

© В.И. Шевцов, В.К. Камерин, 1999

Состояние костей удлиняемой и интактной голени при дистракционном эпифизеолизе в эксперименте (сообщение 1)

В.И. Шевцов, В.К. Камерин

Condition of bones of elongated and intact leg in experimental distraction epiphysiolysis (Communication 1)

V.I. Shevtsov, V.K. Kamerin

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

На растущих собаках (211) массой тела от 3,5 до 10 кг в возрасте от 2 до 10 месяцев проведены рентгенологические и морфометрические исследования оперированной и интактной большеберцовых костей и метаэпифизарных ростковых хрящей.

Исследования показали, что достигнутое удлинение оперированной конечности сохранялось после снятия аппарата у 82,5%, а в дальнейшем, при изучении до года, оно уменьшилось у 15% наблюдаемых собак (из них 83,3% собак были прооперированы в возрасте до 6 месяцев и 16,7% - в возрасте старше 6 месяцев).

У части животных уже через неделю начинало отмечаться истончение кортикальной пластинки большеберцовой кости оперированной конечности, которое через 2-3 недели приобретало статистическую значимость. Через 2 месяца пребывания в аппарате определялось уменьшение толщины диафиза обеих костей оперированной голени. Ее восстановление продолжалось в течение 3-4 месяцев после снятия аппарата.

После снятия аппарата метаэпифизарный ростковый хрящ на оперированной конечности сохранялся в виде небольших фрагментов или исчезал.

Ключевые слова: собака, большеберцовая кость, метаэпифизарный хрящ, дистракционный эпифизеолиз, аппарат Илизарова, морфометрия.

Roentgenologic and morphometric studies of operated and intact tibia and those of metaepiphyseal growth cartilages are performed, using 211 growing dogs (weight: 3,5-10 kg; age: 2-10 months).

The studies demonstrated, that the obtained lengthening of operated limb remained after apparatus removal in 82,5% dogs observed and further, studying them up to a year, it decreased in 15% dogs (out of them 83,3% were operated on at the age below 6 months and 16,7% - above 6 months).

There appeared first signs of thinning of tibial cortical plate of the limb operated in some animals just in a week, and it became statistically significant in 2-3 weeks. Decrease of shaft thickness of both bones in the limb operated was noted after 2 months with the apparatus. Its recovery lasted for 3-4 months after the apparatus removal.

After the apparatus removal the metaepiphyseal growth cartilage of the limb operated disappeared or remained as small fragments.

Keywords: dog, tibia, metaepiphyseal cartilage, distraction epiphysiolysis, the Ilizarov apparatus, morphometry.

Проблема оперативного удлинения конечности по настоящее время не сходит с повестки дня, так как круг нерешенных вопросов в этой проблеме еще значителен. Традиционные методы удлинения связаны со значительной травматизацией костной и мягких тканей; недостаточная фиксация отломков при этом и обширные повреждения нервно-сосудистых образований

нередко приводят к неудачам и тяжелым осложнениям, ухудшающим исходное состояние конечности.

Не случайно в последние годы стал шире использоваться в клинике предложенный Г.А. Илизаровым [1, 2] бескровный метод удлинения – дистракционный эпифизеолиз [3-12].

МАТЕРИАЛ, МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Для изучения изменений состояния костей голени при дистракционном эпифизеолизе по Г.А. Илизарову были проанализированы рентгенограммы тазовых конечностей 211 собак, подвергшихся удлинению правой голени. Рентгенография проводилась на специальном станке

в стандартных условиях для максимального нивелирования проекционных увеличений. Измерения длины костей по рентгенограммам производились миллиметровой линейкой, измерения толщины - с помощью окуляр-миллиметра микроскопа МБС - с точностью до

0,1 мм.

Измерения толщины диафизов производились в средней трети. Толщина кортикальной пластинки измерялась в средней трети в передне-задней проекции; определялась средняя арифметическая величина из суммы толщин наружной и внутренней пластинок.

Изучались правая и левая голени до операции, в ходе опыта и по его завершении¹.

В таблице 1 приведены общие данные о распределении собак по весу и возрасту (перед операцией).

Таблица 1
Распределение собак по возрасту, весу

Возраст	Вес в кг				Всего
	3,5-5,5	5,6-7,5	7,6-9,5	9,6 и более	
2-3	15	21	8	—	44
4-5	18	31	27	9	85
6-7	17	16	12	9	54
8-9	3	9	9	7	28
Итого:	53	77	56	25	211

Размеры костей голени собак перед операцией приведены в таблице 2.

