

Качественные и количественные показатели рентгенологической оценки дистракционного регенерата

Г.В. Дьячкова, Е.С. Михайлов, С.А. Ерофеев, С.А. Нижечик, М.А. Корабельников

Qualitative and quantitative indices of roentgenological assessment of a distraction regenerate bone

G.V. Diachkova, E.S. Mikhailov, S.A. Yerofeyev, S.A. Nizhechick, M.A. Korabelnikov

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 предложены качественные и количественные показатели для рентгенологической оценки дистракционного регенерата, выделено три основных типа регенерата. Для более детального изучения различных отделов формирующейся кости использована зонография как способ, позволяющий получить дополнительные сведения о регенерате или визуализировать его в условиях суперпозиции деталей аппарата Илизарова.

Ключевые слова: удлинение конечностей, регенерат, рентгенологическая оценка.

Qualitative and quantitative indices for roentgenological assessment of the distraction regenerate bone are given in the work, three main types of the regenerate bone are highlighted. Zonography is used for more detailed study of the different parts of the bone being formed, as a technique, which allows to obtain additional data about the regenerate bone and to visualize it under superposition of the Ilizarov fixator elements.

Keywords: limb lengthening, regenerate bone, roentgenological assessment.

Среди методов оценки активности течения процессов костеобразования рентгенографии принадлежит ведущая роль, так как она позволяет получить достоверную прижизненную картину дистракционного костного регенерата на протяжении всего процесса удлинения конечности [1]. Значительный опыт экспериментальных и клинических исследований с использованием дистракционного остеосинтеза позволил разработать определенную методику анализа формирующегося дистракционного регенерата с оценкой конкретных его параметров на разных этапах формирования: первая половина дистракции, этап завершения дистракции, периоды фиксации и после снятия аппарата. Все эти этапы (периоды) в целом отражают процесс удлинения, и для каждого из них характерны определенные нюансы, отражающие ту или иную активность костеобразования [2, 3, 5-7].

Единой морфологической основой формирования костного дистракционного регенерата являются процессы клеточной пролиферации фибробластоподобных клеток, фибриллогенеза в так называемой «зоне роста регенерата» и образования под влиянием вектора напряжения продольно ориентированных костных балок, образующих костные отделы регенерата, с протекающими в них процессами остеогенеза, ре-

зорбции и органотипической перестройки [4, 9, 10].

Рентгенологические проявления дистракционного регенерата связаны с рентгенопозитивными и рентгенонегативными зонами в нем, характеризующими костные отделы и соединительнотканную прослойку. В зависимости от степени минерализации и направления сил дистракции костные отделы могут иметь на рентгенограммах различную степень оптической плотности и различное строение.

Характер формирования регенерата зависит от темпа и ритма дистракции, а его форма от пространственных взаимоотношений костных фрагментов, между которыми формируется костный регенерат (цилиндрический, конусовидный, в виде призмы, неправильной формы). Имеет значение также и то, в какой кости формируется регенерат (длинная или короткая трубчатая, губчатая кость). Это проявляется как в темпах формирования регенерата, так и выраженности его отделов и скорости перестройки.

В плоскостном изображении регенерат может иметь форму прямоугольника, «песочных часов», бочкообразную, форму клина, трапеции. При постепенной трансформации регенерата форма его может быть неправильной, с изогнутыми, волнистыми рядами костных трабекул.

Регенерат может иметь четко выраженное трехзональное строение (костные отделы и соединительнотканная прослойка), может не иметь четко выраженного зонального строения, когда участки просветления и затемнения чередуются, перекрывая друг друга. В ряде случаев, в частности при удлинении или устранении деформации пяточной кости, регенерат имеет равномернотяжистое строение без срединной зоны просветления.

При формировании клиновидных регенератов на большеберцовой кости, преимущественно в диафизарном отделе, так же, как в ряде случаев и на пяточной, образуется регенерат с овальной зоной просветления в области его основания, что обусловлено так называемым «эфф-фектом большей площади».

При утолщении кости, когда имеет место тяга в поперечном направлении, регенерат имеет поперечно расположенные костные трабекулы.

Рентгенологические особенности дистракционного регенерата изучены по данным полипозиционной рентгенографии и зонографии у 41 животного и 149 больных в клинике РНЦ «ВТО».

