

Динамика рентгеноморфологических и биологических показателей при удлинении конечностей методом distractionного эпифизеолиза в эксперименте

В.К. Камерин, Л.С. Кузнецова, В.Н. Васильев

The dynamics of roentgenomorphological and biological indices in experimental limb elongation by the method of distraction epiphysiolysis

V.K. Kamerin, L.S. Kuznetsova, V.N. Vasiliev

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 на 57 щенках в возрасте от 3 до 9 месяцев проведены рентгеноморфологические и биохимические исследования формирования distractionного регенерата и реакции организма при distractionном эпифизеолизе: процессы гликолиза, белкового, углеводного, минерального обмена. Установлено, что в условиях стабильной фиксации диастаз, получаемый при растяжении ростковой зоны, замещается новообразованной костной тканью, а нормализация обмена веществ происходит к концу периода фиксации. Удлинение конечности методом distractionного эпифизеолиза по Илизарову не вызывает глубоких необратимых изменений в обмене веществ и является малотравматичным оперативным вмешательством.

Ключевые слова: щенки, distractionный эпифизеолиз, аппарат Илизарова., регенерат, рентгеноморфологические исследования, биохимия.

Roentgenomorphological and biochemical studies concerning formation of distractional regenerate and reaction of organism under distraction epiphysiolysis (processes of glycolysis, those of protein, carbohydrate, mineral metabolism) are performed experimentally, using 57 puppies at the age of 3-9 months. It is established, that during stable fixation a diastasis, obtained by extension of growth zone, is replaced by newly formed bone tissue and metabolism normalization occurs by the end of fixation period. Limb elongation by the method of distraction epiphysiolysis according to Ilizarov doesn't lead to profound irreversible changes of metabolism and it is a surgical intervention of little trauma.

Keywords: puppies, distraction epiphysiolysis, the Ilizarov apparatus, regenerate, roentgenomorphologic studies, biochemistry.

Удлинение укороченной нижней конечности у детей и подростков является одной из наиболее актуальных проблем ортопедии. Разработан ряд оперативных методик для решения этой проблемы. Однако удлинение конечности путем остеотомии крупных костей является травматичным вмешательством. Бескровное удлинение конечности и коррекция ее оси путем distractionного эпифизеолиза по Илизарову [1, 2] широко применяются в клинике [3, 4, 6-13]. Однако, несмотря на большое число экспериментальных и клинических исследований, многие стороны репаративного остеогенеза при distractionном эпифизеолизе до настоящего

времени остаются неосвещенными. До конца не изученными являются вопросы метаболических изменений в организме, обеспечивающих адаптивные и регенеративные возможности организма.

В РНЦ «ВТО» имени академика Г.А. Илизарова в течение ряда лет идет целенаправленная разработка проблем distractionного эпифизеолиза.

Целью настоящего исследования явилось изучение изменений клинико-биохимических и рентгеноморфологических показателей при удлинении голени за счет distractionного эпифизеолиза проксимальной ростковой зоны.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Удлинение правой большеберцовой кости путем distractionного эпифизеолиза осуществляли у 57 щенков в возрасте от 2 до 9 месяцев с массой тела от 3,5 до 9,5 кг. Под внутривенным

тиопенталовым наркозом по методике, описанной ранее [3], осуществляли эпифизеолиз аппаратом Илизарова. В экспериментах использовали устройство для измерения distractionных

усилий и расстояния между фрагментами [5]. Было установлено, что величина усилий, необходимых для достижения эпифизеолиза, составляла от 60 до 115 кгс и зависела от возраста и веса щенка, размеров кости и скорости наращивания дистракционных усилий.

Проводились биохимические исследования регенерата и сыворотки крови.

Клинико-биохимические исследования крови и рентгенография проводились до операции, каждые 7 дней дистракции, 2 раза в месяц в периоде фиксации, 1 раз в месяц после снятия аппарата и перед эвтаназией животных, которую осуществляли внутривенным введением летальных доз барбитуратов. После эвтаназии готовились гистологические продольные и поперечные срезы регенерата с прилежащими

участками метафиза и эпифиза.

