

УДК 616.718–001.52–089.2–073.7(477)

Рентгенологическая характеристика регенерации костной ткани при внутрикостном дистракционном остеосинтезе приводными аппаратами. Рекомендованные режимы дистракции

**В.В. Драган¹, А.В. Андрианов¹, Л.Д. Гончарова², А.В. Ткач¹, А.В. Плоткин³,
А.Е. Шпунтов¹, П.Н. Федуличев³, А.А. Герман¹, А.В. Данилюк¹, А.А. Кузнецов¹**

¹ ГУ «Крымский государственный медицинский университет им. С.И. Георгиевского», Симферополь. Украина

² НИИ травматологии и ортопедии Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького, Донецк. Украина

³ 6-я городская клиническая больница скорой помощи, Симферополь. Украина

Radiological development in the formation of distraction regenerate in the process of intraosseal distraction osteosynthesis was analysed and optimum distraction modes with driving devices were recommended.

Проведено аналіз рентгенологічної динаміки формування дистракційного регенерату в процесі внутрішньокісткового дистракційного остеосинтезу та запропоновано оптимальні режими дистракції приводними апаратами.

Ключевые слова: регенерация костной ткани, внутрикостный дистракционный остеосинтез, приводные аппараты, бедро, голень, периостальная реакция

Введение

Характерной особенностью остеогенеза при внутрикостном удлинении длинных костей является выраженная периостальная реакция, которая, по данным многих авторов [1, 2, 10–13], определяется не только в области костного регенерата, но и на всем протяжении диафиза кости. По ряду данных [4, 9], травматизация эндоста при фрезеровке технологического канала активизирует компенсаторные механизмы периостального и параосеального источников кровоснабжения (сосудов, окружающих мягкие ткани) через существующие и вновь образующиеся многочисленные чрескостные анастомозы, что стимулирует остеогенные процессы на наружной поверхности кости (кортикальной пластинке). Поэтому очень важно правильно определиться с режимом дистракции в условиях внутрикостного остеосинтеза, так как сосудистая сеть эндоста на некоторое время выключается из процесса циркуляции [4].

В доступной зарубежной и отечественной литературе мы не нашли данных, посвященных анализу репарации костной ткани при внутрикостном дистракционном остеосинтезе, а рекомендованные

режимы дистракции многими авторами [10–13] обосновывались эмпирически.

На наш взгляд, наиболее интересными работами в этом направлении являются исследования авторов [4, 6–8]), проведенные на животных. Полученная полезная информация экспериментальных исследований учитывалась нами при проведении внутрикостного удлинения длинных костей нижних конечностей приводными аппаратами у наших пациентов.

Цель исследования — провести анализ результатов рентгенологических исследований на предмет изучения динамики формирования дистракционного регенерата при внутрикостном дистракционном остеосинтезе и, основываясь на полученных результатах, определить оптимальные режимы дистракции приводными аппаратами.

Материал и методы

Материалом исследования явились данные 587 рентгенограмм 71 пациента [1, 2, 5], которым было проведено удлинение сегментов бедер и голени внутрикостными дистракционными аппаратами (139 удлинений), в том числе:

- в 2 случаях проведено удлинение одной бедренной кости (посттравматическое укорочение);
- в 59 случаях выполнено одновременное удлинение обеих бедренных костей у пациентов с относительной низкорослостью (социально-адаптивная проблема);
- в 1 случае удлинение голени (врожденное укорочение);
- в 9 случаях одновременное удлинение обеих голеней у пациентов с относительной низкорослостью (социально-адаптивная проблема).

Возраст пациентов варьировал от 16 до 52 лет, женщин — 16, мужчин — 55. Величина удлинения бедер составила в среднем $(8,5 \pm 0,5)$ см. Средний темп distraction $(1,0 \pm 0,3)$ мм/сут. Дистракционный период составил в среднем (84 ± 12) сут.

Величина удлинения голеней составила в среднем $(4,5 \pm 0,3)$ см. Средний темп distraction $(0,9 \pm 0,3)$ мм/сут. Дистракционный период составил в среднем (52 ± 9) сут.

Результаты и их обсуждение

Нами предложены следующие периоды и стадии рентгенологической картины дистракционного регенерата.

