

Шастов Александр Леонидович

Оптимизация восстановительных процессов у пациентов с ложными суставами и костными дефектами в условиях нарушенного остеогенеза.

(клинико-экспериментальное исследование)

14.01.15 – травматология и ортопедия

Автореферат диссертации на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Курган – 2016

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г. А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук

Борзунов Дмитрий Юрьевич

Официальные оппоненты:

Шевцов Владимир Иванович

член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Я. Л. Цивьяна» Минздрава России, главный научный сотрудник отделения травмы позвоночника

Соломин Леонид Николаевич

доктор медицинских наук, профессор, ФГБУ «Российский орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Минздрава России, ведущий научный сотрудник отделения лечения травм и их последствий.

Ведущая организация:

ГБОУ ВПО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России (e-mail: omsk-osma@mail.ru)

Защита диссертации состоится «__» _____ 2016 г. в _____ часов на заседании объединенного диссертационного совета Д 999.063.03 в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6)

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБУ «РНЦ «ВТО» имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России (640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6) или на сайте: www.ilizarov.ru

Автореферат разослан «__» _____ 2016 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор медицинских наук, профессор

Дьячков Александр Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

Проблема лечения больных с ложными суставами и костными дефектами остается по-прежнему актуальной, что, прежде всего, связано с увеличением числа и тяжести травм. В настоящее время мы имеем рост высокоэнергетической травмы в результате ДТП, криминальных происшествий, техногенных и природных катастроф, локальных войн и т.д. (А.В. Карлов, 2003; А.В. Барков с соавт., 2010; В.Г. Климовицкий, 2011; С.А. Ерофеев с соавт., 2013; В.О. Каленский с соавт., 2013; Р.З. Уразгильдеев, 2013). Уровень травматизма в Российской Федерации за последние тридцать лет поднялся до показателя $872 \pm 6,3$ случая на 10 тысяч человек, и не имеет предпосылок к снижению (Р.М. Тихилов с соавт., 2010). В общей структуре травматизма населения в нашей стране переломы костей верхней конечности составляют 11,7%, нижней конечности - 7,2% (Р.М. Тихилов с соавт., 2009). Тяжесть перенесенных травм предопределяет нарушения восстановительных процессов, приводит к стойкой утрате трудоспособности и снижению качества жизни населения. Немаловажное значение имеет оказание в ряде случаев неадекватной по объему и качеству специализированной медицинской помощи в лечебных учреждениях (Л.А. Родоманова с соавт., 2013). У 26,9% пациентов возникает необходимость повторной госпитализации в стационар от одного до восьми раз для устранения возникших осложнений и дефектов лечебного процесса. При этом для организации лечения большей части пострадавших от высокоэнергетических травм, приведших к повреждениям опорно-двигательной системы (91,2%), требуется привлечение врачей нескольких специальностей (О.А. Герасименко, 2012).

Псевдоартрозы и дефекты костной ткани в результате переломов длинных костей возникают в 4,5-16% случаев (А.Ф. Краснов с соавт., 1996; С.П. Миронова, 2008). По данным некоторых авторов неудовлетворительные исходы повреждений, несмотря на достижения науки, фармацевтики, совершенствования оперативной техники, имплантов для остеосинтеза и улучшения технического оснащения лечебно-профилактических учреждений, доходят до 25-30% случаев клинических наблюдений (Г.А. Оноприенко с соавт., 1995; Н.Р. Song с соавт., 1998; Ю.Б. Кашанский, 1999; В.Б. Акопян, 2005; К.А. Giannikas, 2005; И.Г. Арсеньев, 2007; Д.А. Марков, 2008; С.П. Миронова, 2008; Е.Д. Склянчук, 2009; М. Chaddha с соавт., 2010). В большей степени это объясняется тенденцией утяжеления травм в прошедшие десятилетия (Г.А. Илизаров, 1977; Г.А. Илизаров, 1986; А.В. Барков, 2010).

Востребованными при ликвидации ложных суставов и дефектов длинных костей являются технологии чрескостного остеосинтеза. Наибольшую сложность представляют клинические задачи по замещению обширных костных дефектов величиной более 8-10 см (А.И. Блискунов с соавт., 1992; В. Голяховский, 1999; А.А. Артемьев с соавт., 2002). В публикациях зарубежных и отечественных авторов отмечается возможность гипопластического типа костеобразования при формировании дистракционного регенерата величиной более 4-5 см (В.Ю. Гошко, 1985; В.В. Бодулин с соавт., 1997; Т. Ozaki с соавт., 1998; В. Голяховский, 1999). Имеются данные, что замещение дефекта длинной кости более чем на 8-10 см в 1,6-13,8% клинических случаев приводит к замедлению остеогенеза и формированию дистракционного регенерата по ишемическому типу, в виде «песочных

часов», с более продолжительным периодом органотипической перестройки регенерата (Р.П. Кернерман, 1980; В.Д. Макушин с соавт., 1996). По данным некоторых исследователей, при замещении костных дефектов длинных костей удлинением отломков не удается достигнуть костного сращения на стыке отломков в 11-12,7% клинических наблюдений (Т.А. Ревенко, 1986; Ю.А. Барабаш, 1999; В. Голяховский, 1999; К. Yokoyma, 2001; С. Kesemenli, 2001).

Ряд авторов указывает на возможность стимуляции остеогенеза: снижают дистракционные усилия аппарата внешней фиксации, последовательно удаляют спицы, повреждают регенераты и зоны несращения одновременно и дискретно спицами, долотами и т.д., при этом данные операции и манипуляции используются бессистемно, без четких показаний и протоколов лечения (В.И. Шевцов с соавт., 1995; Р.П. Кернерман, 1996; А.А. Ларионов с соавт., 1996; Л.М. Куфтырев с соавт., 2003; А.В. Gubin с соавт., 2013). По данным литературы в клинической практике имеется опыт применения различных дополнительных костнопластических материалов и оперативных вмешательств (Д.Ю. Борзунов, 2006; В.И. Зоря с соавт., 2007; G. Dickson с соавт., 2007; Е.Д. Склянчук с соавт., 2009; Т. Nakase с соавт., 2009; R. Marsell, 2010; Г.Н. Берченко, 2011; А.Ф. Лазарев с соавт., 2011; Г.А. Кесян с соавт., 2011; А.П. Барабаш с соавт., 2012; А. Ergun с соавт., 2012). В настоящее время использование стимулирующих субстанций, в основном, ограничено экспериментальной апробацией и не имеет тиражированного выхода в клиническую практику (С.А. Ерофеев, 1994; В.И. Шевцов с соавт., 2003; Г.Н. Берченко, 2006; И.Г. Арсеньев, 2007; В.И. Шевцов с соавт., 2007; Е.В. Андронов, 2008; Д.Ю. Борзунов, 2009; А.А. Еманов с соавт., 2012; О.Л. Гребнева с соавт., 2014). В литературе имеются данные об успешном применении золиндроновой кислоты при ликвидации врожденных дефектов, в том числе и в условиях чрескостного остеосинтеза (D. Paley, 2012). Допускается, но не является протокольным и доказанным, использование электромагнитного воздействия в качестве стимулирующего влияния на регенерацию тканей (G. von Satzger с соавт., 1981; N. Cheng с соавт., 1985; С. А. Bassett с соавт., 1991; Н. Ito с соавт., 2003).

Как следствие, в Российской Федерации среди причин первичной инвалидности последствия травм занимают стабильное третье место после онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний (Р.Ф. Ахметьянов, 2005; Д.Э. Купкенов, 2010; М.А. Татарников, 2006). У населения трудоспособного возраста первичная инвалидность по данной нозологической группе занимает первое место (Е.И. Иващенко, 1994; М. К. Jshipura, 2008), имея при этом в последние десятилетия тенденцию к постоянному, устойчивому росту (Е.Д. Белоенко с соавт., 1999; У.Б. Хананияев, 2000; М.А. Татарников, 2006; Т.М. Андреева, 2007).

