

Состояние бедренных костей при удлинении голени в эксперименте методом дистракционного эпифизеолиза

В.И. Шевцов, В.К. Камерин

Status of femoral bones during experimental leg elongation by the technique of distraction epiphysiolysis

V.I. Shevtsov, V.K. Kamerin

Государственное учреждение 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)

В эксперименте у 44-х собак от 4-х до 10 месяцев производили удлинение правой большеберцовой кости методом дистракционного эпифизеолиза. Анализ результатов показал, что при удлинении голени происходит удлинение и бедра, а также изменения в ростковых зонах бедренной кости и шейечно-диафизарном угле. Эти изменения связаны с возрастом животных в момент операции.

Ключевые слова: эксперимент, дистракционный эпифизеолиз, голень, бедро.

Experimental elongation of right tibia by the technique of distraction epiphysiolysis is performed, using 44 dogs 4-10 months old. Analysis of the results showed, that changes of femoral growth plates in the zones of femur and those in neck-shaft angle took place during leg elongation as well as lengthening of femur. The changes are connected with the animals' age at the moment of surgery.

Keywords: experiment, distraction epiphysiolysis, leg, femur.

Клинические наблюдения [1-6] удлинения голени у детей и подростков методом дистракционного эпифизеолиза показали, что в ряде случаев отмечается удлинение и одноименной бедренной кости.

В РНЦ «ВТО» имени академика Г.А. Илизарова в течение ряда лет идет целенаправленная разработка проблем дистракционного эпифизеолиза: удлинение за счет одной и двух ростковых зон, моделирование и исправление дефор-

мации голени. Выявлены изменения как в ростковых зонах, так и в диафизах оперированных и интактных голени и бедренных костях. Полученные данные позволяют клиницисту определить рациональную тактику удлинения и прогнозировать результаты лечения с учетом возраста пациента, состояния ростковых зон и величины имеющегося укорочения сегмента конечности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В эксперименте у 44 щенков в возрасте от 4 до 10 месяцев после удлинения правой большеберцовой кости за счет проксимальной ростковой зоны были проанализированы рентгенограммы бедренных и берцовых костей с измерением их длины, толщины диафизов, корковых

пластинок, ростковых зон и состояния шейечно-диафизарного угла в тазобедренном суставе в различные сроки эксперимента. Морфологически изучено состояние ростковых зон бедренных и большеберцовых костей¹.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При анализе результатов выявлено, что у 27 собак длина правой бедренной кости (на оперированной стороне) превышала длину левой бедренной кости, у 9 собак левая бедренная кость была длиннее, у 8 собак правая и левая бедренные кости были одинаковой длины. Чтобы ис-

ключить влияние естественной разницы в длине костей, наблюдаемой у здоровых животных, мы учитывали при этом лишь разницу в длине, превышающую 2%. Оказалось, что у 11 собак правая кость была длиннее левой на 2,1 – 4,5% и лишь у одной собаки – левая была длиннее на

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

2,5%. Таким образом, существенная разница в длине в пользу правого бедра отмечена у каждой 4-й из обследованных собак. При этом, у 5 собак, наблюдавшихся от 35 до 123 дней разница не превышала 2,9%, а у собак, наблюдавшихся от 119 до 425 дней (вторая группа), разница превышала 3,4%. Можно предложить, что удлинение правой бедренной кости в ходе эксперимента прогрессировало. При этом установлена связь удлинения с возрастом в момент операции. Так, в первой группе этот возраст составлял от 4 до 7 месяцев, а во второй равнялся 8 – 10 месяцам.

Продолжительность distraction в первой группе составляла в среднем 28 дней, во второй 35 дней, общая продолжительность пребывания животных в аппарате в первой группе была в среднем 42 дня, во второй группе – 65 дней; средняя продолжительность пребывания без аппарата в первой группе – 26 дней, во второй 201 день.

Чтобы выявить механизмы, ведущие к «незапланированному» удлинению бедра (у больных положительно сказывается на общем исходе удлинения укороченной нижней конечности), нами проанализированы у всех 44-х собак три вида данных: состояние суставных и эпифизарных ростковых хрящей бедра, соотношение между размерами бедренных костей и изменения шеечно-диафизарного угла бедренной кости.

Данные о состоянии хрящей приведены в таблицах 1 и 2.

