

© Группа авторов, 2003

**Рентгенологическая динамика формирования
дистракционного регенерата при удлинении конечности
в условиях восьмикратной дробности дистракции**

В.И. Шевцов, С.А. Ерофеев, А.А. Шрейнер

***The roentgenological dynamics of distraction regenerate bone
formation during limb lengthening using eight-fold division
of distraction***

V.I. Shevtsov, S.A. Yerofeyev, A.A. Shreiner

Государственное учреждение науки

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова, г. Курган
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

В работе представлены результаты рентгенологического изучения динамики костеобразования при удлинении голени у собак аппаратом для чрескостного остеосинтеза в условиях восьмикратной дробности дистракции. Показано, что данный режим удлинения создает благоприятные условия для новообразования полноценной костной ткани и последующей ее перестройки. Результаты исследований позволяют рекомендовать методику и разработанные устройства для клинического использования.

Ключевые слова: эксперимент, дистракция, восьмикратная дробность, костеобразование, рентгенология.

The authors of the work demonstrate the results of the roentgenological studying the dynamics of osteogenesis in the process of leg lengthening in dogs using a transosseous osteosynthesis device in the mode of eight-fold division of distraction. It is shown that this mode of lengthening creates favourable conditions for formation of proper bone tissue and its subsequent reorganization. The results of studies allow to recommend the technique and the devices worked out for clinical use.

Keywords: experiment, distraction, eight-fold division, osteogenesis, roentgenology.

Одним из важнейших аспектов в проблеме удлинения конечностей является поиск оптимальных режимов дистракции. Ранее проведенными нами исследованиями [1-3] было установлено, что по сравнению с традиционно применяемой ортопедами четырехкратной дробностью удлинения в ручном режиме подкруток, остеогенез в условиях высокодробной (шестидесятикратной) круглосуточной автоматической дистракции протекает более активно. Анализируя динамику формирования костного регенерата, Е.Ю. Масленников [4] однозначно высказывается в пользу значения дробного ритма дистракции как обязательного условия проявления "эффекта Илизарова", игнорирование которого приводило к угнетению костеобразования, что согласуется с результатами наших исследований [5, 6]. Автор отмечает: лучшие клинические результаты получены в тех случаях, когда суточную величину дистракции достигали за 6 приемов. Мы считаем, что методика удлинения с помощью автоматических дистракторов, обеспечивающих повышение дискретности дистракции, является методом выбора и за ним будущее в ортопедии. Однако, учи-

тывая сложившуюся экономическую ситуацию, определенные трудности с промышленным изготовлением автодистракторов, и в тоже время несомненную важность максимальной дискретности удлинения, мы решили практически реализовать идею дробной дистракции за счет увеличения числа подкруток в так называемом ручном режиме. Для этого в нашем Центре разработаны и широко используются в клинической и экспериментальной практике устройства [7, 8], позволяющие с большой точностью осуществлять дистракцию в дробном ручном режиме, например с частотой до 8 раз в сутки. Украинские ортопеды [9] также считают, что нет реальной возможности широкого использования автоматических дистракторов, в связи с чем они предлагают использовать храповые гайки, позволяющие производить ручную подкрутку через каждые 30-60 минут.

Целью настоящего исследования явилось изучение рентгенологической динамики костеобразования при удлинении конечности у собак в условиях восьмикратной дробности дистракции.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эксперименты выполнены на 11 взрослых беспородных собаках, которым после закрытой флекссионной остеоклазии большеберцовой кости в средней трети проводили удлинение голени аппаратом для чрескостного остеосинтеза, обеспечивающим стабильную и жесткую фиксацию костных фрагментов. Дистракцию в течение 28 дней со скоростью 1 мм в сутки с восьмикратной дробностью (по 0,125 мм за одну подкрутку гаек на стержнях) осуществляли днем, с 8-00 до 20-00