Как правило, при неудовлетворительных исходах реабилитации пациентов с ложными суставами и дефектами длинных костей ортопеды травматологи повторяли попытки восстановления целостности и функции конечностей известными технологиями чрескостного остеосинтеза. При разочаровании в результатах лечения ряд ортопедо-травматологов и пациентов меняли технологию остеосинтеза и выбор специализированной клиники (И.В. Бауэр, 2007; С.П. Миронов, 2008; Е.Д. Склянчук с соавт., 2009; В.Д. Балаян, 2011). В литературе отсутствуют систематизированные данные о возможности коррекции лечено-реабилитационного процесса единые подходы к стимуляции процессов остеогенеза у пациентов с ложными суставами и дефектами длинных костей.

Сложность, многогранность и актуальность проблемы, отсутствие единого подхода к реабилитации пациентов с нарушенной регенерацией костной ткани мотивировало нас к выполнению данной работы.

Цель исследования

Используя новые методы стимуляции регенерации тканей, улучшить результаты лечения пациентов с ложными суставами и дефектами длинных костей при предварительных неудовлетворительных исходах реабилитации.

Задачи исследования

1. Определить необходимые условия применения дополнительных методов стимуляции при снижении активности дистракционного остеогенеза, а также при формировании псевдоартроза в условиях стандартного чрескостного остеосинтеза.
2. Выявить арсенал методов дополнительного воздействия на зоны неактивной регенерации тканей при лечении пациентов с ложными суставами и дефектами длинных костей.
3. Выявить основные причины формирования «ишемического» дистракционного регенерата при замещении дефектов и ложных суставов длинных костей в условиях чрескостного остеосинтеза.
4. Выявить эффективные методики, обеспечивающие стимулирующее воздействие на дистракционный остеогенез при формировании «ишемического» дистракционного регенерата, в условиях замещения дефектов и ложных суставов длинных костей по Г.А. Илизарову.
5. Оценить эффективность применения комбинированного остеосинтеза (чрескостный остеосинтез по Г.А. Илизарову и интрамедуллярное армирование спицами с остеоиндуцирующим покрытием) при лечении пациентов с ложными суставами и дефектами длинных костей.
6. Выявить влияние терагерцового частотного излучения на частотах, имитирующих молекулярный спектр излучения и поглощения оксида азота, 150, 176-150, 664 ГГц на формирование дистракционного регенерата.

Научная новизна работы

Впервые систематизированы и усовершенствованы известные методы стимуляции регенерации тканей у больных с ложными суставами и костными дефектами длинных костей различной этиологии. Впервые, на достаточном клиническом материале, обоснована и доказана эффективность дифференцированного применения дополнительных методов воздействия у больных с гетерогенными ложными суставами и дефектами длинных костей при нарушении процессов регенерации тканей в условиях чрескостного остеосинтеза. Определены показания и разработан алгоритм действий при нарушении процессов регенерации тканей у пациентов с дефектами и ложными суставами на этапах чрескостного остеосинтеза.

Выявлена эффективность механических приемов интраоперационного воздействия, как непосредственно в зоне нарушенной регенерации (ложный сустав), так

и на этапах чрескостного остеосинтеза при дистракционном остеогенезе и формировании «ишемического» регенерата.

В результате анализа клинического материала выявлено, что при формировании «ишемического» дистракционного регенерата у больных с дефектами и ложными суставами длинных костей эффективным воздействием является компактизация регенерата в комбинации с дополнительной остеотомией удлиняемого отломка или без нее. Интрамедуллярная фиксация зоны нарушенной костной регенерации обеспечивает стимуляцию костеобразования и усиление прочности сегмента за счет локального армирования отломков.

Впервые в экспериментальных условиях изучено влияние и выявлено воздействие терагерцовых волн в спектре поглощения и выделения оксида азота на дистракционный регенерат при воспроизведении модели замещения дефекта удлинением отломка.

Новизна исследования подтверждается получением патентов РФ (Пат. 141824 Российская Федерация, МПК (51) А 61 В17/34. Устройство для забора и ведения костной стружки / Д.Ю. Борзунов, А.Л. Шастов, А.П. Волосников; заявитель и патентообладатель: РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России.- № 2013151968/14; заявл. 21.11.13; опубл. 20.06.14, Бюл. № 17. Пат. 2577765 Российская Федерация, МПК А 61 В17/56. Способ стимуляции костеобразования при ишемическом регенерате обширного размера при дефекте большеберцовой кости / Н.М. Ключин, Д.Ю. Борзунов, А.Г. Михайлов, В.И. Шляхов, А.Л. Шастов; заявитель и патентообладатель: РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России. - № 2014153277; заявл. 25.12.2014; опубл. 20.03.2016, Бюл. № 8).

Положения, выносимые на защиту

При нарушении процессов регенерации тканей у пациентов с дефектами и ложными суставами длинных костей в условиях чрескостного остеосинтеза возможно решение поставленных клинических задач по анатомо-функциональному восстановлению целостности конечности с применением дополнительных методов стимуляции без смены технологии остеосинтеза.

Теоретическая и практическая значимость работы

В результате систематизации материала и анализа результатов лечения пациентов с дефектами и ложными суставами определены показания и разработан алгоритм применения дополнительных воздействий при нарушении процессов регенерации тканей на этапах чрескостного остеосинтеза.

Предложенные варианты механического воздействия и физиопроцедур позволяют решить ранее поставленные клинические задачи по анатомо-функциональному восстановлению целостности конечности при нарушении процессов регенерации в рамках одной технологии остеосинтеза за один этап лечебно-реабилитационных мероприятий. Результаты экспериментального фрагмента работы позволяют говорить о перспективе клинического внедрения разработанных приемов дополнительного воздействия на очаги неактивной регенерации тканей. Простота исполнения и доступность технического оснащения при доказанной эффективности позволяет рекомендовать методы стимуляции регенерации тканей у пациентов с ложными

суставами и дефектами длинных костей для использования в специализированных отделениях лечебно-профилактических учреждений.

Личное участие автора в проведении исследования

Автором выполнен анализ источников литературы по теме диссертации, разработаны и внедрены в клиническую практику рациональные приемы стимуляции регенерации костной ткани при лечении пациентов с ложными суставами и дефектами длинных костей, изучены непосредственные, ближайшие и отдалённые результаты лечения пациентов, проанализированы ошибки и осложнения, предложены способы их профилактики и лечения, разработаны наиболее рациональные варианты предоперационного планирования, оперативных вмешательств и послеоперационного ведения больных. Автор принимал непосредственное участие в выполнении и анализе экспериментального раздела работы. Автор принимал непосредственное участие в лечении и курации больных. Автор самостоятельно при методической поддержке руководителя диссертации готовил научные публикации, доклады и разрабатывал технические решения.

Апробация работы

Результаты работы доложены на Всероссийских и международных конференциях:

- межрегиональная научно-практическая конференция с международным участием, посвященной памяти проф. А.Н. Горячева, «Риски в современной травматологии и ортопедии» 26-27 апреля, 2013г., г Омск,
- региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь Зауралья III тысячелетия» 24-24 апреля 2014 г., г. Курган,
- научно-практической конференции с международным участием «Илизаровские чтения» «Междисциплинарное взаимодействие: ортопедия – неврология – генетика – реабилитация» 10-11 июня 2015 г., г. Курган.

Публикации

Основные результаты исследования опубликованы в 11 печатных работах, в том числе 5 – в изданиях из перечня ВАК РФ.