В возрасте 4-5 месяцев изучено 6 собак, в 6-7 месяцев 14, в 8-9 месяцев – 9 собак, в возрасте 10 месяцев и старше – 15 собак.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что существенные различия в состоянии хрящей правого и левого бедра по мере увеличения возраста собак, находившихся в опыте, обнаруживались лишь в суставных хрящах внутренних мыщелков. На правой конечности суставной хрящ был толще (различия для всех возрастных групп, кроме группы 8-9 месяцев статистически значимы). Истончение суставного хряща головки бедра на стороне операции статистически было значимо лишь для возраста 4-5 месяцев. Морфометрия эпифизарных ростковых хрящей в возрастном аспекте не показала существенных различий между правой и левой конечностями.

В таблице 2 приведены данные о динамике изменений суставных хрящей в ходе опыта в зависимости от периодов эксперимента, поскольку изменения эпифизарных ростковых хрящей, как видно из таблицы 1, зависят от возраста собак.

В периоде distraction изучено 7 собак, в периоде фиксации – 6, в периоде пребывания без аппарата до 1 месяца – 13, до 100 дней – 7, бо-

лее 100 дней – 7 собак. Как видно из таблицы 2, отмечалось утолщение суставного хряща правого внутреннего мыщелка на протяжении всего опыта.

Таблица 1.

Изменения размеров хрящей бедренной кости в возрастном аспекте до операции ($M \pm m$)

Возраст (мес.)	Толщина суставных хрящей в мм			
	головка бедра		внутренний мыщелок бедра	
	справа	слева	справа	слева
4-5	0,72±0,02	0,85±0,02	1,72±0,32	1,02±0,05
6-7	0,54±0,05	0,60±0,05	0,78±0,06	0,63±0,02
8-9	0,56±0,009	0,68±0,08	0,79±0,12	0,59±0,11
≥10	0,61±0,06	0,60±0,04	0,75±0,07	0,44±0,01

Эпифизарный хрящ головки бедренной кости

4-5	0,62±0,08	0,58±0,10	0,18±0,04	0,20±0,03
6-7	0,46±0,02	0,46±0,01	0,11±0,01	0,12±0,01
8-9	0,40±0,04	0,39±0,03	0,05±0,02	0,04±0,02
≥10	0,14±0,03	0,14±0,03	0,01±0,008	0,01±0,01

Эпифизарный хрящ большого вертела

4-5	0,57±0,07	0,61±0,08	0,17±0,04	0,17±0,01
6-7	0,39±0,02	0,49±0,06	0,07±0,01	0,09±0,02
8-9	0,42±0,03	0,46±0,04	0,02±0,01	0,01±0,01
≥10	0,18±0,05	0,12±0,03	0,01±0,008	0,01±0,004

Эпифизарный хрящ внутреннего мыщелка

4-5	0,59±0,05	0,61±0,08	0,18±0,03	0,21±0,02
6-7	0,57±0,09	0,50±0,02	0,12±0,02	0,15±0,02
8-9	0,40±0,03	0,41±0,05	0,08±0,05	0,06±0,03
≥10	0,13±0,04	0,11±0,04	0,01±0,004	0,02±0,01

Таблица 2.

Изменения толщины суставных хрящей бедра в ходе опыта

Период эксперимента в днях	Толщина суставных хрящей бедренной кости			
	головка		внутренний мыщелок	
	правая лапа	левая лапа	правая лапа	левая лапа
Дистракция	0,58±0,11	0,77±0,09	1,25±0,26	0,87±0,06
Фиксация	0,37±0,08	0,52±0,25	0,71±0,15	0,59±0,11
БА до 30	0,61±0,09	0,52±0,04	0,87±0,18	0,63±0,07
БА 31-100	0,77±0,10	0,74±0,009	0,71±0,19	0,44±0,03
БА >100	0,58±0,11	0,59±0,05	0,89±0,12	0,46±0,02

Причем статистически значимые различия были в периоде distraction и после снятия аппарата (30 дней и более).

Истончение суставного хряща головки правого бедра наблюдалось в периодах distraction и последующей фиксации (изменения статистически не доступны).

В целом, изменения суставных хрящей, приведенные в таблицах 1 и 2, не дают оснований для заключения о связи их изменений с длиной правой кости. Отсутствие существенных различий в состоянии эпифизарных ростковых хрящей правой и левой бедренных костей также не позволяют сделать заключение о причинах асимметрии длины костей.

Рассмотрим далее изменения соотношений между некоторыми размерами бедренной кости (таблица 3).

Таблица 3.

