

© Группа авторов, 2003

Анализ оптической плотности рентгенографического изображения дистракционного костного регенерата бедренной кости при удлинении врожденно укороченного бедра методом билокального дистракционного остеосинтеза

А.В. Попков, С.А. Аборин, Э.А. Гореванов, О.В. Климов

The analysis of the optical density of the x-ray image of the femoral distraction regenerate bone in the process of lengthening of congenitally shortened femur using the technique of bifocal distraction osteosynthesis

A.V. Popkov, S.A. Aborin, E.A. Gorevanov, O.V. Klimov

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 статье изложена применяемая нами методика для изучения рентгенологического изображения дистракционного регенерата. Предложены дополнения к методике для получения абсолютных значений изучаемого параметра. В статье также подробно дан анализ структурного состава регенерата на различных этапах удлинения бедренной кости у пациентов с ее врожденным укорочением.

Ключевые слова: бедренная кость, врожденное укорочение, билокальное удлинение, дистракционный регенерат, рентгенология, оптическая денситометрия.

The authors of the work describe the technique used by them for studying the x-ray image of the distraction regenerate bone. To obtain absolute values of the parameter studied some additions to the technique are proposed. Structural composition of the regenerate bone is analyzed in detail at different stages of the lengthening of the femur in patients with its congenital shortening.

Keywords: femur, congenital lengthening, bifocal lengthening, distraction regenerate bone, roentgenology, optical densitometry.

ВВЕДЕНИЕ

Укорочение бедра любой этиологии, в том числе и врожденное, доставляет больному массу проблем, как физических, так и психологических. В настоящее время количество пациентов данной нозологической группы постоянно растет. На протяжении всего периода развития ортопедии предпринимались попытки оперативного лечения данной патологии. Однако несовершенство методик и недостаток опыта лечения пациентов такого рода сказывались на окончательном результате лечения. С развитием методов чрескостного дистракционного остеосинтеза появилась возможность оказания помощи широкому кругу пациентов с данным заболеванием,

с получением при этом стабильно положительных результатов. При этом используемые технологии позволяют не только уравнивать длину конечностей, но и проводить коррекцию имевшихся деформаций. Однако следует отметить, что процесс удлинения врожденно укороченного бедра имеет ряд особенностей, что отражается на процессе формирования вновь образованной костной ткани. Изучение этого процесса путем цифрового анализа аналоговых рентгенографических изображений удлиняемого сегмента позволило нам получить и проанализировать количественную характеристику данного процесса.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал исследования составили данные рентгенологического обследования 48 пациентов в возрасте от 12 до 18 лет, проходивших лечение в РНЦ "ВТО" за период с 1992 по 2001

год. Динамика процесса формирования дистракционного регенерата анализировалась нами с интервалом в 2-3 недели на протяжении всего периода дистракции и с интервалом 3-4 недели

– в период фиксации. После снятия аппарата рентгенологическая картина оценивалась в ближайшие сроки (через 1, 3, 6 мес.) и отдаленный период (через 1, 2, 3 и более лет).

Дистракция у всех пациентов начиналась на 4-7 день после операции по $\frac{1}{4}$ мм 4 раза в день на каждом уровне. Накануне начала удлинения в проксимальной и дистальной системах аппарата создавалось усилие (устранялся “свободный ход”) путем дистракции по всем стержням до 5 мм одновременно. Длительность периода дистракции в среднем для всей группы составила $62,39 \pm 2,66$ дня. Средняя величина удлинения во всей исследуемой группе составила $7,40 \pm 0,21$ см, причем удлинение на проксимальном уровне составило в среднем $3,79 \pm 0,14$ см и $3,59 \pm 0,12$ см – на дистальном.

У всех пациентов данной группы больных производилась цифровая обработка аналогового

рентгенологического изображения удлиняемого сегмента (рентгенограммы) на аппаратно-программном комплексе “ДиаМорф” (Временное регистрационное удостоверение, 2/3/96, протокол от 04.11.96 г. № 2. МЗ РФ).