I период — преддистракционный (рис. 1 а), продолжается от момента имплантации приводного дистракционного аппарата до начала distraction. Характеризуется величиной диастаза $1,0-2,0$ мм — это удлинение, проведенное на операционном столе (во время операции) с целью контроля работы механизма аппарата, а также улучшения условий

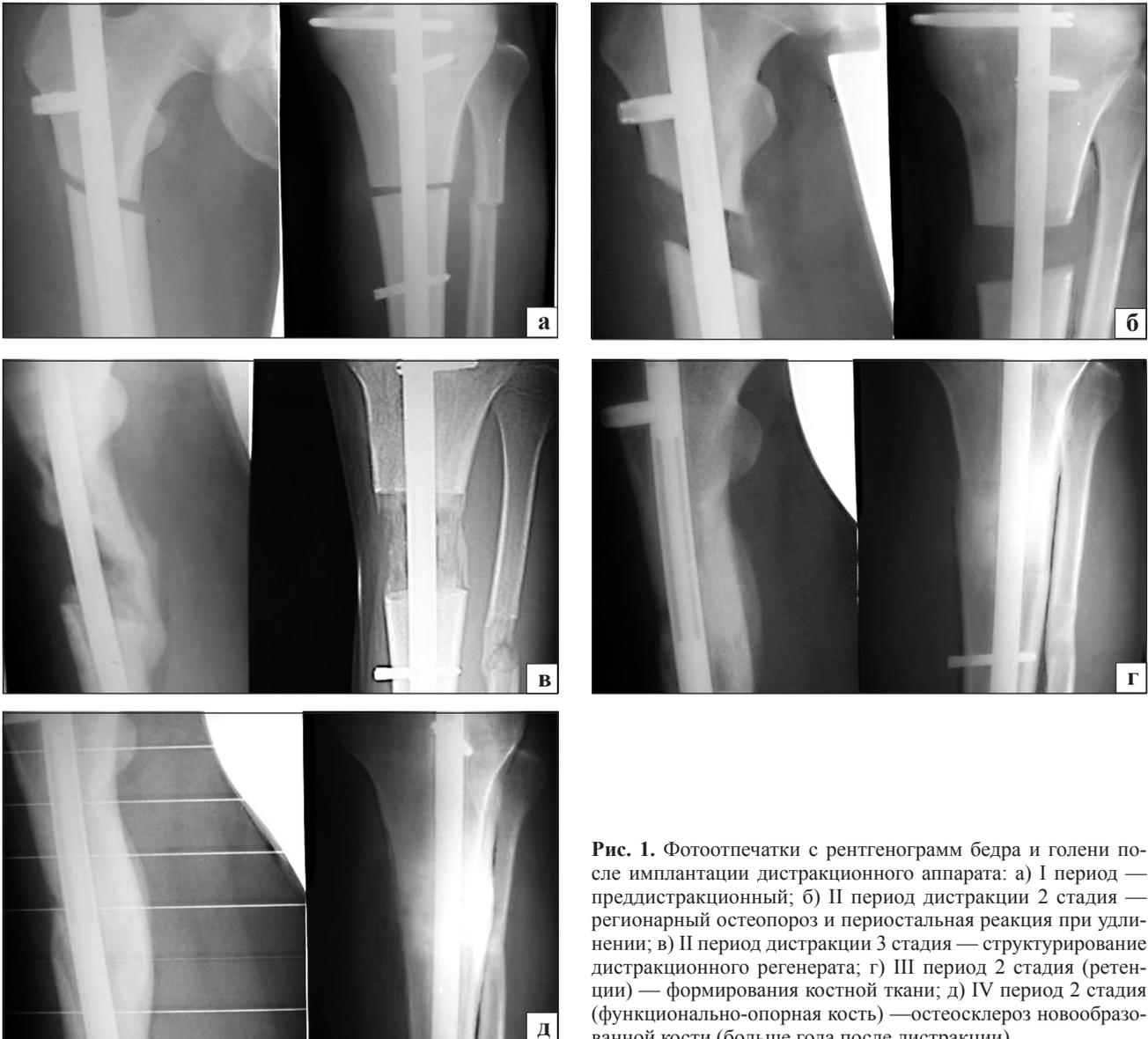


Рис. 1. Фотоотпечатки с рентгенограмм бедра и голени после имплантации дистракционного аппарата: а) I период — преддистракционный; б) II период distraction 2 стадия — регионарный остеопороз и периостальная реакция при удлинении; в) II период distraction 3 стадия — структурирование дистракционного регенерата; г) III период 2 стадия (ретенции) — формирования костной ткани; д) IV период 2 стадия (функционально-опорная кость) — остеосклероз новообразованной кости (больше года после distraction)

оттока раневого экссудата в зону диастаза, миграции клеточных элементов в направлении тока тканевой жидкости с последующим ростом пролиферирующей скелетогенной ткани [8]. Учитывая, что фрезеровка технологического канала при интрамедуллярном остеосинтезе сопровождается циркуляторными расстройствами поврежденного костного органа и аваскулярностью обширной зоны кортикальной пластинки — на большей части диафиза кости [4], мы рекомендуем преддистракционный период продлить до 10–12 дней (по сравнению с 5–7 днями при удлинении аппаратами наружной фиксации [8]). В этом периоде в области остеотомии и фрагментов кости определяются «облаковидные» тени, оптическая плотность которых больше плотности мягких тканей, состоящие из мелких костных структур как результата проведенной остеотомии кости и фрезеровки костномозговой полости.

