, H. Hastings II // Clin. Orthop. – 1987. – Vol. 214. – P. 121-127.

168. Foucher, G. "Bouquet" osteosythesis in metacarpal neck fractures: a series of 66 patient / G. Foucher // J. Hand Surgery. – 1995. – Vol. 20A, N 3, part 2. – P. 86-90.

169. Gedda, K.O. Studies of Bennett`s Fracture: Anatomy, roentgenology, and therapy / K.O. Gedda // Acta Chir. Scand. Suppl. – 1954. – Vol. 193. – P. 1-114.

170. Girsch, W. Extremity reconstruction using free vascularized bone grafts / W. Girsch [et al.] // Травматология и ортопедия России. Приложение. – 2008. – №3(48). – С. 95.

171. Gonzales, M.H. Low velocity gunshot wounds of the metacarpal: Treatment by early stable fixation and bone grafting / M.H. Gonzales, W. McKay, R.F. Hall Jr. // J. Hand Surgery. – 1993. – Vol. 18A. – P. 267-270.

172. Gonzales, M.N. Flexible intramedullary nailing for metacarpal fractures / M.N. Gonzales, C.M. Igram, R.F. Hall // J. Hand Surgery. – 1993. – Vol. 20A. – P. 382-387.

173. Green, D.P. Closed reduction and percutaneus pin fixation of fractures phalanges / D.R. Green, J.R. Anderson // J. Bone Joint Surg. – 1973. – Vol. 55A. – P. 1651-1653.

174. Green, D.P. Green`s Operative Hand Surgery / D.P. Green, R.N. Hotchkiss, W.C. Pederson, S.W. Wolfe. – Elsevier Inc., 2005. – Fifth edition, Vol. 1. – 1160 p.

175. Green, D.P. Fractures of thumb metacarpal / D.P. Green, E.T. O`Brien // South Med. J. – 1972. – Vol. 65. – P. 807-814.

176. Grundberg, A.B. Intramedullary fixation for fractures of the hand / A.B. Grundberg // J. Hand Surgery. – 1981. – Vol. 6. – P. 568-573.

177. Hansen, P.B. The treatment of fracture of the ring and little metacarpal necks. (A prospective randomized study of three different types of treatment) / P.B. Hansen, T.B. Hansen // J. Hand Surgery. – 1998. – Vol. 23B, N 2. – P. 245-247.

178. Hunter, J.M. Fifth metacarpal fractures in a compensation clinic population / J.M. Hunter, N.J. Cowen // J. Bone Joint Surg. – 1970. – Vol. 52A. – P. 1159-1165.

179. Jahss, S.A. Fractures of the metacarpals: A new method of reduction and immobilization / S.A. Jahss // J. Bone Joint Surg. – 1938. – Vol. 20. – P. 178-186.

180. James, J.I.P. Fractures of the proximal and middle phalanges of the fingers / J.I.P. James // Acta OrthoP. Scand. – 1962. – Vol. 32. – P. 401-412.

181. Jupiter, J.B. The management of delayed union and nonunion of the metacarpals and phalanges / J.B. Jupiter, M.P. Koniuch, R.J. Smith // J. Hand Surgery. – 1985. – Vol. 10A. – P. 457-466.

182. Krompecher, S. Local tissue metabolism and the quality of the callux / S. Krompecher // Callux formation. – Budapest, 1967. – P. 275-300.

183. Kuhn, K.M. Volar A1 pulley approach for fixation of avulsion fractures of the base of the proximal phalanx / K.M. Kuhn, K.D. Dao, A.Y. Shin // J. Hand Surgery. – 2001. – Vol. 26A. – P. 762-771.

184. Lee, S.-G. Phalangeal and metacarpal fractures of the hand / S.-G. Lee, J.B. Jupiter // Hand Clinic S. – 2000. – Vol. 16, N 3. – P.323-332.

185. Lister, G. Intraosseus wiring of the digital skeleton / G. Lister // J. Hand Surgery. – 1978. – Vol. 3. – P. 427-435.

186. McElfresh, E.C. Intra-articular metacarpal head fractures / E.C. McElfresh, J.H. Dobyns // J. Hand Surgery. – 1983. – Vol. 8. – P. 383-393.

187. McKerrell, J. Boxer`s fracture – conservative or operative management / J. McKerrell, V. Bowen, G. Johnston, J. Zondervan // J. Trauma. – 1987. – Vol. 27. – P. 486-490.

188. McNealy, R.W. Fractures of the bone of the hand / R.W. McNealy, M.E. Lichtenstein // Am. J. Hand Surgery. – 1940. – Vol. 50. – P. 563-570.