Таким образом, отмечалось не только увеличение размеров костей с возрастом, но и выраженная зависимость их от веса животного.

Изменения соотношений между размерами костей голени с возрастом (по предоперационным данным) иллюстрирует таблица 3.

Данные таблиц 2 и 3 являются исходной нормой для исследованной группы животных.

Следует добавить, что асимметрия некоторых элементов (толщина диафизов берцовых костей, толщина кортикальной пластинки большеберцовой кости) наблюдалась нами примерно у 75% обследованных интактных животных. При этом указанные размеры костей левой голени были несколько больше, чем размеры правой.

Изменения соотношений размеров костей голени в ходе эксперимента представлены в таблицах 4 и 5.

Сравнение таблиц 3 и 4 показывает, что соотношения между размерами костей правой голени в ходе опыта не могут быть отнесены за счет возрастных изменений. Если с возрастом соотношения 1 и 2 постепенно возрастают, а соотношения 3 снижаются, то в ходе опыта это можно сказать лишь о соотношении 3. В соотношениях же 1 и 2 статистически значимое снижение показателей наблюдалось в конце периода distraction, в ходе последующей фиксации аппаратом и в первые месяцы пребывания без аппарата.

Таблица 2

¹ Исследования выполнены совместно с проф. А.М. Хелимским.

Морфометрические показатели интактной (левой) голени в мм (M±m) перед операцией

Возраст (месяцы)	Вес в кг			
	3,5-5,5	5,6-7,5	7,6-9,5	9,6 и более
Длина большеберцовой кости (мм)				
2-3	104±2	117±4	116±8	162±4
4-5	123±6	137±3	150±3	162±4
6-7	92±5	130±10	152±5	163±7
8-9	108±22	101±4	159±3	184±3
Толщина большеберцовой кости (фас, средняя треть) (мм)				
2-3	8,58±0,33	10,16±0,15	10,07±0,88	10,94±0,25
4-5	8,80±0,16	9,69±0,23	10,36±0,39	11,01±0,57
6-7	9,27±0,33	9,88±0,44	10,81±0,32	12,43±0,31
8-9	8,43±0,25	10,20±0,45	10,82±0,73	12,90±0,57
Кортикальной пластинки большеберцовой кости (мм)				
2-3	1,15±0,08	1,53±0,07	1,67±0,38	2,05±0,14
4-5	1,31±0,17	1,55±0,06	1,74±0,10	2,16±0,19
6-7	1,41±0,20	1,62±0,16	1,68±0,15	2,01±0,08
8-9	1,73±0,25	1,65±0,22	2,20±0,17	2,31±0,24

Таблица 3
Изменения соотношений между размерами костей голени в возрастном аспекте (M±m)

Возраст (месяцев)	1	2	3
2	1,4±0,1	0,16±0,02	8,5±0,4
3	1,2±0,1	0,14±0,01	8,3±0,2
4	1,2±0,1	0,16±0,01	7,2±0,1
5	1,2±0,1	0,18±0,01	6,9±0,2
6	1,2±0,1	0,16±0,01	7,9±0,4
7	1,3±0,1	0,16±0,01	8,4±0,5
8	1,4±0,1	0,19±0,01	7,4±0,4
9	1,7±0,1	0,20±0,01	8,7±0,1

1 - отношение толщины кортикальной пластинки (КП) большеберцовой кости к ее длине (Дл) x 100.

2 - отношение толщины КП большеберцовой кости к толщине ее диафиза (Дф).

3 - отношение толщины Дф большеберцовой кости к ее Дл x 100

Таблица 4
Изменения соотношений между размерами оперированных берцовых костей в процессе эксперимента (M±m)

Период эксперимента и его продолжительность (в днях)	1	2	3
Д 1	1,2±0,1	0,18±0,01	7,1±0,1
Д 2-3	1,0±0,1	0,14±0,01	7,0±0,3
Д 4-14	1,2±0,1	0,16±0,01	7,6±0,3
Д 5-20	1,1±0,1	0,17±0,01	6,8±0,3
Д 21-31	0,6±0,1	0,09±0,02	6,4±0,3
Ф 30-60	0,7±0,1	0,12±0,01	6,4±0,2
БА до 30	0,7±0,1	0,11±0,01	6,1±0,4
БА 31-100	0,9±0,1	0,14±0,01	6,4±0,7
БА более 100	1,2±0,1	0,18±0,01	6,3±0,3

Обозначения: 1, 2, 3-те же, что и в таблице 3. Д - distraction, Ф - фиксация, БА - без аппарата.