Достижения

Победитель программы «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» (УМНИК) по направлению «Медицина будущего» (24-25 апреля 2014 года).

Материалы исследования включены в программы учебного отдела РНЦ «ВТО» для отечественных и зарубежных специалистов, а также применяются в гнойном травматолого-ортопедическом отделении № 3 и травматолого-ортопедическом отделении №4 ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, изложена на 147 страницах машинописного текста (без списка литературы), содержит 71 рисунок, 20 таблиц, одну диаграмму. Список литературы включает 222 источника, из них отечественных – 155, зарубежных – 67.

Диссертация выполнена по плану НИР ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России (номер государственной регистрации 01201155770).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Характеристика клинического материала

Работа основана на анализе лечения в ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова» 76-ти пациентов с ложными суставами и дефектами длинных костей посттравматической и врожденной этиологии в возрасте $37,0 \pm 2,0$ лет и эксперименте на 16 беспородных собаках. Все пациенты, принятые во внимание и взятые для анализа, имели на этапе чрескостного остеосинтеза неблагоприятные прогнозы исходов лечения, а также в анамнезе неудовлетворительные результаты предшествующих оперативных вмешательств. В связи с этими особенностями определенный ряд больных, разделенные по технологиям применения стимулирующих методик, не имели групп сравнения.

Основной контингент больных состоял из лиц трудоспособного возраста (табл. 1).

Таблица 1.

Распределение пациентов по полу и возрасту

Пол	Количество больных									
	до 18 лет		от 18 до 29 лет		от 30 до 49 лет		50 лет и старше		Всего	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
мужчины	8	61,5	11	68,8	14	56,0	9	40,9	42	55,3
женщины	5	38,5	5	31,2	11	44,0	13	59,1	34	44,7
Итого	13	100	16	100	25	100	22	100	76	100

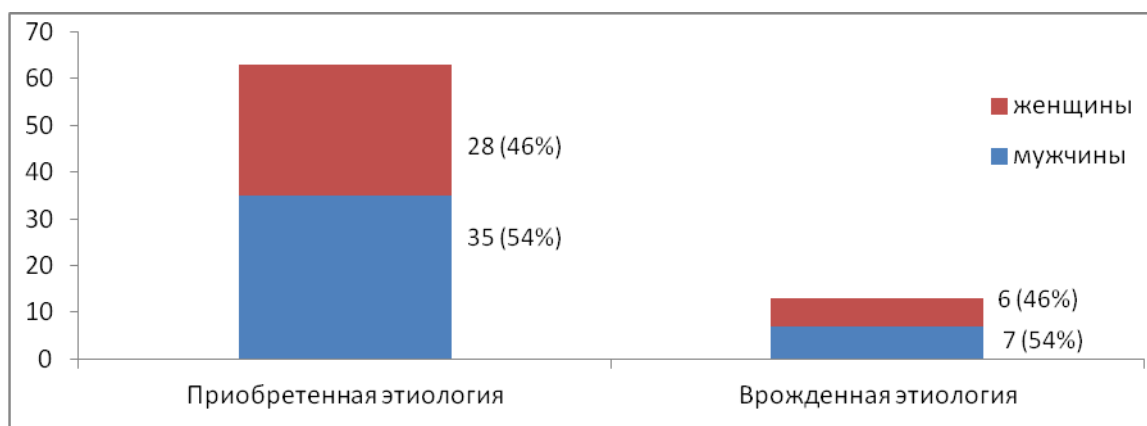


Рис. 1. Диаграмма распределения пациентов по этиологии и полу

Среди обследованных пациентов преобладали больные с посттравматическим генезом несращений (82,9%). Врожденная этиология была представлена в 17,1 % случаев от общего количества больных (рис. 1).

Таблица 2.

Распределение пациентов по механизму травмы

Механизм травмы	Количество больных					
	мужчины		женщины		Итого	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
ДТП	21	60	10	35,7	31	49,2
бытовая	3	8,6	8	28,6	11	17,5
огнестрельная	4	11,4	2	7,1	6	9,5
кататравма	1	2,9	3	10,7	4	6,3
ятрогенная	1	2,9	-	0,0	1	1,6
производственная	2	5,7	-	0,0	2	3,2
нет данных	3	8,6	5	17,9	8	12,7
Всего	35	100	28	100	63	100

Доля высокоэнергетичной травмы в структуре больных составила 68,3 % (43 пациента) (табл. 2).

Таблица 3.

Распределение пациентов по характеру анатомических нарушений.

Анатомические нарушения	Количество больных					
	мужчины		женщины		Итого	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
дефект-диастаз	12	28,6	7	20,6	19	25,0
ложный сустав	28	66,7	26	76,5	54	71,1
консолидированный ложный сустав	2	4,8	1	2,9	3	3,9
Всего	42	100	34	100	76	100

В исследуемых группах преобладали пациенты с псевдоартрозом длинных костей (табл. 3).

Экспериментальная модель воздействия электромагнитных волн терагерцового диапазона на дистракционный остеогенез при замещении дефекта большеберцовой кости в условиях чрескостного остеосинтеза

Экспериментальное исследование основано на результатах эксперимента на 16 взрослых беспородных собаках в возрасте от одного года до 4 лет, массой 15-24 кг, с длиной голени – 18,5±1,1 см. Всем животным выполняли чрескостный остеосинтез

аппаратом Илизарова, моделируя дефект большеберцовой кости 3,0 см в нижней трети голени. Целостность отломка нарушали пилой Джигли. Перемещение сформированного фрагмента в межотломковом диастазе проводили в классическом ручном режиме по 1 мм за 4 приема в течение 30 суток. В опытной группе (n=10) на 25 сутки замещения дефекта осуществляли локальное воздействие электромагнитными волнами терагерцового диапазона на зону дистракционного регенерата. В контрольной группе (n=6) физиопроцедуры не применяли. На проведение экспериментальных исследований было получено разрешение комитета по этике при ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России. Содержание животных, оперативные вмешательства осуществляли согласно Приказу Минздрава СССР (от 12.08.1977 г. №755) и требований Европейской конвенции по защите экспериментальных животных (1986, Страсбург).

Методы исследования

В работе использованы клинический, лучевой (рентгенография, МСКТ, ультразвуковая диагностика), морфологический (дистракционный и контактный регенераты), биохимический, статистический методы исследования.

Для определения и изменения в динамике условных единиц оптической плотности применялась программа «HI-SCENE» для чтения и компьютерной обработки цифровых результатов рентгенологического исследования (О.В. Климов, 2014).

Оценку качества жизни пациентов определяли по методике SF-36 Short-Form Health Status Survey (Birnbacher D., 1999; Ware J. E., 2000, 2001).

Достоверность различий между показателями экспериментального исследования сравнивали с дооперационными значениями с помощью W-критерия Вилкоксона для независимых выборок. Достоверность межгрупповых различий определяли с помощью непараметрического критерия Крускала-Уоллиса, с последующим множественным сравнением с использованием критерия Данна. Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием программы «Microsoft Excel – 2010», а также с использованием программного обеспечения пакета анализа данных AtteStat©.

Результаты исследования

Вариант выполнения остеотомии через зону псевдоартроза дистального метадиафиза бедренной кости

Показаниями являлось наличие псевдоартроза длинных костей с конгруэнтными на 2/3 линии контакта, со скошенными или сложно-профильными концами отломков.