189. Nixon, I. Electromagnetic induction of bone / I. Nixon // Brit. Med. J. – 1985. – Vol. 290, N 6467 – P. 490-491.

190. O`Sullivan, S.T. The role of low – profile titanium miniplates in emergency and elective hand surgery / S.T. O`Sullivan, G. Limantzaakis, S.P.J. Kay // J. Hand Surgery. – 1999. – Vol. 24B, N 3. – P. 347-349.

191. Page, S.M. Complication and range of motion follwing plate fixation of metacarpal and phalangeal fractures / S.M. Page, P.J. Stern // J. Hand Surgery. – 1998. – P. 827-832.

192. Paul, A.S. Fixation of closed metacarpal shaft fractures. Transverse K-wires in 22 cases / A.S. Paul, N. Kurdy, P.R. Kay // Acta OrthoP. Scand. – 1994. – P. 427-429.

193. Petrie, P.W.R. Fracture-subluxation of the base of the fifth metacarpal / P.W.R. Petrie, D.W. Lamb // Hand. – 1974. – Vol. 6. – P. 82-86.

194. Prolo, J. Contemporary bone graft physiology and surgery / J. Prolo, J.J. Rodrigo // Clin. Orthop. – 1985. – N 200. – P. 322-342.

195. Pun, W.K. Unstable phalangeal fractures: Treatment by A.O. Screw and plate fixation / W.K. Pun [et al.] // J. Hand Surgery. – 1991. – Vol. 16A. – P. 113-117.

196. Salai, M. The effects of prolonged cryopreservation on the biomechanical properties of bone allografts: A microbiogical, histological and mechanical study / M. Salai [et al.] // Cell and Tissue Banking. – 2000. – Vol. 1, N 1. – P. 96-73.

197. Seymour N. Juxta-epiphyseal fracrure of the terminal phalanx of the finger / N. Seymour // J. Bone Joint Surg. – 1966. – Vol. 48. – P. 347-349.

198. Stern, P.J. Pilon Fracture of the proximal interphalangeal joint / P.J. Stern, R.J. Roman, T.R. Kiefhaber, J.J. McDonough // J. Hand Surgery. – 1991. – Vol. 16A. – P. 844-850.

199. Strickland, J.W. The Hand / J.W. Strickland, T. Graham. – "Lippincott Williams & Wilkins", 2004. – 503 p.

200. Strickland, J.W. Phalangeal fractures: Factor influencing digital performance / J.W. Strickland [et al.] // Orthop. Rew. – 1982. – Vol. 11. – P. 39-50.

201. Thielemann, F.W. Osteoinduction. Part II. Purification of the osteoiductive activities of bone matrix / F.W. Thielemann, K. Schmidt, L. Koslowski // Arch. Orthop. Traum. Surg. – 1982. – Vol. 100. – P. 73.

202. Thielemann, F.W. Osteoinduction. Part I. Test model and comparative long term observation of allogenic and xenogenic matrix implants / F.W. Thielemann, K. Schmidt, L. Koslowski // Arch. Orthop. Traum. Surg. – 1982. – Vol. 99. – P. 217-222.

203. Thoren, L. A new method of extension treatment in Bennet`s fracture / L. Thoren // Acta Chir. Scand. – 1955. – Vol. 110. – P. 485-492.

204. Trumble, T. In situ osteotomy for extra-articular malunion of the proximal phalanx / T. Trumble, M. Gilbert // J. Hand Surgery. – 1998. – Vol. 23A. – P. 821-826.

205. Urist, M.R. Surface-decalcified allogenic bone (SDAB) implants / M.R. Urist // Clin. Orthop. – 1968. – N 56. – P. 97.

206. Urist, M.R. Bone regeneration under the influence of bone morphogenetic protein beta dicalcium phosphate composite in scull Trephine defects in dogs / M.R. Urist [et al.] // Clin. Orthop. 1987. – N 214. – P. 295-304.

207. Weckesser, E.C. Rotational osteotomy of the metacarpal for overlapping fingers / E.C. Weckesser // J. Bone Joint Surg. – 1965. – Vol. 47À. – P. 751-756.

Приложение 1.

Таблица 26.

Результаты клинической апробации (сводная таблица результатов инструментальных исследований в ходе клинической апробации разработанной методики виброакустического воздействия)