Таблица 5

Изменения соотношений между размерами левой (интактной) берцовой кости в ходе опыта ($M \pm m$; обозначения те же, что в таблице 4)

Период эксперимента и его продолжительность (в днях)	1	2	3
д 1	1,3 $\pm$ 0,01	0,18 $\pm$ 0,01	7,2 $\pm$ 0,2
Д 2- 3	1,2 $\pm$ 0,01	0,15 $\pm$ 0,01	7,4 $\pm$ 0,3
Д 4-14	1,2 $\pm$ 0,01	0,16 $\pm$ 0,01	7,9 $\pm$ 0,3
Д 15-20	1,3 $\pm$ 0,01	0,18 $\pm$ 0,01	7,7 $\pm$ 0,3
Д 21-31	0,8 $\pm$ 0,01	0,14 $\pm$ 0,02	6,7 $\pm$ 0,2
Ф 30-60	1,1 $\pm$ 0,01	0,16 $\pm$ 0,01	7,2 $\pm$ 0,3
БА до 30	1,1 $\pm$ 0,01	0,17 $\pm$ 0,01	7,0 $\pm$ 0,3
БА 31-100	1,4 $\pm$ 0,01	0,19 $\pm$ 0,01	7,3 $\pm$ 0,7
БА более 100	1,3 $\pm$ 0,01	0,20 $\pm$ 0,01	6,5 $\pm$ 0,4

Сравнение данных таблиц 5 и 3 показывает, что изменения соотношений между размерами костей интактной голени при дистракционном эпифизеолизе в общем не выходят за рамки возрастных изменений.

После снятия аппарата в сроки 2-6 месяцев удлинение оперированной голени было отмечено у 33 собак из 40 (82,5%) наблюдавшихся животных. Анализ этих данных в зависимости от возраста в момент операции приводится в таблице 6.

Анализ данных таблицы 6 показывает, что у собак, оперированных в возрасте 6 и более мес., результаты операции были лучше, чем у собак, оперированных в более молодом возрасте. У собак старшей группы наблюдался лишь один неблагоприятный исход на 19 операций. У собак младшей группы 6 неблагоприятных исходов на 21 наблюдение. Относительная величина сохранившегося удлинения в старшей группе также была существенно выше, чем в младшей.

При изучении в динамике рентгенограмм 19 собак в сроки от 100 до 420 дней после снятия аппарата было обнаружено, что у 6 из них достигнутое относительное удлинение после снятия аппарата уменьшилось (у 5 оперированных в возрасте до 6 месяцев и у одной старше 6 месяцев).

Была проанализирована связь остаточного удлинения с продолжительностью последующей фиксации в аппарате. При этом сравнивались полученные данные тех собак, у которых продолжительность периодов дистракции и пребывания без аппарата, темп и ритм дистракции, как и возраст в момент операций были одинаковыми. Вместе с тем продолжительность периода фиксации была либо короткой (7-16 дней), либо достаточно продолжительной (24-56 дней). Зависимости величины достигнутого удлинения от продолжительности фиксации в аппарате не было выявлено. Это, в сущности, подтверждается и данными таблицы 4, показы-

вающей, что уменьшение ранее достигнутого удлинения проявляется не сразу, а лишь через несколько месяцев после снятия аппарата. Мы считаем, что это связано с отставанием в росте из-за оперативного вмешательства в раннем возрасте животного.

Таблица 6

Зависимость результатов от возраста в момент операции ($M \pm m$)

Период эксперимента (в днях)	Возраст (в месяцах) в момент операции	Удлинение (+) или укорочение (-) правой большеберцовой кости (в %) к длине левой ($M \pm m$)
Фиксация 30-60	до 6	+8,12 $\pm$ 2,13
	6 и более	+11,46 $\pm$ 4,32
Без аппарата до 30	до 6	+3,42 $\pm$ 0,68
	6 и более	+8,25 $\pm$ 1,7
Без аппарата 31-100	до 6	+2,55 $\pm$ 0,47
	6 и более	+9,47 $\pm$ 2,82
Без аппарата более 100	до 6	-6,20 $\pm$ 2,09
	6 и более	+7,21 $\pm$ 1,06 -5,37

Для выяснения выявленных изменений в соотношениях, не связанных с возрастом, нами проведен сопоставительный анализ морфометрических показателей оперированной и интактной конечностей, которые представлены в таблице 7.