Результаты основаны на опыте лечения 41 пациента с посттравматическим псевдоартрозом дистального метадиафиза бедренной кости в профильном отделении ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России с 2002 года по настоящее время. Выборка пациентов для анализа была однородной по этиологии, возрасту, полу пациентов, анамнезу заболевания и клинико-рентгенологической семиотики поражения. В основной группе больным (n=22) выполнили остеотомию через зону псевдоартроза в поперечном направлении к оси сегмента в сочетании с монолокальным компрессионным остеосинтезом. В контрольной группе (n -19) применяли классический чрескостный монолокальный компрессионный остеосинтез. С

целью стимуляции остеогенеза фактически моделировали условия перелома бедренной кости, выполняя остеотомию через зону псевдоартроза, максимально перпендикулярно кости, с целью возможности создания компрессии между концами отломков по оси сегмента. Технологически переводили возможность создания и поддержания встречно-боковой компрессии в продольную, как наиболее адекватную и оптимальную.

В послеоперационном периоде при изначальных угловых деформациях превышающих 20-25° прибегли к дискретному дозированному исправлению деформаций с помощью аппарата Илизарова: в основной группе (12 пациентов) – в течение 30,0±5,2 дней, в контрольной группе (пять пациентов) коррекция заняла 30,4±9,6 дней.

Продолжительность чрескостного остеосинтеза в основной группе составила 172,4±11,2 дня, фиксация заняла 146,3±12,4 дней. У всех пациентов добились сращения на стыке отломков, рецидивы псевдоартроза выявлены не были.

В процессе остеосинтеза у девяти человек основной группы были выявлены осложнения, связанные напрямую или косвенно с оперативным вмешательством в виде воспаления и прорезывания мягких тканей в области спиц (n-8), посттравматической нейропатии с частичным регрессом неврологической симптоматики в раннем послеоперационном периоде (n-2). На этапе остеосинтеза обострение язвенной болезни двенадцатиперстной кишки с кровотечением выявили у одного больного, аденому предстательной железы с острой задержкой мочи диагностировали также у одного пациента. Воспаление и прорезывания мягких тканей в области спиц купировали консервативными мероприятиями.

В контрольной группе при отсутствии погружных металлоконструкций выполняли закрытый монолокальный компрессионный чрескостный остеосинтез. Длительность остеосинтеза составила 184,8±14 дня. Фиксацию продолжали 175,2±15 дней.

При лечении данной патологии отмечены следующие изменения качества жизни пациентов на этапах наблюдения, представлены в таблице №4.

Таблица 4.

Показатели качества жизни пациентов при лечении пациентов с псевдоартрозом дистального метадиафиза бедренной кости.

Группы	Этап наблюдения			
	Показатели	При поступлении	На момент выписки	При контрольной явке
Контрольная	Физический компонент	33,9±5,6	34,5±7,2	54,2±7,1
	Психологический компонент	54,5±4	54,1±5,8	61,4±7,3,
Основная	Физический компонент	33,4±6,8	36,5±7,2	58,4±4,2
	Психологический компонент	56,2±3,1	58,5±4,7	64,5±5,6

На этапе чрескостного остеосинтеза у девяти больных были выявлены следующие осложнения: воспаления и прорезывания мягких тканей в области спиц (n-7), илеофemorальный тромбоз (n-1), фрактура спицы (n-1). Рецидив ложного сустава развился в трех случаях, больным были выполнены блокируемый интрамедуллярный остеосинтез (n-1), остеосинтез аппаратом Илизарова с остеотомией через зону ложного сустава (n-1). Один пациент отказался от продолжения лечения в клинике. Ликвидацию воспаления и прорезывания мягких тканей в области спиц проводили аналогично основной группе.

При выполнении поперечной остеотомии через зону ложного сустава удалось сократить продолжительность фиксации на 29 дней (17%), также немаловажным показателем эффективности лечения являлось отсутствие в дальнейшем рецидивов ложных суставов, что косвенно свидетельствует о качестве достигнутой консолидации и прочностных характеристиках сформированной костной мозоли.

Применение механической стимуляции при сформированном «ишемическом» дистракционном регенерате

При предоперационном планировании выявили, что удлинение отломков с формированием «ишемического» дистракционного регенерата имеет комплекс факторов риска: неоднократные и безуспешные оперативные вмешательства в анамнезе, ангионеврологические нарушения, рубцовые перерождения мягких тканей, травматичное нарушение целостности отломка при выполнении остеотомии, отсутствие своевременного мониторинга процесса костеобразования на этапе удлинения сегмента, неадекватный темп перемещения сформированных фрагментов.

Мы располагаем опытом успешного исхода реабилитации 19 пациентов с гетерогенными дефектами и ложными суставами длинных костей, при формировании «ишемического» дистракционного регенерата на этапе чрескостного остеосинтеза. Приобретенные дефекты и ложные суставы посттравматической этиологии имели 16 пациентов, у трех больных дефекты были врожденными. Возраст пациентов составил $28,7 \pm 3,4$ лет. Длительность течения заболевания у больных с последствиями травм была $2,6 \pm 0,4$ года. Величина межотломкового диастаза была $6,5 \pm 1,2$ см. Суммарный истинный дефект был выявлен $8,5 \pm 1,5$ см. Во внимание мы принимали величину межотломкового диастаза, анатомического укорочения и величину ранее сформированного по «ишемическому» типу регенерата. В процентном отношении к здоровому сегменту величина дефектов составляла $27 \pm 3,5\%$. У 14 пациентов, в патологическом симптомокомплексе была выявлена посттравматическая нейропатия, проявляющаяся в виде двигательных и чувствительных нарушениях. Во всех наблюдениях пациенты имели обширные рубцовые изменения мягких тканей локально и на протяжении интимно спаянные с противолежащими отломками. Показатели качества жизни пациентов приведены в таблице №5.

Данная группа больных в зависимости от клинико-рентгенологической семиотики и применяемой технологии были разделены на четыре группы, представленные ниже.

Таблица 5.

Показатели качества жизни пациентов при механической стимуляции «ишемического» дистракционного регенерата.

Этап наблюдения			
Показатели	Выявление «ишемического» регенерата.	Выписка из стационара	При контрольной явке
Физический компонент	41,2±4,5	44,5±5,1	51,6±3,9
Психологический компонент	51,4±5,1	61,1±5,7	65,8±5,1

Вариант применения дополнительной остеотомии проксимального или дистального фрагмента пораженной кости

Показанием являлось наличие незамещенного дефекта кости при сформированном «ишемическом» регенерате. Создание анатомического укорочения сегмента было невозможно из-за анатомической семиотики дефекта. Дальнейшее продолжение восполнения дефекта дистракцией зоны ишемического регенерата было нецелесообразно в связи с риском формирования дополнительного несращения в зоне удлинения.

Для компактизации регенерата была выполнена дополнительная остеотомия 14 пациентам. Необходимость формирования регенератов на двух уровнях была связана с несостоятельностью первого из-за формирования его по «ишемическому» типу. После нарушения целостности отломка проводили ретроградное перемещение сформированных фрагментов с целью компактизации регенерата и возможностью дальнейшего замещения дефекта дозированной дистракцией данной зоны. В случае исчезновения срединной прослойки, увеличения оптической плотности регенерата и его перестройки компактизацию прекращали.

Общая длительность дистракции составила 98±23 дня. Компрессия по оси продолжалась 39±10,5 дней. «Ишемический» регенерат был компактизирован на 2,5±0,5 см. Дефект возместили на 6,1±1,2 см, а в процентном отношении – 94±3,5% от смежного сегмента. Этап фиксации продолжался 163±27 дня. Миграция спиц из остеопорозных перемещаемых фрагментов стала причиной их перепроведения у четырех пациентов. После демонтажа аппарата двум больным не потребовалась гипсовая иммобилизация.