Активность лактатдегидрогеназы (ЛДГ), кинской (КФ) и щелочной (ЩФ) фосфатаз определяли, используя наборы реактивов Био-тест «Лахама» (Чехия), изоферментный спектр – методом электрофореза в полиакриламидном геле, соотношение изоферментов – прямой денситометрии гелей и выражали в процентах от общей активности. Содержание метаболитов лактата (МК) и пирувата (ПВК) определяли, используя наборы реактивов "Берингер" (Австрия), кальция, магния, хлоридов и неорганического фосфата – на анализаторе «Импакт – 400» (Англия). Количество общего белка, сиаловых кислот и гексозаминов определяли по общепринятой методике.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рентгенологическое исследование зоны эпифизеолиза показало, что уже с 1-4 дня после начала дистракции определялось смещение эпифиза по длине. Видимых рентгенологических признаков регенерации костной ткани в эти сроки не наблюдалось. Через 2 недели формирующийся диастаз замещался костным регенератом преимущественно со стороны метафиза с продольно ориентированными трабекулами. Со стороны эпифиза отмечалась тень регенерата высотой 1-3 мм. В средних отделах диастаза между регенератами определялась соединительно-тканная прослойка.

К концу третьей недели дистракции в наружных отделах регенерата происходило уплотнение тени, что являлось признаком формирования кортикальных пластинок. Граница регенерата с метафизом к этому сроку плохо определялась, и о размерах диастаза можно было судить приблизительно по более плотной тени регенерата в сравнении с метафизарным отделом. У некоторых животных «зона роста» между регенератами пересекалась на значительном протяжении костными трабекулами неодинаковой плотности.

К 30-му дню удлинения диастаз замещался костной тканью более плотной, чем прилежащие отделы кости. «Зона роста» в значительной степени замещалась слабыми тенями костного регенерата.

Через 2 недели последующей фиксации отмечался общий остеопороз удлиняемой кости, особенно выраженный в метафизарном отделе на стороне эпифизеолиза. Через 3 недели после прекращения дистракции весь диастаз был заполнен костными регенератами, между которыми на протяжении 1/3 поперечника прослеживалась узкая прерывистая щель.

К концу месяца фиксации диастаз между эпифизом и метафизом замещался костной тка-

нью. Тень регенерата и прилегающего эпифиза была плотнее тени остальных отделов кости. Через 2-3 месяца фиксации отмечалась значительная перестройка костного регенерата, структура которого приближалась к структуре метафиза контрольной кости. Через 6-12 месяцев регенерат по своей структуре не отличался от прилегающих отделов.

В периоде дистракции возрастала напряженность всех систем организма. Активизировались процессы гликолиза. Активность ЛДГ в сыворотке крови достигала максимальных значений (10,4 ммоль/л*ч) к концу 3 недели дистракции. В изоферментном спектре наблюдался активный синтез М-субъединиц, соотношение Н/М равнялось 0,9 против 1,7 до операции. Увеличилась концентрация МК до 3,2 ммоль/л (при норме 1,20 ммоль/л). Соответственно повышался коэффициент МК/ПВК до 18,7 (против 12,6 до операции).

В начале периода фиксации наблюдалась тенденция к восстановлению физиологической нормы, которая продолжалась до снятия аппарата. Активизацию гликолитических процессов следует рассматривать как адаптацию к анаэробным условиям, возникающим после операции. В периоде фиксации происходило восстановление кислородного режима, уменьшалась тканевая гипоксия.

Период дистракции характеризовался высокой активностью ЩФ, в частности, ее термолabileного изофермента, который составлял до 4,8 ммоль/л*ч, что свидетельствовало о функциональной активности остеобластов.

После операции определялось нарастание активности КФ, ее тартратрезистентного изофермента, с максимальными значениями 0,21 – 0,37 ммоль/л*ч (при норме 0,10 ммоль/л*ч) в периоде фиксации. Это свидетельствовало об активности процесса ремоделирования матрикса

кости.

После снятия аппарата показатели активности ЩФ и КФ оставались повышенными, что было связано с формообразованием и минерализацией дистракционного регенерата.

Период дистракции характеризовался гипокальциемией и гипофосфатемией. Нормализация содержания кальция и фосфата происходила в периоде фиксации.

Гистологическое исследование показало, что через 3 дня после эпифизеолиза образовавшийся диастаз был заполнен кровью. С метафизарной поверхности отмечалась пролиферация остеогенной ткани, которая вместе с капиллярами заполняла диастаз на глубину 0,5 – 0,8 мм. Эпифизарная пластинка была несколько утолщенной за счет увеличения количества клеток в пласте пролиферации. В периосте и прилежащих к нему мягких тканях на уровне диастаза имелись кровоизлияния. В некоторых участках встречались очаги пролиферации камбиальных элементов надкостницы.