Для анализа структурного состава дистракционного костного регенерата на рентгенологическом изображении последнего по технологии В.И. Шевцова, М.М. Щудло, Н.А. Щудло [1] подсчитывали относительную площадь участков изображения с различной степенью яркости, которая отражала степень его минерализации. По уровню минерализации тканей их условно разделили на четыре степени, которые по мере возрастания располагались в следующем порядке: прослойка, минерализованная ткань, остеоид и участки изображения, соответствующие плотности кости или превышающие ее.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первые рентгенологические исследования удлиняемой конечности всем пациентам проводились на 10-15 день после операции. К этому моменту высота диастаза на проксимальном уровне удлинения в среднем составляла $1,0 \pm 0,7$ см, на дистальном – $1,1 \pm 0,4$ см. Визуально у 77,7 % пациентов нами были отмечены признаки регенерации.

На аппаратно-программном комплексе “ДиаМорф” при соответствии режима удлинения и активности репаративного процесса на этот период определяли диастаз, заполненный субстратом низкой плотности, состоящим из слабо-минерализованной костной ткани гомогенной структуры, процентное соотношение которой составляло до 90% всей площади рентгенологического изображения регенерата. Остальные 10 % приходились на оптически более плотную ткань, приближающуюся по плотности к остеоиду. Визуально данные ткани часто представляли собой фрагменты костной ткани с очагами остеогенеза. В случаях превышения оптимального темпа дистракции рентгенологическая картина отражала снижение плотности субстрата, заполняющего диастаз, или его отсутствие. Структура дистракционного регенерата по распределению тканей различной оптической плотности при нормальном течении регенерации и режима дистракции представлена на рисунке 1.

На тридцатый день дистракции диастаз между костными фрагментами составил $2,1 \pm 0,4$ см на проксимальном уровне удлинения и $2,5 \pm 0,7$ см – на дистальном, что в целом соответствовало темпам и сроку дистракции. Визуально на данный момент удлинения рентгенологическая тень регенератов становилась более интенсивной, четко визуализировалась их структура и границы. Зрительно структура регенератов при-

обретала продольную исчерченность.

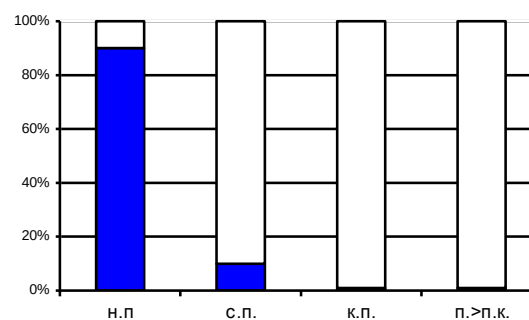


Рис. 1. Распределение структурного состава проксимального дистракционного костного регенерата на рентгенологическом изображении (14 день удлинения) (н.п. – низкая плотность изображения; с.п. – средняя плотность изображения; к.п. – плотность изображения, равная кости; п.>п.к. – плотность изображения, превышающая плотность кости)

Полученные данные об оптической структуре его рентгенологического изображения показали, что по истечении 30 дней дистракции содержание тканей костной плотности практически отсутствовало, а содержание тканей средней плотности составляло до 50% от всей площади изображения регенерата. Ткани низкой и высокой оптической плотности составляли остальные 50% и распределялись между собой примерно в одинаковой пропорции (рис. 2).

Как было сказано выше, средняя продолжительность дистракционного периода у наших пациентов была два месяца, при этом, несмотря на значительные средние величины удлинения – более 7 см., высота регенератов была примерно одинаковой. Изменения в структуре регенератов становились отчетливыми, они приобретали симметричность и однородность, отмечалось появление участков костной ткани различной степени зрелости, продольная волокнистость регенерата стано-

вилась более интенсивной. Так, в участках регенератов, прилежащих к концам костных фрагментов, определялась новообразованная ткань, дающая на рентгенографическом изображении тень, по плотности равную плотности кости и имеющую продольно ориентированную структуру.