II период — дистракции, подразделяется на 3 стадии в зависимости от программы удлинения:

1 стадия — мягкотканного регенерата (удлинение до (10 ± 1) мм бедра и голени составляет (22 ± 3) суток). Характеризуется однородной оптической плотностью дистракционного регенерата и мягких тканей, в 22,4% плотность дистракционного регенерата превышает плотность мягких тканей. После начала рекомендуемой дистракции по 0,5 мм в сутки (3 суток) и по мере увеличения темпа (0,75–1,0 мм) межфрагментарный диастаз, представляющий соединительнотканную структуру [8], растягивается, ее волокна приобретают продольную ориентацию. В диастазе между костными фрагментами определяются мелкие костные структуры после проведенной остеотомии и фрезеровки костномозговой полости.

2 стадия — появление регионарного остеопороза и периостальной реакции костной ткани (удлинение бедра и голени до (25 ± 1) мм, что соответствует (35 ± 3) суток) (рис. 1 б). Характеризуется усиленной оптической плотностью дистракционного регенерата по отношению к мягким тканям и наличием продольных прерывистых структур, в большей степени интенсивность тени структур ближе к краю остеотомированных (проксимального и дистального) фрагментов. Характерной особенностью этой стадии является появление периостальной реакции, которая представляет собой «облаковидные» тени, располагающиеся вдоль кортикальной пластинки кости, теряющие свою интенсивность от края остеотомированных фрагментов проксимально и дистально (хорошо визуализируется при помощи оптического прибора). Это явление наблюдалось

в 57,7% случаев. В 8% случаев периостальная реакция наблюдалась на протяжении диафиза кости.

3 стадия — структурирование дистракционного регенерата (удлинение бедра до (80 ± 1) мм, что соответствует (98 ± 3) суток, и голени до (50 ± 1) мм, что соответствует (67 ± 3) суток, рис. 1 в). Характеризуется организацией продольных структур дистракционного регенерата с появлением границ, являющихся продолжением кортикальной пластины кости. Наиболее отчетливые границы дистракционного регенерата определяются ближе к остеотомированным фрагментам кости, центральная ее часть представлена гомогенной структурой, превышающей оптическую плотность мягких тканей, при этом «зона роста» дистракционного регенерата отсутствует, что свидетельствует о высокой репаративной активности. Периостальные тени вдоль кортикального слоя исчезают в 75% случаев. Регионарный остеопороз кости сохраняется.

III период — ретенции (программа удлинения сегмента завершена, приводные устройства удалены, внутрикостное устройство выполняет функцию временного эндопротеза на участке дистракции фрагментов кости). Подразделяется на 2 стадии:

1 стадия — «уплотнения» дистракционного регенерата (для бедра — (130 ± 5) суток, для голени — (95 ± 5) суток). Продольные структуры регенерата уплотняются с формированием мелкоячеистой костной ткани и образованием четкой границы на всем протяжении дистракционного регенерата. Отмечается усиление оптической плотности костного регенерата ближе к остеотомированным фрагментам кости, что связано с появлением более плотных структур новообразованной костной ткани в этих отделах, и снижение оптической плотности регенерата к центральной ее части. Наблюдается тенденция формирования более плотного регенерата по наружной поверхности большеберцовой и по внутренней поверхности бедренной костей в виде деформации («плюс» регенерат). По нашему мнению, это явление связано с рядом причин, а именно: наличием хорошего кровоснабжения проксимального фрагмента кости; минимальной травматизацией надкостницы и мышечной ткани во время остеотомии; дистракционная сила внутрикостного аппарата воздействует на приводящую группу мышц (бедро), в результате растягивает регенерат по внутренней поверхности (в месте прикрепления приводящей группы мышц к проксимальному и дистальному фрагментам). Наличие данной деформации не влияет на состояние регенерата и функцию нижней конечности. Диаметр

дистракционного регенерата в центральной части в 85,4% случаях (при удлинении бедра более 80 и голени более 50 мм) меньше по сравнению с остальной частью регенерата. Линия остеотомии прослеживается. Интенсивность периостальных теней вдоль кортикального слоя кости снижается и в 90,5% случаев исчезает. Регионарный остеопороз сохраняется.

2 стадия — формирования первичной костной ткани (для бедра (190 ± 10) суток, для голени (140 ± 10) суток, рис. 1 г). На всем протяжении костного регенерата образуется гомогенная костная структура (продольные структуры в 95% случаев отсутствуют), но интенсивность новообразованной костной ткани ниже интенсивности здоровой кости. Диаметр дистракционного регенерата в центральной его части в 63,5% становится одинаковым на всем его протяжении. Линия остеотомии прослеживается. Регионарный остеопороз кости уменьшается, но еще сохраняется.