Выявленные в процессе лечения осложнения не повлияли на полученный результат. В двух случаях мы встретили преждевременное сращение, что потребовало выполнения реостеотомии. Развившиеся нейропатия (n-1), воспаление мягких тканей в местах введения спиц (n-2) и фрактура спицы (n-1) были купированы с применением консервативной терапии, перевязок и удалением спицы.

Вариант применения компактизации «ишемического» регенерата без дополнительной остеотомии

Показанием являлось наличие «ишемического» регенерата величиной до 4-5 см с возможностью формирования остаточного укорочения сегмента.

В данной группе было два пациента с дефектом большеберцовой кости, у которых в процессе его замещения сформировался гипопластический регенерат величиной до 4-5

см. У данных больных при выявлении гипопластического регенерата произвели компактизацию по оси без дополнительной остеотомии. По рентгенограммам оценивали величину срединной прослойки, из чего определяли размер, срок и темп компрессии. При усилении плотности костных структур зоны интереса на рентгенограммах аппарат переводили в режим фиксации. В случае отсутствия усиления плотности сближение отломков продолжали до контакта. Консолидация была достигнута при сохранении укорочения, что потребовало на следующем этапе лечения в одном клиническом наблюдении выполнения остеотомии с целью уравнивания длины конечностей.

Вариант применения отщепа малоберцовой кости для пластики «ишемического» регенерата

Показанием являлось наличие «ишемического» регенерата величиной более 8-10 см и невозможность использования вышеизложенных подходов.

С использованием данной технологии был пролечен один больной. Вариант включал механическую стимуляцию костеобразования посредством компактизации «ишемического» регенерата дискретно перемещенным комплексом тканей, включающим фрагмент малоберцовой кости (отщеп). Ретроспективная визуализация рентгенограмм позволила определить восстановление целостности сегмента к 131 суткам. После снятия аппарата длина голени была уравнена, ось исправлена, опороспособность конечности восстановлена.

На данный способ получен патент РФ (Патент на изобретение №2577765. Способ стимуляции костеобразования при ишемическом регенерате обширного размера при дефекте большеберцовой кости. Патентообладатель ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. Авторы: Н.М. Ключин, Д.Ю. Борзунов, А.Г. Михайлов, В.И. Шляхов, А.Л. Шастов; заявл. 25.12.2014; опубл. 20.03.2016).

Вариант применения костной стружки и аутологичного содержимого костномозгового канала при наличии гипопластического регенерата

Показанием являлось наличие подтвержденного лучевыми методами исследования «ишемического» регенерата с преобладанием костных структур над соединительнотканной прослойкой.

Способ включал забор костной стружки из метафиза смежного сегмента и последующее его введение с использованием оригинального устройства в соединительнотканную прослойку зоны гипопластической регенерации. Ранее в РНЦ «ВТО» было проведено экспериментальное исследование по моделированию «ишемического» регенерата при замещении дефекта большеберцовой кости с возможностью применения дополнительной стимуляции дистракционного остеогенеза малоинвазивной свободной костной аутопластикой (Д.Ю. Борзунов, 2009) с использованием медицинского шприца.

Нами было разработано и внедрено в клиническую практику малоинвазивное устройство для забора и введения костной стружки (Патент на полезную модель №141824. Устройство для забора и введения костной стружки. Патентообладатель ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. Авторы: Д.Ю. Борзунов, А.Л. Шастов, А.П. Волосников; заявл. 21.11.13; опубл. 20.06.14).

Конструктивными особенностями являлось объединение в устройстве двух функций: забора и введения костной стружки с клеточными элементами аутологичного костного мозга. Изделие изготавливают из медицинской стали с высокими прочностными характеристиками, позволяющими многократное его применение, с возможностью стерилизации с соблюдением правил асептики и антисептики.

Применение малоинвазивной свободной костной аутопластики, в виде введение костной аутостружки с элементами аутологичного костного мозга в зону гипопластического костеобразования в двух клинических наблюдениях обеспечило консолидацию зон несращения. Лучевыми методами исследования подтверждено усиление оптической плотности дистракционного регенерата после манипуляции.

Применение комбинированного остеосинтеза (чрескостный остеосинтез по Г.А. Илизарову и интрамедуллярное армирование спицами, покрытыми гидроксиапатитом)

Технологию применили у 16 пациентов с ложными суставами и дефектами различной этиологии имевших в анамнезе многократные безуспешные оперативные вмешательства без достижения сращения или при рецидивах несращений.

Протокол включал выполнение чрескостного остеосинтеза, адаптацию костных отломков и, при наличии дефекта костной ткани, проведение удлиняющей остеотомии. Интрамедуллярное армирование спицами, покрытыми гидроксиапатитом, при плотном контакте отломков проводили в одну операционную сессию.

Продолжительность чрескостного остеосинтеза составила $197,3 \pm 20,3$ дня. Удлинение отломка осуществляли в течение $62,1 \pm 14,3$ дней. Суммарно дефекты восполнили на $6,7 \pm 1,2$ см. Фиксацию концов отломков продолжали $192,3 \pm 21,9$ дня ($n=12$), а зоны дистракционного регенерата – $114,0 \pm 18,3$ дней ($n=6$).

У пациентов с врожденными дефектами ($n=9$) длительность аппаратного лечения составила $220,3 \pm 28,8$ дней. Период дистракции продолжался $65,7 \pm 16,5$ дней ($n=5$). Дефект костной ткани был возмещен на $6,7 \pm 2,0$ см, что составило $66,8 \pm 14\%$ от величины истинной утраты объема кости. Продолжительность фиксации в зоне псевдоартроза составила $220,2 \pm 36,2$ дня, а при дистракционном регенерате – $106,0 \pm 20,6$ дней.

Полного возмещения дефекта с восстановлением анатомической целостности кости и с уравниванием длины сегментов удалось добиться у одного больного. Целостность костей поврежденных сегментов была восстановлена в пяти случаях.

После демонтажа аппарата всем больным выполняли гипсовую иммобилизацию до 1 месяца. Спицы были удалены у 5 человек одновременно с демонтажем аппарата. У четырех пациентов развился рецидив в сроки от 6 месяцев до 1,5 лет, при этом у трех больных спицы были удалены одновременно с демонтажем аппарата Илизарова. В тех случаях, когда спицы были оставлены – рецидивов не наблюдали.

При посттравматических дефектах и ложных суставах длинных костей ($n=7$) длительность остеосинтеза составила $179,3 \pm 3$ дней. Дистракцию проводили в одном случае в течение 41 дня (регенерат величиной 3,5 см) до момента полного восполнения костного дефекта. Двоим больным в процессе остеосинтеза, в раннем послеоперационном периоде, производили постепенное дозированное исправление имеющейся деформации с помощью аппарата. У всех больных интрамедуллярные спицы, покрытые гидроксиапатитом, были проведены через концы отломков кости (у одного

через контакт отломков и дистракционный регенерат). Интрамедуллярные спицы, покрытые гидроксиапатитным покрытием, удалены в шести случаях, причем в трех клинических наблюдениях развился рецидив, что привело к повторному оперативному вмешательству – чрескостному остеосинтезу в сочетании с интрамедуллярным армированием.

Применение комбинированного остеосинтеза при условии имплантирования интрамедуллярных спиц до момента полной перестройки костной ткани в течение 1-2 лет позволило у пациентов с врожденным ложным суставом добиться консолидации и сохранения результатов лечения в 60% случаев, что показало его достаточную эффективность. В то время, по данным литературы применение чрескостного остеосинтеза в качестве монотехнологии не гарантирует сохранения результатов лечения и приводит к рецидивам заболевания у 65% пациентов с врожденным ложным суставом костей голени (С.А. Кутиков с соавт., 2014; С.А. Кутиков, 2015; D.Y. Borzunov, 2015). В группе больных с посттравматической этиологией мы получили аналогичные результаты.