Анализ данных таблицы 7 показывает, что уже с 6-7 дня после операции у некоторых собак (у 3 из 8) начинает отмечаться истончение кортикальной пластинки большеберцовой кости. С 15-21 дня это явление уже приобретает статистическую значимость (в период максимального истончения на 0,77 $\pm$ 0,04 мм). Со второго месяца пребывания в аппарате начинается уменьшение толщины диафизов костей голени (в период максимального уменьшения у большеберцовой кости на 1,01 $\pm$ 0,01 мм, у малоберцовой - на 0,78 $\pm$ 0,03 мм). После снятия аппарата восстановление толщины диафизов большеберцовых костей наступало лишь через 3-4 месяца. Следует иметь при этом в виду, что в наших наблюдениях механотерапия собакам не производилась.

Видимо, описанные изменения являются результатом функциональной недогруженности оперированной конечности собаки (атрофия от недеятельности). Максимальной степени атрофия достигала на второй месяц после снятия аппарата. Анализ последнего раздела таблицы 6 показывает, что пребывание в аппарате до 1 месяца дает в отношении атрофии кости такой же результат, как и двухмесячное пребывание в аппарате. В целом изменение соотношений между размерами костей оперированной голени в ходе опыта связано не только с изменением длины костей, но и с изменениями их толщины.

Таблица 7

Отношение размеров правой (оперированной) голени к размерам костей левой (неоперированной) голени в момент эвтаназии ($M \pm m$)

Продолжительность пребывания в аппарате	Количество животных	Отношение толщины кортикальных пластинок к толщине б/б кости	Отношение толщины диафизов б/б костей
Пребывание в аппарате (дистракция + фиксация)			
До 1 суток	12	$0,97 \pm 0,02$	$0,98 \pm 0,01$
2-4	8	$0,98 \pm 0,01$	$1,00 \pm 0,003$
6-7	8	$0,95 \pm 0,04$	$1,01 \pm 0,01$
8-14	12	$1,06 \pm 0,07$	$0,99 \pm 0,02$
15-21	17	$0,89 \pm 0,02$	$1,02 \pm 0,01$
22-30	13	$0,67 \pm 0,07$	$0,99 \pm 0,06$
31-45	12	$0,67 \pm 0,07$	$0,93 \pm 0,03$
46-69	6	$0,71 \pm 0,011$	$1,01 \pm 0,07$
Период после снятия аппарата			
До 30	17	$0,66 \pm 0,04$	$0,93 \pm 0,02$
31-60	6	$0,57 \pm 0,07$	$0,88 \pm 0,05$
61-120	10	$0,84 \pm 0,05$	$0,92 \pm 0,02$
Более 120	7	$0,98 \pm 0,07$	$1,00 \pm 0,03$
Продолжительность синтеза аппаратом до его снятия			
До 30 дней	7	$0,82 \pm 0,12$	$0,94 \pm 0,05$
31-60	18	$0,80 \pm 0,05$	$0,96 \pm 0,02$
Более 60	15	$0,65 \pm 0,04$	$0,89 \pm 0,03$

Для более полной оценки приведенных данных следует указать, что в периоде пребывания собак без аппарата у ряда животных на контрольной (интактной) большеберцовой кости метаэпифизарный ростковый хрящ (МЭРХ) сохранялся, в то время как на оперированной конечности он исчезал либо сохранялся в виде отдельных небольших фрагментов. Нередко в этих фрагментах хрящевые клетки в пласте пролиферации утрачивали правильное расположение в виде столбиков, а пласт оссификации отсутствовал.

Полное замыкание МЭРХ на удлиненной конечности отмечено у 2 собак, оперированных в возрасте 9 месяцев и забитых в 10,5 месяца и 14 месяцев. Небольшие фрагменты МЭРХ с инволютивно-атрофическими изменениями сохранялись у собак, средний возраст которых в момент операции равнялся $4,3 \pm 0,4$ месяца. Эти собаки находились без аппарата от 11 до 141 дня. На контрольной конечности у них, как указано выше, МЭРХ полностью сохранялся, причем средняя толщина пласта пролиферации составляла $0,45 \pm 0,04$ мм, а средняя толщина пласта оссификации $0,11 \pm 0,04$ мм, что близко к возрастной норме.

Возможно, возникающая в результате операции диспропорция в состоянии МЭРХ на оперированной и на контрольной конечности в дальнейшем может привести к неравномерному росту большеберцовых костей в длину (9,13,15-18).