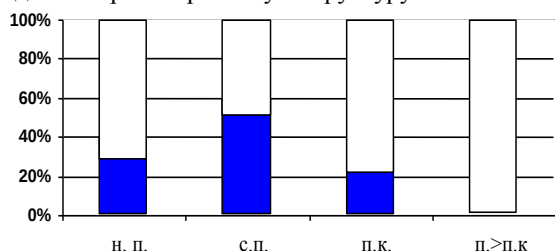


Рис. 2. Соотношение структур различной оптической плотности на рентгенологическом изображении регенерата (30 дней дистракции) (н.п. – низкая плотность изображения; с.п. – средняя плотность изображения; к.п. – плотность изображения, равная кости; п.>п.к. – плотность изображения, превышающая плотность кости)

При оптической денситометрии удельный вес тканей средней оптической плотности на рентгенограммах увеличивался главным образом за счет уменьшения содержания тканей с низкой рентгенопозитивностью. Содержание ткани с высокой плотностью рентгенографического изображения оставалось практически на прежнем уровне (рис. 3).

Данная тенденция увеличения оптической плотности регенератов и смещения их структурного состава в сторону тканей с высокой рентгенопозитивностью сохраняется весь период дистракции, вплоть до снятия аппаратов.

К концу периода фиксации цифровой анализ рентгенограмм выявил увеличение оптической плотности регенерата, большая часть которой (до 45%) приходилась на ткань костной плотности. Участки изображения регенерата, превышающие плотность костной ткани, достигали (25%) всей его поверхности, остальные 30% площади изображения регенерата составляли ткани средней (до 25%) и низкой плотности 5% (рис. 4).

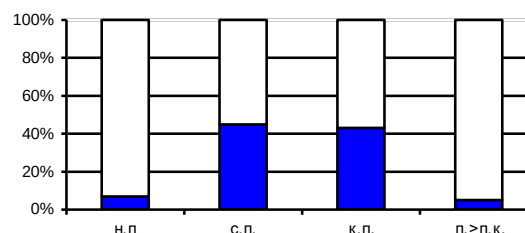


Рис. 3. Соотношение структур различной оптической плотности на рентгенологическом изображении регенерата на момент начала фиксации (н.п. – низкая плотность изображения; с.п. – средняя плотность изображения; к.п. – плотность изображения, равная кости; п.>п.к. – плотность изображения, превышающая плотность кости)

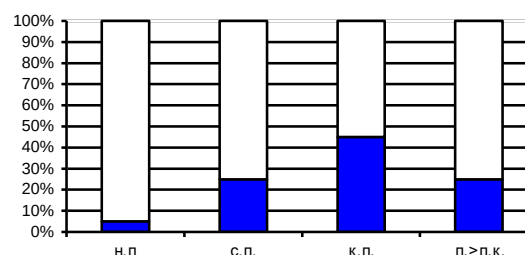


Рис. 4. Соотношение структур различной оптической плотности на рентгенологическом изображении регенерата на момент снятия аппарата (н.п. – низкая плотность изображения; с.п. – средняя плотность изображения; к.п. – плотность изображения, равная кости; п.>п.к. – плотность изображения, превышающая плотность кости)

На протяжении срока до одного года после снятия аппарата и до полной структурной перестройки вновь образованной кости в оптической структуре регенерата на его рентгенографическом изображении отмечается явное преобладание тканей плотности материнской кости или превышающей ее. Соотношение этих структур, как правило, зависит от индивидуальных особенностей организма, продолжительности удлинения, возраста и наличия осложнений. Закачивается данный период полным восстановлением непрерывности костномозгового канала и исчезновением очагов остеосклероза.

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенное нами клинорентгенологическое и оптико-денситометрическое изучение структуры регенерата и бедренной кости детей и подростков с врожденным укорочением конечности в процессе биллокального дистракционного остеосинтеза показало, что процесс изменения структурного состава формирующегося регенерата у этих больных принципиально не отличается (при сравнении с данным литературы) от такого же процесса у пациентов с укорочением

бедренной кости другой этиологии. Не отмечено статистически достоверной разницы и между проксимальным и дистальным уровнем удлинения. В период фиксации, с началом активных занятий ЛФК и увеличением нагрузки на ось удлиняемой конечности, процесс формирования регенерата, его органотипическая перестройка при соблюдении методических принципов разработанных в РНЦ "ВТО" происходит быстрее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Quantitative characteristics of the distractional regeneration in its computer tomograms in vivo / M.M. Chitchoodlo, V.I. Shevtsov, A.S. Bovykin, S.A. Yerofeev // 1 Congr. of MAOT: Book of abstr. - Skopje, 1997. - P. 5.

Рукопись поступила 06.12.02.