Показатели качества жизни пациентов по результатам опросника SF-36 приведена в таблице №6.

Таблица 6.

Показатели качества жизни пациентов при применении комбинированного остеосинтеза.

Этап наблюдения			
Показатели	При поступлении	Выписка из стационара	При контрольной явке
Физический компонент	37,3±6,4	40,4±5	51,7±6,3
Психологический компонент	57,3±2,8	61,1±3,9	64,4±5,8

Влияние электромагнитных волн терагерцового диапазона на дистракционный остеогенез при замещении дефекта большеберцовой кости в условиях чрескостного остеосинтеза (экспериментальное исследование).

Клинико-рентгенологические данные

У всех животных после операции отмечали отек мягких тканей в области голени, который увеличивался до 2 см к третьему дню опыта, мигрировал на дистальный отдел конечности, затем постепенно исчезал к 7 суткам дистракции. В большинстве случаев на третьи сутки после операции собаки пользовались конечностью в статике, а к середине дистракции – в динамике. К моменту демонтажа аппарата животные активно пользовались конечностью, наблюдали хромоту опирающегося типа. В четырех случаях на третьей неделе дистракции отмечали прорезывание кожи в области спиц перемещаемого фрагмента. У всех животных к концу дистракции выявляли гиббательную контрактуру коленного сустава (разгибание – 165-170°). Через 30 суток после снятия аппарата у всех животных функция конечности полностью восстанавливалась без ограничения движения смежных суставов.

К концу distraction у животных обеих групп эксперимента рентгенологическая картина принципиально не отличалась. Был сформирован регенерат зонального строения. В зоне стыка отломков определяли периостальную реакцию.

В опытной группе формирование опороспособного новообразованного участка диафиза происходило к $52,5 \pm 2,6$ суткам фиксации. Регенерат имел нормо- или гиперпластическую форму, зона роста была перекрыта плотными гомогенными тенями. В контрольной группе к этому сроку регенерат имел гипопластическую форму, зона роста была представлена отдельными участками просветления. У этих животных срок фиксации составил $70,0 \pm 6,3$ суток.

По данным МСКТ к моменту окончания фиксации в аппарате плотность distractionного регенерата была больше в опытной группе, чем в контрольной $443,25 \pm 74,7$ и $389,9 \pm 46,3$ НУ соответственно. Плотность кортикальных пластинок distractionного регенерата в опытной группе составила $715,7 \pm 38,0$ и $688,75 \pm 66,3$ НУ в контрольной соответственно (табл. 7).

Таблица 7

Количественные показатели плотности регенератов, НУ

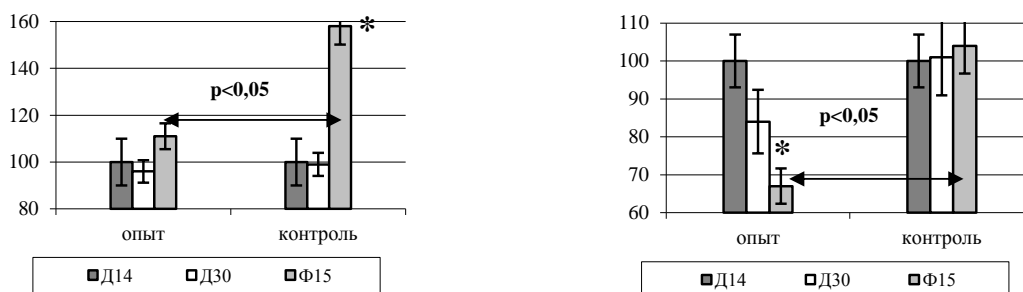
Показатели плотности отделов большеберцовой кости	Срок эксперимента			
	конец фиксации		30 суток после снятия аппарата	
	опыт	контроль	опыт	контроль
distractionный регенерат, общая	$443,25 \pm 74,7$	$389,9 \pm 46,3$	$484,5 \pm 74,9$	$656,4 \pm 146,2$
кортикальная пластинка distractionного регенерата	$715,7 \pm 38,0$	$688,8 \pm 66,3$	$829,7 \pm 18,9$	$715,7 \pm 38,0$
содержимого костномозгового канала distractionного регенерата	$253,6 \pm 57,7$	$231,9 \pm 34,8$	$154,0 \pm 12,6$	$199,4 \pm 38,2$
кортикальной пластинки свободного фрагмента кости	$1247,5 \pm 25,0$	$1043,4 \pm 17,9$	$1227,8 \pm 13,9$	$1266,9 \pm 75,8$
содержимое костномозгового канала свободного фрагмента кости	$-35,125 \pm 46,2$	$-119,4 \pm 78,6$	$-39,7 \pm 11,1$	$-57,35 \pm 2,45$
контактный регенерат	$1112,275 \pm 19,5$	$917,4 \pm 42,0$	$1040,3 \pm 35,7$	$988,4 \pm 31,4$
содержимое костномозгового канала на уровне контактного регенерата	$41,1 \pm 21,4$	$108,5 \pm 115,1$	$-84,7 \pm 7,5$	$9,9 \pm 51,8$

Через 30 суток после снятия аппарата в обеих группах не было выявлено рефрактур distractionных регенератов. В опытной группе толщина кортикальной пластинки была больше по сравнению с контрольной. Остеопороз отломков не наблюдали. В контрольной группе в одном случае произошла трансформация контактного регенерата. Был выражен остеопороз отломков. По данным МСКТ к этому сроку в контрольной группе отмечали повышение плотности distractionных регенератов до $656,4 \pm 146,2$ НУ, а плотность кортикальных пластинок distractionных

регенератов в контрольной группе была на 114 НУ меньше. Данная количественная оценка ремоделирования новообразованной костной ткани была связана с более активными процессами перестройки дистракционных регенератов опытной группы с их компактизацией по периферии и началом формирования костно-мозговой полости. Плотность контактных регенератов опытной группы была ниже на 71,0 НУ, чем в контрольной, что вероятно было связано с более длительным периодом фиксации (табл. 7).

Результаты биохимического исследования сыворотки крови.

Результаты биохимических показателей сыворотки крови, отражающих обмен компонентов костной ткани (критерии эффективности), у экспериментальных животных в динамике наблюдения представлены на рисунке 2 (динамика изменения показателей крови представлена в виде прироста/снижения маркеров относительно срока 14-е сутки дистракции, как срока, предшествующего началу стимуляции). Обнаружено, что на 15-е сутки фиксации (10-е сутки после окончания сеансов КВЧ-терапии) наблюдали следующие достоверные различия между экспериментальными группами: в сыворотке крови собак опытной группы относительно контрольной группы была ниже активность ТрКФ и концентрация ГУК. Эти данные указывают на эффективность методики стимуляции в части ингибирования процессов костной резорбции. Однако, необходимо отметить, что отмеченные межгрупповые отличия зафиксированы только на сроке 15-е сутки фиксации. Тогда как в последующие сроки все изученные показатели у собак обеих групп не имели значимых отличий, как относительно дооперационного уровня, так и относительно друг друга. Это наблюдение позволяет определить, что метаболические эффекты после применения метода стимуляции были не продолжительные.



ТрКФ

ГУК

Рис. 2. Изменение активности ТрКФ, ГУК (в процентах относительно срока 14 суток дистракции, принятого за 100%) на сроках наблюдения у собак опытной и контрольной группы.

Примечание. Д14 – 14-е сутки дистракции; Д30 – 30-е сутки дистракции; Ф15 – 15-е сутки фиксации. * - достоверные отличия с дооперационными значениями при уровне значимости $p < 0,05$.