с помощью специальных гаек для дозированной дистракции [7]. Рентгенографию удлиняемой голени выполняли в двух проекциях через каждые 7 дней дистракции, 15 дней фиксации и 1 месяц после снятия аппарата. В настоящей работе представлены данные по периодам дистракции и фиксации, которые, по нашему мнению, являются ключевыми этапами процесса удлинения, определяющими его результаты.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Через 14 дней дистракции (11 собак) диастаз составлял $14 \pm 0,17$ мм. Во всех опытах в нем определялись тени формирующегося дистракционного регенерата, приобретающего зональное строение (рис. 1). В большинстве наблюдений (8 опытов) регенерат имел продольно исчерченную структуру, в 3 случаях она была однородной, гомогенной. Протяженность проксимального костного отдела регенерата составляла от 3,2 до 7,3 мм (в среднем $5,1 \pm 0,57$ мм), дистального - 3,2-7,1 мм (в среднем $5,0 \pm 0,44$ мм) их разделяла зона просветления высотой 1,8-6,5 мм (в среднем $4,1 \pm 0,57$ мм). В 6 опытах ее пересекали единичные, редко расположенные, тонкие (нитеобразные) тени, исходящие из костных отделов регенерата. В двух случаях эти тени сливались между собой, образуя костные "мостики", в остальных - располагались близко друг к другу, создавая картину "сплошного дождя". Поперечник регенерата на уровне зоны просветления в прямой проекции в 4 случаях был

больше на 1-2 мм, в трех - равен и еще в трех опытах - меньше на 2-3 мм поперечника прилежащих концов отломков. В боковой проекции в 5 случаях поперечник регенерата был равен, в трех - больше на 1-3 мм и в трех - меньше на 1-3 мм. Таким образом, в большинстве случаев поперечник регенерата был равен или был больше диаметра прилежащих концов отломков. Костные отделы регенерата были представлены тенями преимущественно сочетанного эндо- и периостального происхождения, по протяженности, как правило, равными между собой. В трех опытах отмечено слияние этих теней. Преимущественно по медиальной и задней поверхностям как на проксимальном, так и на дистальном отломках определялись периостальные напластования протяженностью от 6 до 42 мм (в среднем $16,48 \pm 2,1$ мм). Эндостальная реакция в костных фрагментах протяженностью 6-36 мм (в среднем $17,75 \pm 2,46$ мм) прослеживалась в 6 опытах.

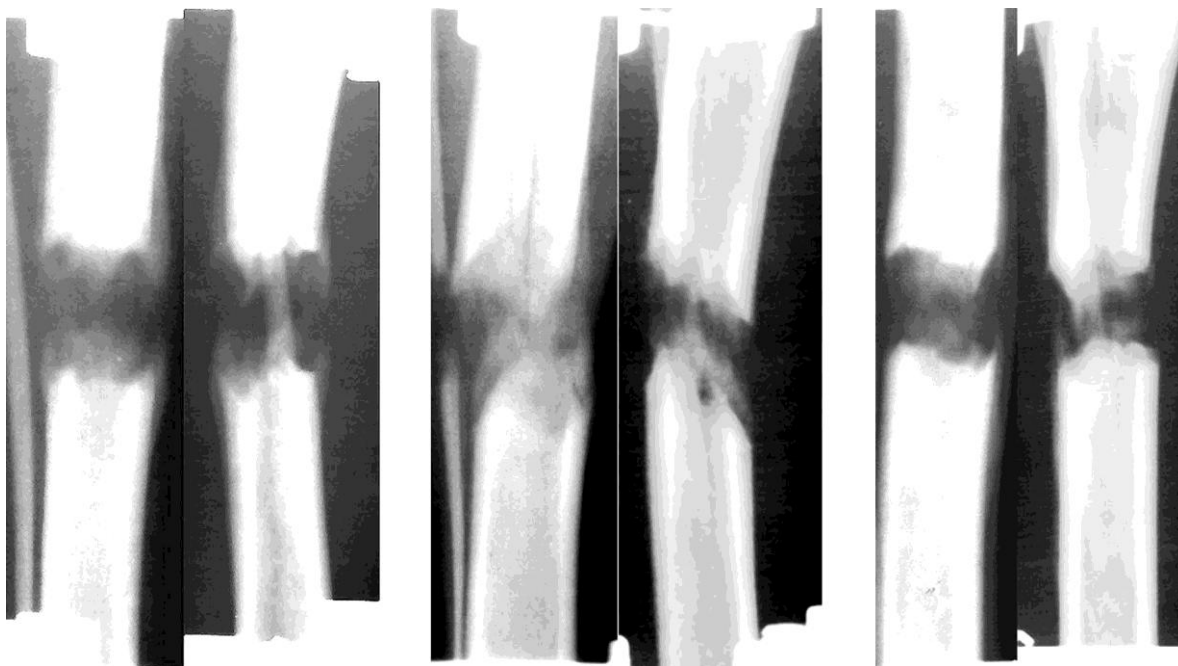


Рис. 1. Рентгенограммы формирующегося регенерата разных собак через 14 дней дистракции.