Для оценки дистракционного регенерата нами рассматривались три основных его типа:

- 1) после поперечной остеотомии кости;
- 2) после косой остеотомии;
- 3) клиновидный или трапециевидный при устранении деформации с одновременным удлинением после поперечной остеотомии.

Для анализа качественных и количественных показателей дистракционного регенерата рассматривались следующие основные параметры:

- 1) диастаз по левой поверхности;
- 2) диастаз центральный;
- 3) диастаз по правой поверхности;
- 4) диастаз по передней поверхности;
- 5) диастаз по задней поверхности;
- 6) высота прослойки по левой поверхности;
- 7) высота прослойки по центру;
- 8) высота прослойки по правой поверхности;
- 9) диаметр прилежащей части проксимального отломка материнской кости;
- 10) диаметр прилежащей части дистального отломка материнской кости;
- 11) диаметр проксимальной части прослойки;
- 12) диаметр центральной части прослойки;
- 13) диаметр дистальной части прослойки.

Параметры дистракционного регенерата в период дистракции

1. Первый тип регенерата

1.1. Соответствие величины диастаза (ВД) продолжительности периода дистракции (Д) и темпу удлинения (Т) ($ВД = T \times Д$):

- соответствует;
- меньше планируемого;

- больше планируемого.

Превышение высоты диастаза или отставание его величины на 20% от планируемого требует коррекции и выяснения причин несоответствия.

1.2. Равномерность высоты диастаза по измеряемым поверхностям:

- равномерная;
- больше или меньше планируемой по одной поверхности;
- больше или меньше планируемой по двум измеряемым плоскостям.

1.3. Равномерность высоты зоны просветления:

- равномерность зоны просветления по всем измеряемым точкам;
- увеличение высоты зоны просветления по одной из измеряемых поверхностей.

Увеличение высоты зоны просветления на 30% по одной из поверхностей требует выяснения причин несоответствия.

1.4. Высота зоны просветления:

- не больше 20% от высоты диастаза;
- больше 20% от высоты диастаза.

При высоте зоны просветления (соединительнотканной прослойки) более чем 20% от высоты диастаза необходимо выяснение причин и внесение корректив.

1.5. Поперечник регенерата в области «зоны роста» (полосы просветления):

- равен диаметру костных фрагментов;
- больше диаметра костных фрагментов;
- меньше диаметра костных фрагментов.

Если поперечник регенерата в области «зоны роста» – полосы просветления – меньше диаметра костных фрагментов на 20%, необходимо выяснение причин и внесение корректив в условия удлинения.

2. Для второго типа регенерата приемлем аналогичный характер анализа изучаемых параметров с тем отличием, что измерения делаются в одной проекции.

3. Третий тип регенерата

3.1 Соответствие величины основания клиновидного или трапециевидного диастаза продолжительности периода дистракции и темпу удлинения, проверяемое по формулам:

- 1) $m = d [\sin(\alpha + \Delta\alpha) - \sin\alpha]$;
- 2) $\Delta\alpha = \arcsin(m/d + \sin\alpha) - \alpha$;
- 3) $h = 2d \sin \alpha / 2$,

где m – темп дистракции, h – основание регенерата, d – диаметр кости, $\Delta\alpha$ – угол перемещения [8]:

- соответствует;
- меньше планируемого;
- больше планируемого.

Превышение высоты диастаза (или отставание ее от планируемой), которое измеряется как основание треугольника, на 25% требует выяс-

нения причин и внесения корректив в процесс удлинения.

При условии формирования трапециевидного регенерата (с момента перехода его из клиновидного) контролируется и диастаз по противоположной поверхности.

3.2. Форма «зоны роста» (участок просветления) в регенерате:

- в виде остроугольного треугольника (угол в области вершины не более 20^0);
- в виде усеченной пирамиды;
- в форме «верхушки ели».

Если зона просветления формируется по третьему типу, что свидетельствует о замедлении процессов регенерации в области основания диастаза, необходима коррекция условий удлинения.