У всех 8 собак, у которых от МЭРХ на оперированной кости сохранились лишь отдельные фрагменты, темп дистракции составлял 0,5 мм в сутки при двухкратном подкручивании гаек.

У 17 собак, забитых в сроки от 1 до 452 дней после операции (в том числе у 11 в периоде дистракции), сравнивалось состояние дистальных МЭРХ правой (оперированной) и левой (неоперированной) большеберцовых костей. При этом дистальный МЭРХ правой большеберцовой кости не подвергался воздействию сил дистракции, а напротив, испытывал в периоде дистракции некоторое сжатие (компрессию) от воздействия перекрещивающихся спиц, закрепленных в дистальном кольце. Данные о возникающих изменениях МЭРХ в процессе дистракционного эпифизеолиза приведены в таблице 8.

Таблица 8

Сравнительные данные о дистальных метаэпифизарных хрящах правой (оперированной) и левой (неоперированной) большеберцовых костей ($M \pm m$)

Параметры	Правая	Левая
Толщина пласта пролиферации (мкм)	$0,41 \pm 0,06$	$0,45 \pm 0,005$
Толщина пласта оссификации (мкм)	$0,15 \pm 0,03$	$0,20 \pm 0,04$
Количество слоев клеток в пласте пролиферации	$27,9 \pm 3,9$	$32,8 \pm 3,0$
Средняя длина клетки (мкм)	$15,0 \pm 0,7$	$15,3 \pm 1,1$
Ширина клетки (мкм)	$31,2 \pm 0,5$	$29,0 \pm 0,8$

Как видно из данных этой таблицы, под влиянием сил сжатия (компрессии) толщина пласта пролиферации в дистальном МЭРХ несколько снижалось (у 7 собак из 17) или оставалась неизменной (у 7 собак); количество клеточных слоев в этом пласте уменьшилось (у 9 собак из 17); ширина хрящевых клеток увеличилась (у 12 собак из 17). Толщина пласта оссификации несколько уменьшалась (у 6 собак) либо оставалась неизменной (у 9 собак). Видимо, эти изменения дистального МЭРХ на оперированной лапе свидетельствуют о тенденции к более раннему замыканию ростковой зоны. Под действием повышенного давления на эпифиз наступает торможение роста. Аналогичные данные приводят другие исследователи [14, 16, 19-25].