К концу distraction (рис. 2) – 28 дней удлинения – у всех 9 животных диастаз был равен 28 мм. Дистракционный регенерат имел зональное строение и продольно исчерченную структуру. Во всех наблюдениях отмечено слияние эндо- и периостальных теней регенерата на уровне интермедиарного пространства. Протяженность проксимального костного отдела регенерата была от 7,6 до 13,8 мм (в среднем $11,0 \pm 0,65$ мм), дистального – от 7,2 до 14,0 мм (в среднем $10,6 \pm 0,83$ мм). Высота разделяющей их зоны просветления в прямой проекции рентгенограмм была от 1,3 до 7,7 мм (в среднем $4,17 \pm 0,79$ мм), в боковой – от 1,4 до 8,2 мм (в среднем $4,5 \pm 0,85$ мм). В 5 опытах в центральной части ее пересекали единичные, отдельно расположенные трабекулярные тени, в 4 опытах они сливались в костные "мостики". Поперечник регенерата на уровне зоны просветления в прямой проекции в 4 опытах был больше на 1-3 мм, в двух – равен и в трех – меньше на 1-2 мм поперечника прилежащих концов отломков. В боковой проекции в большинстве опытов поперечник регенерата также был больше или равен диаметру отломков. Во всех наблюдениях вокруг питательной артерии определялась тень костного футляра. В 6 наблюдениях в основании костных отделов регенерата появлялись зоны просветления, (признаки формирования костномозговых полостей), протяженность их была незначительной, до 2-5 мм. По периферии регенерата в 5 опытах с 2-4 сторон и в одном опыте с одной стороны обнаруживалось уплотнение его тени – начало формирования корковой пластинки. В трех случаях такая картина отсутствовала. Периостальные наслоения определялись в основном по медиальной и задней поверхностям костных фрагментов, протяженностью на проксимальном отломке $12,75 \pm 3,41$ мм, на дистальном – $22,29 \pm 5,41$ мм; толщина их была не более 1 мм. Слабая эндостальная реакция в отломках выявлена только в двух опытах. В отломках у суставных концов в трех случаях появились признаки остеопороза.

Через 15 дней фиксации (6 собак; рис. 3), в трех опытах зона просветления не определялась. У двух животных она была замещена тенью, более плотной, чем костные отделы регенерата. Еще в одном наблюдении в этом участке определялись лишь отдельные очажки просветления. В трех случаях сохранялось зональное строение регенерата, его костные отделы имели протяженность: 11-16 мм – проксимальный и 12-17 мм – дистальный. Зона роста регенерата в двух опытах была представлена отдельными очагами просветления высотой до 2-6 мм, и еще в одном она сохранялась в интермедиарных пространствах. Тени формирующихся корковых пластинок в 4 опытах либо с 2-3 сторон перекрывали диастаз, либо определялись на только уровне кост-

ных отделов регенерата, при этом протяженность их была 10-18 мм, а толщина – от 0,5 до 3,0 мм. В 5 опытах в основаниях костных отделов регенерата увеличивались до 3-15 мм зоны просветления – формировалась костномозговая полость. На поверхности отломков исчезали тени периостальных наслоений, также не определялись тени эндостальной реакции в отломках. На протяжении всего регенерата сохранялся футляр *a.nutritia*, контур его становился размытым. В 4 опытах отмечен легкий остеопороз суставных концов отломков.

Через 30 дней фиксации (6 собак; рис. 4) регенерат в 4 опытах имел структуру, продольно исчерченную в сочетании с гомогенной, и в двух случаях – равномерно гомогенную. В трех опытах диастаз полностью был замещен регенератом: на месте бывшей зоны просветления определялась плотная тень, повторяющая ее контуры. В трех других наблюдениях еще можно было различить костные отделы регенерата, которые начинали сливаться друг с другом, их протяженность примерно была одинаковой – от 12 до 20 мм. В одном из этих опытов прослойка выглядела в виде чередующихся участков уплотнения и просветления. В двух других в центральной части она была замещена трабекулярными тенями, а по периферии, на уровне интермедиарного пространства, ее высота достигала 2-5 мм, и здесь обнаруживались лишь единичные трабекулы. В 5 опытах в регенерате, вблизи концов отломков, протяженность костномозговых полостей увеличилась до 7-13 мм. Формирующаяся корковая пластинка в двух случаях со всех сторон полностью перекрывала диастаз, в трех – она обнаруживалась с 1-2 сторон, и в одном наблюдении тени новообразованной корковой пластинки прерывались на уровне прослойки. Толщина этих теней была от 0,5 до 4,0 мм. Во всех наблюдениях отмечен умеренный остеопороз костных фрагментов. Тени футляра *a.nutritia* были размытыми и определялись только в 4 опытах.