Изменения соотношений между размерами бедренных костей в ходе опыта ($M \pm m$)

Период эксперимента в днях	Правая кость	Левая кость	Правая кость	Левая кость
	1		2	
Дистракция	0,53±0,05	0,80±0,05	0,07±0,01	0,10±0,01
Фиксация	0,72±0,21	1,02±0,17	0,10±0,01	0,13±0,01
БА до 30	0,58±0,06	0,91±0,06	0,08±0,01	0,13±0,01
БА 31-100	0,78±0,08	1,08±0,14	0,10±0,01	0,13±0,01
БА 101-120	0,75±0,010	1,03±0,10	0,11±0,02	0,14±0,01
БА >120	0,95±0,02	1,15±0,01	0,16±0,01	0,16±0,01
	3		4	
Дистракция	7,7±0,3	8,2±0,2	1,19±0,05	1,23±0,03
Фиксация	8,3±0,6	8,0±0,8	1,20±0,05	1,15±0,06
БА до 30	7,2±0,4	7,8±0,3	1,15±0,7	1,13±0,04
БА 31-100	7,6±0,6	8,4±0,5	1,15±0,06	1,13±0,07
БА 101-120	7,1±0,5	7,5±0,6	1,11±0,08	1,09±0,06
БА >120	6,4±0,1	7,0±0,1	1,05±0,03	1,09±0,03

БА – период после снятия аппарата.

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

2 - отношение толщины КП бедренной кости к толщине ее диафиза (ДФ)

3 -- отношение толщины ДФ бедренной кости к ее Дл x 100.

4 -- отношение толщины ДФ бедренной кости к толщине ДФ одноименной большеберцовой кости.

К концу периода наблюдения состояние правой и левой бедренных костей начинает выравниваться (см. табл. 4).

Таблица 4.

Изменения некоторых абсолютных размеров бедренных костей в ходе опыта (мм) ($M \pm m$)

Период эксперимента	Толщина диафиза		Толщина корковой пластинки	
	справа	слева	справа	слева
Дистракция	10,9±0,8	11,5±0,8	0,8±0,1	1,1±0,1
Фиксация	11,1±1,9	11,5±0,7	1,1±0,2	1,4±0,2
БА до 1 мес.	10,1±0,5	10,8±0,3	0,8±0,1	1,3±0,1
БА 30-100	10,8±0,5	11,7±0,5	1,1±0,1	1,5±0,1
БА >100дн.	11,5±0,4	12,2±0,4	1,5±0,4	1,9±0,1

БА – период после снятия аппарата.

Как видно из таблицы 3, в ходе опыта наблюдается истончение корковой пластинки и диафиза правой бедренной кости, особенно выраженное в первый месяц после снятия аппарата с правой голени. Различия между правой и левой костями для граф 1 и 2 статистически значимы. Это дает основания полагать, что атрофия правой бедренной кости может быть отнесена к атрофиям от недеятельности (гипокинезии). Об этом свидетельствует и графа 4 таблицы 3, говорящая о том, что изменения в правой бедренной и большеберцовой костях идут довольно синхронно.

В то же время, данные таблицы 3 не дают

оснований для заключения о связи относительно большей длины правого бедра с изменениями соотношения размеров бедренной кости. Скорее графа 1 таблицы 3 могла бы говорить об уменьшении в ходе опыта длины правой бедренной кости, если бы таблица 4 не свидетельствовала о том, что происходит истончение корковой пластинки ее (в периоде максимального истончения в среднем на $0,53 \pm 0,01$ мм), равно и истончение диафиза (в период максимума в среднем на $0,67 \pm 0,01$ мм).

Измерения шеечно-диафизарного угла по рентгенограммам дали менее надежные результаты, что отчасти можно связать с недостаточной однотипностью укладки при рентгенографии. Некоторые результаты измерений приведены в таблице 5.

Хотя различия, судя по таблице 5, статистически незначимы, все же эти данные позволяют высказать два предположения: во-первых, возможно, что изменения длины правой бедренной кости связаны с изменением шеечно-диафизарного угла; во-вторых, возможно не только абсолютное удлинение правой бедренной кости, но и относительное ее «удлинение» из-за укорочения левого бедра вследствие изменения левого шеечно-диафизарного угла.

Таблица 5.