Таким образом, проведенные исследования показали, что при удлинении конечностей в детском возрасте методом дистракционного эпифизеолиза наступают различные морфофункциональные изменения со стороны опорно-двигательной системы. Полученные данные позволяют выбрать индивидуальную тактику лечения пациента в зависимости от его возраста, состояния ростковых зон, величины укорочения конечности, наличия ее деформации, а также прогнозировать результаты лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. № 594966. СССР. МКИ² А 61 В 17/00. Способ удлинения и/или устранения деформаций конечности / Г.А. Илизаров (СССР). - № 1124270/28-13. Заявлено 07.01.67. Опубл. 28.02.78. Бюл. 8.
2. А.с. № 587928. СССР. МКИ² А 61 В 17/00. Способ удлинения конечности и/или устранения ее деформации / Г.А. Илизаров (СССР). - 2370767/28-13. Заявлено 07.01.67. Опубл. 28.02.78. Бюл. 8.
3. Бескровное удлинение голени методом дистракционного эпифизеолиза: Метод. рекомендации / КНИИЭКОТ. Сост.: Г.А. Илизаров, В.И. Грачева, В.К. Камерин. - Курган, 1976. - 24 с.
4. Наш опыт применения чрескостного остеосинтеза по Илизарову в амбулаторных условиях (В.И. Шевцов, В.А. Шестаков, В.И.Маер, М.С. Исламгалиев) // Теоретические и практические аспекты чрескостного компрессионного и дистракционного остеосинтеза. - М., 1977. - С. 254-257.
5. Илизаров Г.А., Грачева В.И., Васильев В.Н. Удлинение нижних конечностей и устранение деформаций методом дистракционного эпифизеолиза // Чрескостный компрессионный и дистракционный остеосинтез в травматологии и ортопедии: Сб. науч. тр. - Л., 1978. - С. 51-55.
6. Калякина В.И., Барабаш Н.П. Клинико-рентгенологическая характеристика динамики репаративного процесса при двухэтапном удлинении по методикам Г.А.Илизарова бедра и голени укороченной конечности // Чрескостный компрессионный и дистракционный остеосинтез в травматологии и ортопедии: Сб. науч. тр. - Л., 1978. - С. 68-73.
7. Меженина Е.П., Рулла Э.А., Шадрин Е.Л. Опыт применения дистракционно-компрессионного метода лечения больных в детской ортопедической практике // Лечение ортопедотравматологических больных в стационаре и поликлинике методом чрескостного остеосинтеза, разработанным в КНИИЭКОТ: Тез. докл. - Курган, 1982. - Ч. II. - С. 25-28.
8. Прокопова Л.В., Киселевич И.М. Лечение укорочений и деформаций конечностей у детей аппаратом Илизарова // Там же. - С. 38-40.
9. Старцева И.А., Горбунова З.И. Нарушения репаративной регенерации костной ткани при дистракционном эпифизеолизе // Лечение ортопедотравматол. больных в стационаре и поликлинике методом чрескостного остеосинтеза, разработ. в КНИИЭКОТ: Тез. докл. Всесоюз. науч.- практ. конф. - Т.2. - Курган, 1982. - С. 92-93.
10. Введенский С.П. Тридцатилетний опыт чрескостного остеосинтеза по Илизарову // Гений ортопедии. - 1996. - №2-3. - С. 25.
11. Шевцов В.И. Вклад Г.А.Илизарова в развитие травматологии и ортопедии // Гений ортопедии. - 1996. - №2-3. - С. 15-19.
12. 30-летний опыт лечения травматолого-ортопедических больных методом Илизарова / А.Ф. Краснов, Г.П. Котельников, М.И. Бобкова, Ю.М. Складчиков // Гений ортопедии. - 1996. - №2-3. - С. 27-28.
13. Меженина Е.П. Врожденные пороки развития и перспективы решения этой проблемы // Ортопед., травматол. и протезирование: Сб. науч. тр. - Киев, 1977. - С. 3-7.
14. Бунак В.В. Значение механической нагрузки для продольного роста скелета // Изв. естеств.- науч. ин-та имени П.Ф.Лесгафта. - 1954. - № 26. - С. 63-102.
15. Москвин В.И. Влияние повреждения эпифизарной хрящевой пластинки на рост кости в длину // Вестн.хир. - 1955. - Т. 75, №5. - С. 23-29.
16. Дрейер А.Л. Динамика возрастных изменений суставного и эпиметафизарного хрящей в процессе роста трубчатой кости: Автореф. дис ... канд.мед.наук. - Л., 1963. - 22 с.
17. Волынский Ф.А. Морфогенез суставных хрящевых пластов конечностей собак в норме и при экспериментальном нарушении их функции // Арх.анатомии. - 1968. - Т. 54, № 5. - С. 3-13.
18. Бухны А.Ф. Повреждения эпифизарных зон костей у детей. - М.: Медицина, 1973. - 167 с.
19. Стецула В.И., Суслова О.Я., Бруско А.Т. Изменения в зонах роста и суставном хряще при постоянной компрессии // Теоретические и практические аспекты чрескостного компрессионного и дистракционного остеосинтеза. - Курган, 1976. - С. 70-72.
20. Бескровный метод задержки роста конечности в эксперименте аппаратом для чрескостной фиксации / Г.А. Илизаров, Р.Г. Сакс, Ю.Н. Бахлыков, А.А. Свешников // Теоретич. и практич. аспекты чрескостного компрессионного и дистракционного остеосинтеза. - М., 1977. - С. 63-66.
21. Антонов С.Г. Влияние динамических и статических нагрузок на рост бедренных костей белых крыс // Арх.анатомии. - 1977. - № 6. - С. 39-44.
22. Hueter G. Anatomische Studien an den Extremitatengelenken Nouggeborener und Erwachsener // Virchow. Arch. Path. Anat. - 1862. - Vol. 25. - S. 572-599.
23. Volkman R. Erfahrungen über Knocherbiegungen und Knochenwachstum // Virchow. Arch. Path. Anat. - 1862. - Vol. 24. - S. 513-541.
24. Arkin A.M., Kats J.F. The effect of pressure on epiphyseal growth // J.Bone Jt Surg. -1956. - Vol. 38-A. - P. 1056-1076.
25. Hert J. Regulace rístu diounych kosti do deiki // Acta chir. ortopaed. traumat. chech. - 1964. - Vol. 31, № 2. - S. 85-91.

Рукопись поступила 29.01.1999.