Изменения показателей, позволяющих оценивать безопасность примененного способа стимуляции, не обнаруживали статистически значимых изменений у животных опытной группы на сроках наблюдения как относительно нормы, так и относительно значений животных контрольной группы. В частности, применение стимуляции у собак

опытной группы не вызывало изменений электролитного и липидного обменов, в норме была концентрация общего белка, мочевины, креатинина, глюкозы, продуктов перекисного окисления, активности аминотрансфераз. Индивидуальный анализ биохимических показателей в целях определения и выявления нежелательных событий при применении апробируемого устройства, к которым относят любые, отмеченные в ходе исследования, отклонения от нормы биохимических показателей сыворотки крови (ГОСТ Р ИСО 14155-1-2008 «Руководство по проведению клинических испытаний медицинских изделий. Часть 1. Общие требования») показал, что изученные маркеры у всех животных опытной группы в ходе применения методики и в течение двух месяцев после ее применения (максимальный срок наблюдения составил 1 месяц после снятия аппарата) находились в границах соответствующей физиологической нормы.

Таким образом, представленные результаты биохимического исследования позволяют заключить, что эффективность тестируемой методики у собак опытной группы была связана с механизмами ингибирования процессов остеолита. Однако, данный эффект был неустойчив во времени, что, учитывая отмеченный выше механизм действия, требует необходимости применения методики только в случаях (или на этапах лечения) когда в процессе остеосинтеза наблюдается избыточная активация остеолита. Оценка безопасности изделия не выявило ни одного нежелательного события в виде отклонения от нормы биохимических показателей сыворотки крови у собак опытной группы.

Результаты морфологического исследования.

Полученные гистологические результаты показали, что применение КВЧ-терапии электромагнитными волнами терагерцевого диапазона оказывало стимулирующее воздействие на процесс репаративного остеогенеза, как в условиях формирования дистракционного регенерата, так и при образовании контактного костного регенерата, в зоне замещающегося дефекта. Это выражалось в образовании за более короткий период достаточно зрелой костной ткани, ускорении процесса органотической перестройки новообразованного участка кости. Наблюдаемые процессы по нашему мнению обусловлены влиянием физиотерапии на улучшение состояния сосудов мелкого и среднего звена, т.е. улучшения кровоснабжения восстанавливаемой кости в целом. Отмечено уменьшение порозности костной ткани отломков, что в сочетании с биохимическими результатами, объясняется блокированием остеолита, что мы и наблюдали в опытной группе.

Гистологические исследования показали, что в контрольной группе к окончанию периода фиксации дистракционный регенерат, сформировавшийся в межотломковом диастазе большеберцовой кости практически не имел выраженного зонального строения и был представлен сетью костных трабекул, более плотной в интермедиарной и периостальной областях регенерата, где обнаруживали также и небольшие участки хондроиды.

В опытной группе по окончанию периода фиксации, дистракционный костный регенерат в эндостальной области был представлен, как и в контроле, преимущественно трабекулярной сетью костных трабекул. При этом костные отломки объединялись непрерывной костной компактной пластинкой, пластинчатого строения.

В межтрабекулярных промежутках эндостально образованной трабекулярной кости в контрольной группе наблюдали гемопоэтический костный мозг и рыхлую волокнистую соединительную ткань, в опытной - преимущественно жировой костный мозг с небольшими участками гемопоэтического. Внутрикостные сосуды в опыте были незначительно расширены, тогда как в контроле отмечали спазмированность сосудов артериального типа и значительное увеличение просветов сосудов синусоидного типа, преобладающих в этот период в регенерате и обеспечивающих функцию оттока крови. В контрольной группе отмечали большую выраженность остеокластической резорбции.

В области дефекта к окончанию периода фиксации в обеих группах отмечали костное сращение. У всех животных наблюдали формирование непрерывной компактной пластинки и костномозговой полости. В контрольной группе в интермедиарной зоне межотломковое пространство было заполнено пластинчатой костной тканью с неправильной организацией остеонов. Они ориентировались по ходу врастания сосудов со стороны периоста, т.е. были ориентированы перпендикулярно по отношению к длинной оси кости. В опытной группе отмечали продольную ориентацию остеонов новообразованной компактной пластинки. В контроле костномозговая полость была заполнена гемопоэтически-жировым костным мозгом с преобладанием последнего, в опыте – жировым костным мозгом. В обеих группах в костномозговой полости отмечали наличие резорбирующихся костных трабекул.

Внутрикостные сосуды разного калибра находились в состоянии незначительной вазодилатации, некоторые - были гиперемированы. Сосудистые изменения были значительно выражены в контрольной группе.

Через 30 суток после демонтажа аппарата в обеих группах дистракционный регенерат большеберцовой кости был представлен непрерывной компактной пластинкой, объединяющей костные отломки и резорбирующимся эндостально образованным регенератом, в данный период, представленным крупноячеистой трабекулярной костью. В межтрабекулярных промежутках визуализировали жировой костный мозг с очагами гемопоэза. В контрольной группе отмечали пороз костных отломков. Компактная пластинка новообразованного участка диафиза имела остеонную организацию, однако просветы гаверсовых каналов были значительно расширены, линии склеивания имели слабую минерализованность.

В опытной группе, по сравнению с контролем новообразованная компактная пластинка имела более плотное строение, гаверсовы каналы остеонов были менее расширены, порозность отломков была выражена в меньшей степени.

Область дефекта в данный период в обеих группах была представлена участком кости типического строения, т.е. на гистотопограммах регенератов большеберцовой кости в области дефекта отмечали формирование непрерывной компактной пластинки по толщине, соответствующей таковой в костных отломках и костно-мозговой полости, содержащей жировой костный мозг с единичными костными трабекулами. Компактная пластинка имела остеонную организацию и состояла из пластинчатой костной ткани.

В контрольной группе гаверсовы каналы в области сращения костных отломков были расширены, в линиях склеивания отмечали наличие участков со слабой минерализацией.

В опыте компактная пластинка имела строение, приближенное к таковому в норме. Каналы остеонов имели правильную ориентацию, были расширены незначительно.

Таким образом, применение КВЧ-терапии электромагнитными волнами терагерцевого диапазона оказывало стимулирующее воздействие на процесс репаративного остеогенеза. Результаты экспериментального фрагмента работы позволяют рекомендовать выполнение клинических исследований по внедрению разработанных приемов дополнительного воздействия на очаги неактивной регенерации тканей.