Мы провели сопоставление описанной выше картины костеобразования при distraction с режимом 1 мм в день за 8 подкруток, с течением остеогенеза при удлинении с режимом 1 мм в день за 4 подкрутки, изученном нами в исследованиях, проведенных ранее [1, 5, 6].

Сопоставительный анализ рентгенологической динамики костеобразования позволяет заключить, что в настоящем исследовании активность остеогенеза была близка к опытам с четырехкратной дробностью distraction. В обеих сериях к концу периода удлинения картина дистракционного регенерата была практически одинакова по всем параметрам: величине поперечника регенерата, протяженности его костных отделов, высоте срединной зоны просветления, интенсивности пересечения ее трабекулярными

тениями и проч. В периоде фиксации через 1 месяц так же, как при четырехкратной дистракции, к этому сроку диастаз был либо полностью замещен костным регенератом с формированием непрерывных корковых пластинок, либо в центральной его части определялись только отдельные очажки просветления – остатки зоны роста регенерата.

Полученные нами ранее результаты изучения функционального состояния конечностей, морфологических и морфометрических изменений мышц при дистракции с восьмикратной

дробностью [10] оказались очень близки к таковым при удлинении конечности в условиях автоматической высокочастотной круглосуточной дистракции [5, 11].

Таким образом, результаты экспериментального изучения эффективности удлинения конечности в условиях восьмикратной дробности дистракции позволяют нам, при отсутствии автодистракторов, рекомендовать разработанные устройства для использования данной методики удлинения конечностей в реальной клинической практике.