Величина шеечно-диафизарного угла бедренной кости в градусах ($M \pm m$)

Объект исследования	Фронтальная проекция		Боковая проекция	
	справа	слева	справа	слева
Бедра с небольшой разницей в длине	124,7±1,0	133,3±1,4	155,4±2,9	159,6±1,2
Разница в длине 2% (правое длиннее)	127,5±2,3	129,1±3,6	157,6±2,9	157,6±3,3

Гистологические исследования части препарата в какой-то мере подтверждают возможность изменения в области шейки и большого вертела как правой, так и левой бедренной кости. Так, в 3-х наблюдениях обнаружены надломы кости в области большого вертела (у 1 собаки правого, у 2-х – левого бедра).

Оценивая эти данные, следует иметь в виду, что в эксперименте производилось удлинение здоровой, не укороченной конечности у здоровых собак, что вело к патологическим изменениям статики и походки животных, в то время как у больных с укорочениями конечности соотношение между длиной нормализуется. Если изменения шеечно-диафизарного угла у собак действительно имели место, то это, прежде всего, результат патологических изменений условий опоры и движения.

У собак было проведено сравнительное изу-

чение эпифизарных ростковых хрящей дистального конца левой большеберцовой кости (таблица 6).

Таблица 6.

Сравнение ЭРХ внутреннего мыщелка левой бедренной кости и проксимального конца левой большеберцовой кости ($M \pm m$)

Параметры	Возраст в мес.	ЭРХ бедренной кости	ЭРХ большеберцовой кости
Толщина пласта пролиферации в мм	4-5	$0,56 \pm 0,06$	$0,57 \pm 0,06$
	6-7	$0,50 \pm 0,03$	$0,47 \pm 0,03$
	8-9	$0,37 \pm 0,06$	$0,42 \pm 0,03$
	≥ 10	-	$0,11 \pm 0,05$

Анализ данных таблицы 6 показывает, что темп уменьшения размеров ЭРХ дистального конца бедренной кости несколько выше, чем темп уменьшения размеров проксимального конца большеберцовой кости. Так, толщина пласта пролиферации ЭРХ внутреннего мыщелка бедренной кости в периоде от 4-5 до 8-9 месяцев уменьшалась на 34%, а на проксимальном конце большеберцовой кости — на 26%, толщина пласта оссификации за это время на бедре уменьшается на 88%, а на большеберцовой кости на 28%. К тому же количество слоев в пласте

пролиферации ЭРХ бедренной кости было значительно меньше.

У собак в возрасте 10 месяцев и старше ЭРХ большеберцовой кости еще сохранялся, в то время как пластинка роста бедренной кости уже замыкалась.

Можно еще отметить, что при сравнительном изучении костей предплечья и костей голени у 10 собак оказалось, у 4 из них дистальные ЭРХ лучевой и локтевой костей были замкнуты, в то время как ЭРХ на левой не оперированной большеберцовой кости еще сохранились.

Таким образом, полученные результаты исследований показали, что каждая эпифизарная ростковая зона имеет собственный темп изменений, и замыкание пластинок роста происходит в разные сроки. Имеются и значительные индивидуальные различия. Удлинение конечностей методом дистракционного эпифизеолиза сопровождается морфо-функциональными изменениями как в оперированной, так и интактных конечностях. Это следует иметь в виду при выборе ростковой зоны для прогнозирования течения лечебного процесса и его исхода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бескровное удлинение голени методом дистракционного эпифизеолиза: Метод. рекомендации / КНИИЭКОТ; Сост.: Г.А. Илизаров, В.И. Грачева, В.К. Камерин. - Курган, 1976. - 24 с.
2. Наш опыт применения чрескостного остеосинтеза по Илизарову в амбулаторных условиях / В.И. Шевцов, В.А. Шестаков, В.И. Майер, М.М. Исламгалеев // Теоретические и практические аспекты чрескостного компрессионного и дистракционного остеосинтеза: Сб. науч. тр. - М.: ЦИТО, 1977. - С. 254-257.
3. 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. трудов. - Л., 1978. - С. 51-55.
4. Илизаров Г.А., Грачева В.И., Аранович А.М. Активизация роста рудиментов при удлинении врожденно укороченной голени с отсутствием малоберцовой кости // Проблемы чрескостного остеосинтеза в ортопедии и травматологии: Сб. науч. трудов. - Вып. 8. - Курган, 1982. - С. 134-139.
5. Введенский С.П. Тридцатилетний опыт чрескостного остеосинтеза по Илизарову // Гений ортопедии. - 1996. - № 2-3. - С. 25.
6. Шевцов В.И. Вклад Г.А. Илизарова в развитие травматологии и ортопедии // Гений ортопедии. - 1996. - № 2-3. - С. 15-19.

Рукопись поступила 29.01.1999.