пациент	№ и\б	порядковый номер	пол	возраст	группа	денситометрия						рентген (программа «перелом») наличие консолидации. (0\1)				реовазография					
						1 кисть	1 регенерат	Rd1	2 кисть	2 регенрат	Rd2	17	24	31	38	Vq100(больн.к.)	Vq100(здор.к.)	Vq100б/Vq100з X100%	Vq100 (больн.к.)	Vq100 (здор.к.)	Vq10 0б/ Vq10 0з X100 %
К-в	6067(08)	5	м	20	1	0,581	0,593	1,14	0,552	0,687	1,24	1	1	1	1	0,94	0,79	119	0,98	1,11	88
К-а	4992(09)	1	ж	25	1	0,517	0,556	1,07	0,501	0,695	1,38	1	1	1	1	0,56	1,01	55	0,67	0,98	68
К-в	15222(08)	25	м	26	1	0,635	0,714	1,12	0,468	0,59	1,26	0	1	1	1	0,35	0,24	146	0,33	0,36	92
Р-в	6076(08)	9	м	24	0	0,471	0,55	1,16	0,467	0,606	1,30	1	1	1	1	0,45	1,18	38	1,21	1,13	107
Е-а	7810(09)	26	ж	20	1	0,512	0,592	1,16	0,452	0,567	1,25	1	1	1	1	0,87	0,83	104	0,89	1,12	79

Приложение 1.

Таблица 26. Продолжение

Результаты клинической апробации (сводная таблица результатов инструментальных исследований в ходе клинической апробации разработанной методики виброакустического воздействия)

Н-м	2959(09)	7	м	20	1	0,604	0,646	1,07	0,45	0,561	1,25	1	1	1	1	0,06	0,07	86	0,36	0,25	144
К-в	8177(08)	30	м	20	0	0,598	0,606	1,01	0,437	0,547	1,25	1	1	1	1	0,05	0,09	22	0,06	0,15	40
К-о	977(08)	4	м	31	1	0,479	0,551	1,15	0,435	0,585	1,34	1	1	1	1	0,53	0,55	96	0,51	0,64	80
К-н	17436(08)	27	м	23	1	0,687	0,715	1,04	0,434	0,585	1,35	0	1	1	1	0,35	0,48	73	0,75	0,63	119
Ч-н	3059(08)	12	м	19	1	0,507	0,653	1,11	0,417	0,58	1,39	0	1	1	1	1,12	0,58	1,93	1,47	1	1,47
М-в	6693(08)	14	м	16	1	0,446	0,469	1,05	0,412	0,497	1,21	1	1	1	1	0,95	1.01	94	0,97	1,02	95
К-к	16001(08)	16	м	21	1	0,65	0,704	1,08	0,403	0,498	1,24	0	1	1	1	0,05	0,08	63	0,09	0,14	64
С-в	1068(08)	22	м	49	0	0,431	0,474	1,10	0,402	0,489	1,22	0	1	1	1	1,06	1,32	80	1,27	1,24	102
К-в	2146(08)	17	м	23	1	0,529	0,577	1,09	0,397	0,557	1,40	1	1	1	1	0,23	0,34	68	0,56	0,98	57
К-й	17175(08)	11	м	21	0	0,486	0,545	1,12	0,427	0,517	1,21	1	1	1	1	0,05	0,03	167	0,13	0,36	36
П-н	11729(07)	24	м	22	1	0,458	0,516	1,13	0,37	0,405	1,09	0	1	1	1	0,89	1,12	79	1,26	1,24	102
Т-в	4142(08)	10	м	20	0	0,438	0,458	1,05	0,47	0,437	0,93	0	1	1	1	0.75	0.69	109	0.96	1,21	79
Б-н	365(08)	13	м	18	0	0,547	0,558	1,02	0,503	0,445	0,88	0	1	1	1	0,09	0,13	69	0,08	0,09	89
Г-в	941(08)	2	м	20	1	0,469	0,535	1,14	0,427	0,498	1,17	0	1	1	1	0,96	1,12	86	1,09	1,23	89
П-в	15381(08)	15	м	40	0	0,573	0,615	1,07	0,437	0,498	1,14	0	1	1	1	0,06	0,09	67	0,15	0,34	44

Приложение 1.

Таблица 26. Продолжение

Результаты клинической апробации (сводная таблица результатов инструментальных исследований в ходе клинической апробации разработанной методики виброакустического воздействия)

П-в	6084(08)	8	м	22	0	0,509	0,611	1,20	0,425	0,501	1,18	0	1	1	1	1,61	1,5	107	0,71	1,5	47
П-к	4903(08)	29	м	20	0	0,502	0,59	1,08	0,487	0,504	1,03	0	0	0	1	0,65	0,87	75	0,98	1,16	84
К-в	13179(08)	23	м	31	0	0,524	0,556	1,06	0,444	0,523	1,18	0	1	1	1	1,09	1,23	89	0,97	0,94	103
М-в	6646(09)	28	м	32	1	0,61	0,699	1,10	0,503	0,587	1,17	0	0	1	1	0,13	0,36	36	0,34	0,56	61
П-в	7327(09)	20	м	30	0	0,537	0,596	1,11	0,516	0,592	1,15	0	0	1	1	0,15	0,37	41	0,68	0,71	96
К-н	2958(09)	6	м	22	1	0,584	0,658	1,13	0.553	0,592	1,07	0	1	1	1	0,42	0,47	89	0,51	1,22	42
М-в	49(09)	18	м	21	0	0,58	0,697	1,20	0,524	0,625	1,19	0	0	1	1	0,73	0,78	94	0,98	1,02	96
П-в	12219(08)	19	м	30	0	0,676	0,699	1,03	0,55	0,634	1,15	0	0	1	1	0,43	0,65	66	0,97	1,23	79
П-в	6693(09)	21	м	23	0	0,604	0,610	1,01	0,553	0,664	1,20	0	1	1	1	0,67	0,98	68	1,07	1,25	86
К-й	3254(09)	3	м	39	0	0,695	0,786	1,13	0,591	0,717	1,21	0	0	1	1	1,11	1,36	82	1,02	1,15	89