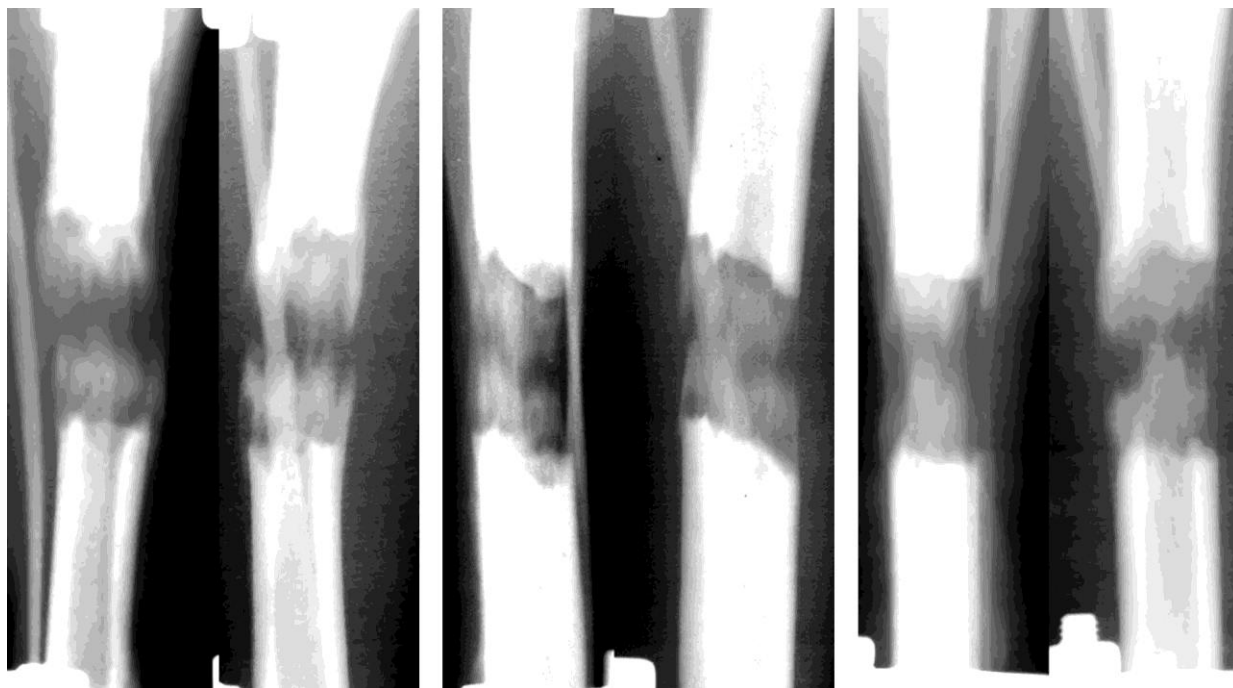


Рис. 2. Рентгенограммы регенерата разных животных через 28 дней дистракции.

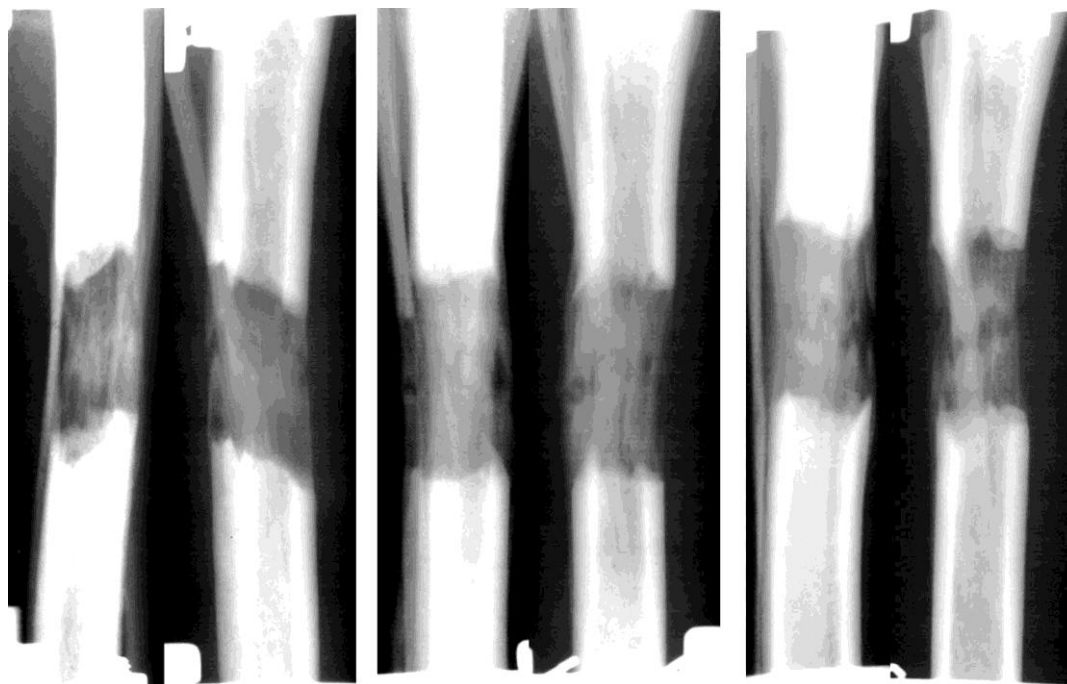


Рис. 3. Рентгенограммы регенерата разных собак через 15 дней фиксации.