Через 2 недели дистракции на метафизарной поверхности имелся регенерат высотой 2-3 мм, состоявший из остеогенной ткани с продольно ориентированными костными балочками. К 15-20 дню дистракции при диастазе от 7 до 9 мм высота костного регенерата со стороны метафиза достигала 3-4 мм, в большинстве случаев между костным регенератом и эпифизарной пластинкой располагалась волокнистая ткань, в которой имелись кистозные полости, заполненные кровянистой жидкостью. При минимальных темпах дистракции диастаз почти полностью был заполнен костной тканью и наблюдался процесс эндхондральной оссификации со стороны эпифизарной пластинки. К 30-му дню дистракции диастаз высотой 10-20 мм на большом протяжении заполнялся костной тканью, которая образовывалась не только со стороны

метафиза, но и со стороны эпифизарной пластинки за счет эндхондральной оссификации. Между костными регенератами имелась зона фиброзной ткани шириной 2-3 мм с явлениями оссификации.

К концу месяца последующей фиксации аппаратом Илизарова на всем протяжении диастаза формировалась кортикальная пластинка, при этом между костными регенератами, идущими со стороны эпифиза и метафиза (ближе к метафизу), определялась узкая полоска фиброзной ткани.

Через 3-4 недели после снятия аппарата диастаз 10-12 мм был заполнен губчатой костной тканью с кроветворным костным мозгом. В некоторых случаях в центре костного регенерата сохранялась зона фиброза. Продолжалось формирование кортикального слоя регенерата.

Через 3-4 месяца после снятия аппарата дистракционный регенерат приобретал структуру метафизарного отдела кости. Иногда в центральных частях регенерата сохранялись отдельные кистозные полости, заполненные плазмой. Граница регенерата с бывшим метафизом не определялась.

Таким образом, результаты проведенных экспериментальных исследований показали, что в условиях стабильной фиксации возможно управляемое воздействие на ростковую зону с целью удлинения конечности в периоде роста. Рост кости в длину под влиянием дистракции усиливался в результате образования дополнительной фиброзной (коллагеноволоконистой) зоны роста в метафизе. Биохимические исследования позволяют сделать вывод о сокращении продолжительности катаболической фазы, раннем наступлении периода долговременной адаптации и наступлении анаболической фазы репаративного остеогенеза.

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. Оpubл. 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. Оpubл. 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. Исламгалеев // Теоретические и практические аспекты чрескостного компрессионного и дистракционного остеосинтеза. - М., 1977. - С. 254-257.
5. К изменению усилий и величины диастаза при дистракционном эпифизеолизе / Г.А. Илизаров, О.В. Тарушкин, В.И. Грачева и др. // Чрескостный компрессионный и дистракционный остеосинтез в травматологии и ортопедии: Сб. науч. работ. - Л., 1977. - С. 94-99.
6. 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.
7. 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.
8. Некоторые аспекты компрессионного остеосинтеза при заживлении экспериментального перелома кости / Г.А. Илизаров, А.М. Хелимский, Р.Г. Сакс и др. // Лечение переломов по методу Илизарова: Сб. науч. работ. - Л., 1979. - С. 5-7.
9. 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. тр.

- КНИИЭКОТ. – Курган, 1982. – Вып. 8. – С. 134-139.
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.

Рукопись поступила 02.02.1999.

Вышли из печати



В.И. Шевцов, В.Д. Макушин, Л.М. Куфтырев

Дефекты костей нижней конечности

Курган: Зауралье, 1996. - 504 с., ил. 413, библиогр. назв. 536.
ISBN 5-87247-072-X. Тв. пер-т. Ф. 29x19,5 см.

В книге с позиций современного управляемого чрескостного остеосинтеза аппаратом Илизарова обосновывается этиопатогенез данных патологий, описывается технология остеосинтеза в зависимости от анатомо-функциональной семиотики и патологии, характеризуются возможные тактико-технические и лечебные ошибки и осложнения, способы их предупреждения и устранения, рекомендуется комплекс интенсификации лечебно-реабилитационных мероприятий.

Цена - 100 руб.