Приложение 2.

Таблица 27.

Результаты клинической апробации (сводная таблица функциональных результатов в ходе клинической апробации разработанной методики виброакустического воздействия)

пациент	№ и\б	порядковый номер	пол	возраст	группа	время удаления спицы	время нетрудоспособности	DASH		Коллонтай					
								сумма	коэф	ампл. движ	захват и сила	RG	трудоспособть	сумма	результат
К-в	6067(08)	5	м	20	1	17	18	40	8,33	3	3	3	3	3	хор
К-а	4992(09)	1	ж	25	1	17	19	40	8,33	3	3	3	3	3	хор
К-в	15222(08)	25	м	26	1	18	20	41	10,34	3	3	3	3	3	хор
Р-в	6076(08)	9	м	24	0	17	17	43	10,83	3	3	3	3	3	хор
Е-а	7810(09)	26	ж	20	1	17	18	45	12,50	3	3	3	3	3	хор
Н-м	2959(09)	7	м	20	1	17	18	46	13,30	3	3	3	3	3	хор
К-в	8177(08)	30	м	20	0	17	19	47	14,17	3	3	3	3	3	хор
К-о	977(08)	4	м	31	1	17	19	46	16,07	3	3	3	3	3	хор
К-н	17436(08)	27	м	23	1	19	21	51	17,50	3	3	2	3	2,75	хор

Приложение 2.

Таблица 27. Продолжение

Результаты клинической апробации (сводная таблица функциональных результатов в ходе клинической апробации разработанной методики виброакустического воздействия)

Ч-н	3059(08)	12	м	19	1	18	19	52	18,30	3	3	3	3	3	хор
М-в	6693(08)	14	м	16	1	17	19	53	19,17	3	3	3	3	3	хор
К-к	16001(08)	16	м	21	1	18	20	52	19,83	3	3	3	3	3	хор
С-в	1068(08)	22	м	49	0	18	26	55	20,83	3	3	3	3	3	хор
К-в	2146(08)	17	м	23	1	17	24	55	20,83	3	3	3	3	3	хор
К-й	17175(08)	11	м	21	0	17	25	55	20,83	3	2	3	3	2,75	хор
П-н	11729(07)	24	м	22	1	20	24	56	21,67	3	2	3	3	2,75	хор
Т-в	4142(08)	10	м	20	0	24	27	55	24,11	3	2	2	3	2,5	хор
Б-н	365(08)	13	м	18	0	24	29	67	30,83	2	2	2	2	2	удовл
Г-в	941(08)	2	м	20	1	24	26	68	31,67	2	2	2	3	2,25	удовл
П-в	15381(08)	15	м	40	0	24	30	68	31,67	2	1	2	2	1,75	неудовл
П-в	6084(08)	8	м	22	0	24	34	76	38,33	1	1	2	2	1,5	неудовл
П-к	4903(08)	29	м	20	0	32	40	75	39,66	1	1	1	1	1	неудовл
К-в	13179(08)	23	м	31	0	21	25	78	40,00	1	1	2	3	1,75	неудовл
М-в	6646(09)	28	м	32	1	26	28	78	40,00	1	1	2	3	1,75	неудовл
П-в	7327(09)	20	м	30	0	31	40	80	41,67	1	1	1	1	1	неудовл

Приложение 2.

Таблица 27. Продолжение

Результаты клинической апробации (сводная таблица функциональных результатов в ходе клинической апробации разработанной методики виброакустического воздействия)

К-н	2958(09)	6	м	22	1	24	27	80	41,67	1	1	2	3	1	неудовл
М-в	49(09)	18	м	21	0	25	36	82	43,33	1	1	2	1	1,75	неудовл
П-в	12219(08)	19	м	30	0	31	42	80	43,97	1	1	1	1	1	неудовл
П-в	6693(09)	21	м	23	0	24	35	83	44,17	1	1	2	2	1,5	неудовл
К-й	3254(09)	3	м	39	0	25	39	83	44,17	1	1	2	1	1,25	неудовл