Параметры distractionного регенерата в период фиксации

1. Первый тип регенерата

1.1. Соответствие диаметра регенерата в проксимальном и дистальном его отделах диаметру проксимального или дистального фрагмента материнской кости:

- соответствует;
- больше;
- меньше.

В случае, если диаметр регенерата меньше диаметра материнской кости на 20%, есть основание предполагать, что формируется регенерат по типу «песочных часов», что требует изменения условий удлинения.

1.2. Характер зоны просветления (зона роста) регенерата.

Этот параметр оценивается исходя из данных предыдущего периода и продолжительности периода фиксации.

В конце периода фиксации в структуре межфрагментарного диастаза не должно быть зоны или участков просветления.

1.3. Толщина корковой пластинки регенерата:

- составляет 30% от толщины корковой пластинки фрагментов;
- составляет 50% от толщины корковой пластинки фрагментов;
- составляет 60% от толщины корковой пластинки фрагментов материнской кости.

Если толщина корковой пластинки регенерата не превышает 30% от толщины корковой пластинки материнских фрагментов, речь идет о замедлении процессов ремоделирования в регенерате.

1.4. Состояние костномозговой полости:

- костномозговые полости сформированы в проксимальном и дистальном регенератах;
- сформирована костномозговая полость регенерата;
- сформирована единая костномозговая полость.

Разобширенные костномозговые полости в регенератах свидетельствуют о замедлении процессов органотипической перестройки в конце периода фиксации.

2. Второй тип регенерата

Для оценки его состояния в периоде фиксации могут быть использованы указанные выше показатели, параметры которых измеряются на рентгенограммах в прямой проекции.

3. Третий тип регенерата

3.1. Соответствие высоты регенерата по сторонам треугольника и его биссектрисе:

- соответствует;
- меньше.

Если высота регенерата по биссектрисе треугольника или высоте трапеции меньше на 30-35% его протяженности в области сторон треугольника, имеет место замедленное костеобразование в области основания треугольника или трапеции и возможно формирование участка просветления по типу кистозной полости, которая подвергается процессам перестройки очень медленно.

3.2. Высота зоны просветления:

- если высота зоны просветления в области основания треугольника или трапеции больше 60% от его длины, имеет место замедленная регенерация;
- если высота зоны просветления в центральной части больше 30% от высоты межфрагментарного диастаза, также имеет место замедленная консолидация.

Однако клинико-рентгенологические исследования свидетельствуют о том, что в условиях чрескостного остеосинтеза стандартная рентгенография не всегда позволяет получить точные представления о состоянии формирования костной мозоли, плоскости остеотомии и других отделов длинных трубчатых костей. В основном это связано с тем, что в условиях чрескостного остеосинтеза происходит суперпозиция узлов и деталей аппарата внешней фиксации на исследуемую область.

Одним из вариантов, позволяющим найти выход из сложившейся ситуации, является послойное рентгенологическое исследование, которое на протяжении нескольких десятилетий широко применяется в клинической практике.

В настоящее время принято различать два варианта послойного рентгенографического исследования – томографию и зонографию. Принципиальным отличием их является толщина выделяемого слоя, которая зависит от угла качения рентгеновской трубки.

Применение усовершенствованной методики послойной рентгенографии у больных ахондроплазией в процессе удлинения бедра, голени, плеча позволило получить достаточную информацию для решения тактических вопросов.

Послойное рентгенологическое исследование проводили с помощью томографической приставки к рентгенодиагностическому аппарату «БукиДиагност ТЦ/ТН» (№ 96/871) в горизонтальном положении больного.

Учитывая то, что при дистракции костных фрагментов пространственная ориентировка структур формирующегося регенерата параллельна направлению вектора действия дистракционных сил, мы применили продольное томографическое размазывание.

Для получения изображения костного сегмента глубину срезов определяли следующим образом: на рентгенограмме, предварительно выполненной в проекции, перпендикулярной нашему исследованию, измеряли расстояние от наружной поверхности прилежащей опоры аппарата Илизарова до наружной поверхности костного сегмента. Полученная величина и была глубиной среза. Как показал наш опыт, такой метод позволяет наиболее достоверно определить глубину среза на протяжении всего периода лечения аппаратом Илизарова. Томографическое исследование мы проводили при угле качания рентгеновской трубки в 30°, зонографию – при угле размазывания в 8°.