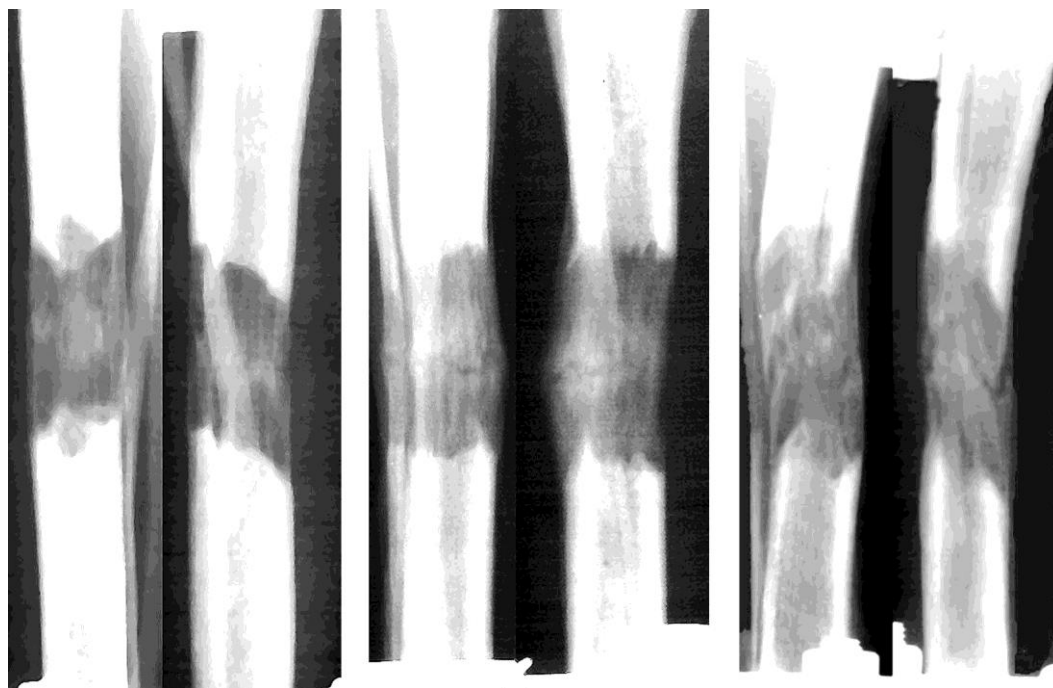


Рис. 4. Рентгенограммы регенерата трех собак через 30 дней фиксации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев С.А. Значение дробности дистракции при удлинении конечности по Илизарову (эксперим. исслед.): Автореф. дис... канд. мед. наук. – Пермь, 1994. – 23 с.
2. Чиркова А.М., Ерофеев С.А. Рентгено-морфологические особенности репаративного остеогенеза при автоматической дистракции // Травматол. ортопед. России - 1994. - N 2. - С. 142-148.
3. Автоматический дистракционный остеосинтез / В.И. Шевцов, А.В. Попков, С.А. Ерофеев, А.М. Чиркова // Анналы травматологии и ортопедии. - 1995. - N 1. - С. 44-47.
4. Масленников Е.Ю. К вопросу о повышении механической прочности костного регенерата при чрескостном остеосинтезе // Удлинение конечностей и замещение дефектов: Материалы докл. первой междунаро-д., пятой республ. науч.-практ. конф. травматол.-ортопед. Крыма "Крымские вечера" - Ялта, 1996. - С. 59-60.
5. Зависимость репаративной регенерации кости и функционального состояния удлиняемой конечности от дробности дистракции (эксперим. исследов.) / Г.А.Илизаров, С.А.Ерофеев, А.А.Шрейнер и др. // Гений ортопедии. - 1995. - N 1. - С. 8-12.
6. Теоретические аспекты дистракционного остеогенеза. Значение режима дистракции / А.А. Шрейнер, С.А. Ерофеев, М.М. Щудло и др. // Гений ортопедии. - 1999. - N 2. - С. 13-18.
7. Свидетельство № 3088 РФ, МКИ⁶ А 61 В 17/60. Гайка к компрессионно-дистракционному аппарату / А.А. Шрейнер (РФ). - № 95112093/20; Заявлено 13.07.95; Оpubл. 16.11.96. - Бюл. № 4.
8. Шевцов В.И., Попков А.В., Бурлаков Э.В. Дистрактор "Шебупа" к чрескостному аппарату // Гений ортопедии. - 2000. - N 1. - С. 93-95.
9. Катаев И.А., Лобко А.Я., Черныш В.Ю. Из опыта удлинения конечностей // Удлинение конечностей и замещение дефектов: Материалы докл. первой междунаро-д., пятой республ. науч.-практ. конф. травматол.-ортопед. Крыма "Крымские вечера" - Ялта, 1996. - С. 46-47.
10. Стеро- и морфологический анализ состояния передней большеберцовой мышцы при удлинении голени аппаратом Илизарова в режиме - 0,125 мм 8 раз в день / Н.К. Чикорина, Г.Н. Филимонова, С.А. Ерофеев, А.А. Шрейнер // Гений ортопедии. - 2000. - N 1. - С. 65-69.
11. Состояние сосудистого бассейна мышц конечности при разных режимах удлинения (морфофункциональное исследование) / В.И. Шевцов, С.Н. Асонова, А.Д. Нумов и др. // Гений ортопедии. - 1997. - N 2. - С. 5-12.

Рукопись поступила 05.01.01.