ВЫВОДЫ

1. При снижении активности дистракционного остеогенеза, а также при отсутствии признаков восстановления костеобразования в зоне псевдоартроза в условиях стандартного применения чрескостного остеосинтеза необходимо прибегать к дополнительным методам стимуляции регенерации костной ткани.
2. Арсенал методов дополнительного воздействия на зоны неактивной регенерации тканей включает: механическое воздействие с компактизацией «ишемического» регенерата, выполнение дополнительной остеотомии отломка в зоне псевдоартроза, имплантацию костной аутоостружки, аутопластику дистракционного регенерата парной берцовой костью, армирование спицами с остеоиндуцирующим покрытием, физиотерапевтическое воздействие.
3. Удлинение отломков с формированием «ишемического» дистракционного регенерата имеет комплекс факторов риска: неоднократные и безуспешные оперативные вмешательства в анамнезе, ангионеврологические нарушения, рубцовое перерождение мягких тканей, травматичное нарушение целостности отломка при выполнении остеотомии, отсутствие своевременного мониторинга процесса костеобразования на этапе удлинения сегмента, неадекватный темп перемещения сформированных фрагментов.
4. При формировании «ишемического» дистракционного регенерата методами выбора являются: использование приемов компактизации регенерата, в том числе с выполнением дополнительной остеотомии удлиняемого отломка, применение малоинвазивной свободной костной аутопластики посредством введения костной аутоостружки с элементами аутологичного костного мозга или парной берцовой аутокости.
5. Применение комбинированного остеосинтеза (чрескостный остеосинтез и интрамедуллярное армирование спицами, покрытыми гидроксиапатитом) при лечении больных с ложными суставами и дефектами длинных костей позволяет уменьшить риски рецидивов несращений.
6. Терагерцовочастотное излучение оказывает стимулирующее влияние на дистракционный остеогенез, посредством ингибирования процесса остеолиза. В связи с однонаправленностью и кратковременностью эффекта применения терагерцовочастотного излучения физиопроцедуры могут рассматриваться только в комплексе дополнительных воздействий при разработке четких протоколов и мониторинге остеолиза на этапах срыва процессов регенерации.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При наличии конгруэнтных (2/3 линии контакта), скошенных или сложно-профильных концов отломков необходимо воздержаться от выполнения закрытого компрессионного остеосинтеза длинной кости. Целесообразно выполнить дополнительную остеотомию через зону псевдоартроза для моделирования условий перелома в зоне несращения и создания условий для поддержания адекватной компрессии между отломками на этапе аппаратного лечения.
2. При формировании «ишемического» дистракционного регенерата эффективно применение малоинвазивной свободной костной аутопластики посредством введения костной аутоостружки с элементами аутологичного костного мозга в соединительнотканную прослойку с помощью оригинального устройства (свидетельство на полезную модель № 2013151968/14; заявл. 21.11.13; опубл. 20.06.14, Бюл. № 17).
3. При «ишемическом» регенерате величиной до 4-5 см возможна его компактизация без выполнения дополнительной остеотомии удлиняемого отломка, с целесообразностью формирования остаточного укорочения сегмента.
4. При выявлении факторов риска формирования «ишемического» дистракционного регенерата у пациентов с ложными суставами и дефектами длинных костей необходим адекватный мониторинг процесса костеобразования (в первую очередь с привлечением лучевых методов исследования) на всем этапе перемещения и фиксации фрагментов.
5. В случае формирования «ишемического» дистракционного регенерата большеберцовой кости величиной более 8-10 см стимуляцию процесса костеобразования следует проводить за счет перемещения комплекса тканей, включающего парную малоберцовую кость, к проблемной зоне.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. «Ишемический» дистракционный регенерат при замещении костных дефектов. Вариант решения проблемы / Н.М. Ключин, Д.Ю. Борзунов, А.Н. Коюшков, А.Л. Шастов // Риски в современной травматологии и ортопедии : материалы межрегион. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти проф. А. Н. Горячева. – Омск, 2013. – С. 70-71.
2. Борзунов Д.Ю. «Ишемический» дистракционный регенерат при замещении дефектов длинных костей по Г.А. Илизарову. Вариант решения проблемы / Д.Ю. Борзунов, А.Л. Шастов // Врач-аспирант. - 2013. - № 5.2 (60). – С. 257- 265.
3. Комбинированный остеосинтез при реабилитации пациентов с ложными суставами и дефектами длинных костей / В.В. Епишин, Д.Ю. Борзунов, А.В. Попков, А.Л. Шастов // Гений ортопедии. – 2013. - № 3. – С. 37-42.
4. Оценка ишемического дистракционного регенерата при полилокальном удлинении у больных с дефектами длинных костей / Т.И. Долганова, Д.Ю. Борзунов, Т.И. Менщикова, А.Л. Шастов // Гений ортопедии. - 2013. - № 2. – С. 62-66.
5. Шастов А.Л. Вариант ведения пациентов со сформировавшимся «Ишемическим» дистракционным регенератом при замещении костных дефектов / А.Л. Шастов //

- Областная научно-практическая конференция врачей и ученых посвященная 70-летию Курганской области. – Курган, 2013. – С. 98-99.
6. Шастов А.Л. Стимуляция репаративных процессов в зонах нарушенной регенерации при замещении ложных суставов и дефектов длинных трубчатых костей / А.Л. Шастов // Сборник тезисов докладов региональной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь Зауралья III тысячелетия». – Курган, 2014. – С. 10.
 7. Вариант тибялизации при ишемическом дистракционном регенерате большеберцовой кости (случай из практики) / Н.М. Ключин, Д. Ю. Борзунов, А.Г. Михайлов, В.И. Шляхов, А.Л. Шастов // Гений ортопедии / Журнал клин. и эксперим. ортопедии им. Г.А. Илизарова. – 2015. - № 2. – С. 65-68.
 8. Влияние электромагнитных волн терагерцового диапазона на дистракционный остеогенез при замещении дефекта голени в условиях чрескостного остеосинтеза (экспериментальное исследование) [Электронный ресурс] / А. Л. Шастов, А. А. Еманов, Д. Ю. Борзунов, Р. В. Степанов, О. В. Дюрягина // Междунар. журн. приклад. и фундам. исслед. – 2015. - № 8-2. – С. 281-286. Режим доступа: <http://www.applied-research.ru/ru/article/view?id=7085>
 9. Замещение дефекта кости методом компрессионно-дистракционного остеосинтеза в условиях стимуляции электромагнитными волнами терагерцового диапазона (экспериментальное исследование) / А.Л. Шастов, А.А. Еманов, Д.Ю. Борзунов, Р.В. Степанов, О.В. Дюрягина // Илизаровские чтения : материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Курган, 2015. - С. 83.
 10. Шастов А. Л. К вопросу оптимизации восстановления бедренной кости [Электронный ресурс] / А. Л. Шастов, А. И. Митрофанов, Д. Ю. Борзунов // Забайкал. мед. вестн. – 2015. - № 1. – С. 32-40. Режим доступа: http://chitgma.ru/zmv2/index.php?option=com_library&task=category_detail&id=24&category_name=Номер+1+за+2015+год&Itemid=28
 11. Шастов А.Л. Стимуляция процесса регенерации тканей у пациентов с ложными суставами и костными дефектами в условиях чрескостного остеосинтеза / А.Л. Шастов, Д.Ю. Борзунов, А.А. Еманов // Илизаровские чтения : материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Курган, 2015. - С. 82-83.

ИЗОБРЕТЕНИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ МОДЕЛИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Патент №141824 РФ, МПК (51) А 61 В 17/34. Устройство для забора и ведения костной стружки / Д.Ю. Борзунов, А.Л. Шастов, А.П. Волосников; заявитель и патентообладатель: РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова.- № 2013151968/14; заявл. 21.11.13; опубл. 20.06.14, Бюл. № 17.
2. Патент №2577765 РФ, МПК А 61 В 17/56. Способ стимуляции костеобразования при ишемическом регенерате обширного размера при дефекте большеберцовой кости / Н.М. Ключин, Д.Ю. Борзунов, А.Г. Михайлов, В.И. Шляхов, А.Л. Шастов; заявитель и патентообладатель: РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова. - № 2014153277; заявл. 25.12.2014; опубл. 20.03.2016, Бюл. № 8.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АЛТ – аланинаминотрансфераза
АСТ – аспаратаминотрансфераза
ГУК – глюкуроновая кислота
ДТП – дорожно-транспортное происшествие
КК – креатининаза
ЛДГ – лактатдегидрогеназа
ЛФК – лечебная физкультура
МК – лактат
МСКТ – мультисрезовая компьютерная томография
ПВК – пируват
ТрКФ – костный изофермент кислой фосфатазы
ЭД – энергетический доплер
ЦДК – цветное доплеровское картирование
ЩФ – щелочная фосфатаза
n – количество наблюдений
BMPs – костные морфогенетические белки
MPR – мультипланарная реконструкция.
rhBMP – рекомбинатные костные морфогенетические белки человека
VRT – 3D реконструкция серии компьютерной томограммы