Данные предварительных фантомных исследований показали, что при угле качания рентгеновской трубки в 30° выделенный слой имеет толщину 7 мм, а при угле качания в 8° – 2,7 см.

Зонография дистракционного регенерата позволяет получить дополнительные сведения о величине, структуре и размерах соединительнотканной прослойки (зоны роста). В ряде случаев можно применить срединную томографию дистракционного регенерата для более четкого представления об эндостальной его части, без суперпозиции костных отделов регенерата и периостальных наслоений.

Простота и экономичность метода, возможность выполнения без дополнительных затрат, преимущество перед обычной рентгенографией, безусловно, указывает на большие диагностические возможности послойной рентгенографии при исследовании костной системы в условиях чрескостного остеосинтеза.

Необходимо подчеркнуть, что послойная рентгенография не противопоставляется обычной рентгенографии, а только дополняет ее. Показания к применению того или иного метода определяются врачом-рентгенологом в процессе исследования больного в зависимости от диагностических задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенов В.В. Рентгенологическое исследование перестройки кости и функции смежных суставов после дистракционного остеопиизолиза сегментов нижних конечностей: Дис. ... канд. мед. наук. – Омск, 1986. – 281с.
2. Динамика репаративного костеобразования, минеральный и скелетный гомеостаз у больных ахондроплазией при одновременном удлинении голени на двух уровнях / Г.А. Илизаров, В.И. Грачева, В.И. Шевцов и др. // Чрескостный компрессионно-дистракционный остеосинтез по Илизарову в травматологии и ортопедии: Сб. трудов. - Курган, 1985. - Вып. 10. - С. 47-53.
3. Илизаров Г.А. Возможности управления репаративным формообразовательным процессом в костной и мягких тканях // Проблемы чрескостного остеосинтеза в ортопедии и травматологии. Закономерности регенерации и роста тканей под влиянием напряжения растяжения: Сб. науч. тр. КНИИЭКОТ. - Курган, 1982. - Вып. 8. - С. 5-18.
4. Илизаров Г.А. Некоторые вопросы теории и практики компрессионного и дистракционного остеосинтеза // Чрескостный компрессионный и дистракционный остеосинтез: Сб. науч. работ. – Вып. I. – Курган, 1972. – С.5-33.
5. К проблеме оптимизации условий костеобразования при удлинении конечностей (экспериментальное исслед.) / Г.А. Илизаров, А.А. Шрейнер, И.А. Имерлишвили и др. // Экспериментально-теоретические и клинические аспекты разработанного в КНИИЭКОТ метода чрескостного остеосинтеза: Тез. докл. Всесоюз. симпоз. с участ. иностр. специалистов. – Курган, 1983. – С.25-27.
6. Применение частных методов рентгенологического исследования в обследовании ортопедо-травматологических больных / Г.В. Дьячкова, Л.В. Скляр, К.И. Новиков, Е.С. Михайлов // Способы контроля процессов остеогенеза и перестройки в очагах костеобразования: Тез. докл. симпозиума. – Курган, 2000. – Ч. 2. – С. 178 - 179.
7. Теоретические и практические аспекты удлинения конечностей методом чрескостного остеосинтеза / Г.А. Илизаров, В.И. Шевцов, В.И. Калякина и др. // Пленум научного совета по травматологии и ортопедии АМН СССР: Тез. докл. - Пермь, 1982. - С. 33-36.
8. Шевцов В.И. и др. Аппарат Илизарова. Биомеханика / В.И. Шевцов, В.А. Немков, Л.В. Скляр. – Курган.: Периодика, 1995. – 165 с.
9. Штин В.П. О натяжении как факторе, обеспечивающем пролонгированное течение костеобразования при дистракции // Ортопед. травматол. – 1976. - №2. – С. 53-55.
10. Штин В.П. Формирование путей кровотока в регенерате кости при ее удлинении в эксперименте // Экспериментально-теоретические и клинические аспекты разработанного в КНИИЭКОТ метода чрескостного остеосинтеза: Тез. докл. Всесоюз. симпоз. с участ. иностр. специалистов. – Курган, 1983. – С. 44-46.

Рукопись поступила 30.12.02.