IV период — формирования функционально-опорной кости

1 стадия — формирования однородной костной структуры (для бедренной кости (250 ± 10) суток и для кости голени (160 ± 10) суток). На всем протяжении сегмента оптическая плотность новообразованной кости приближается к плотности здоровой кости. Появляется линия остеосклероза вдоль кортикальной пластинки новообразованной кости и здоровой кости (на участке, где определялась периостальная реакция, — в I периоде 2 стадии). Контуры кортикального слоя кости ее эндостальной поверхности отсутствуют, так как костномозговая полость представлена внутрикостным устройством. Линия остеотомии прослеживается в 21,5%. Регионарный остеопороз кости отсутствует.

2 стадия — остеосклероза (более года) (рис. 1 д). Оптическая плотность новообразованной кости в 77,2% случаев более интенсивна по сравнению со здоровой костью. Наиболее выражено склерозирование по наружной поверхности верхней трети большеберцовой и по внутренней поверхности бедренной костей. Отмечается линия остеосклероза вдоль кортикальной поверхности диафиза кости, и интенсивность ее уменьшается дистальнее от новообразованной кости. Линия остеотомии не определяется. В этой стадии рекомендуется проводить удаление внутрикостного аппарата.

Выводы

1. Характерной особенностью репарации костной ткани при внутрикостном дистракционном остеосинтезе является появление ближе к 6–7-й

неделе (II период 2 стадия) периостальной реакции, которая определяется вдоль кортикальной пластинки кости.

2. К 6–7-й неделе (II период 2 стадия) после имплантации дистракционного аппарата в длинную кость отмечается регионарный остеопороз, который постепенно исчезает к 5-му месяцу (IV периоду 1 стадии) с формированием в последующем остеосклероза (IV период 2 стадия), в большей степени новообразованной кости.

3. Исходя из особенностей регенерации костной ткани при использовании внутрикостных аппаратов, дистракцию костных фрагментов рекомендовано начинать на 10–12-й день с постепенным (в течение недельного срока) увеличением посуточной скорости удлинения с 0,5 до 1,0 мм.

4. Оптимальной величиной удлинения для бедра является диастаз, не превышающий 7 см, для голени — до 5 см. Вышеуказанные величины дистракции позволяют достаточно легко преодолеть стресс удлинения сегмента конечности с соблюдением хорошего качества регенерации и мышечной адаптации, когда среднестатистический срок восстановления для одного сантиметра дистракции равняется одному месяцу.

5. Проведенный анализ клинических результатов лечения пациентов, которым было проведено удлинение свыше 80 мм для бедра и 55–60 мм для голени, свидетельствует об увеличении сроков восстановления для последних «сверхоптимальных» сантиметров. В этих случаях сроки регенерации костной ткани и сроки мышечной адаптации к растяжению увеличиваются. При этом индекс «восстановления» повышается в среднем в 1,8 раза (общепринятый показатель — 10 мм удлинения / 1 мес восстановления).

6. Требуется более глубокое изучение особенностей регенерации костной ткани при внутрикостном дистракционном остеосинтезе, особенно его механизмов (причин) в каждом периоде и стадиях.

Литература

1. Блискунов А.И. Удлинение бедра управляемыми имплантируемыми конструкциями (экспериментально-клиническое исследование): дис. ... д-ра мед. наук / А.И. Блискунов. — М., 1983. — 305 с.
2. Драган В.В. Удлинение длинных костей нижних конечностей приводными внутрикостными аппаратами (экспериментально-клиническое исследование): дис. ... д-ра мед. наук / В.В. Драган. — Донецк, 2010. — 283 с.
3. Лаврищева Г.И. Морфологические и клинические аспекты репаративной регенерации опорных органов и тканей / Г.И. Лаврищева, Г.А. Оноприенко. — М.: Медицина, 1996. — 208 с.
4. Оноприенко Г.А. Васкуляризация костей при переломах и дефектах / Г.А. Оноприенко. — М.: Медицина, 1993. — 224 с.

5. Пат. № 42285 UA, МПК А 61 В 17/18. Спосіб керо- ваного подовження трубчастих кісток з одночасним внутрішньокістковим остеосинтезом / заявник і патен- товласник Драган В.В. — № 2000127453; заявл. 22.12.00; опубл. 15.12.06, Бюл. № 12.
6. Репаративная регенерация компактной кости в условиях distraction с образованием диастаза / Г.А. Илизаров, В.П. Штин, В.И. Ледаев: тез. Итоговой науч. сессии ин-тов травматол. и ортопед. РСФСР совместно с Пленумом правл. Всеросс. науч. мед. об-ва травмат.-ортопедов (Свердловск, 21–23 мая 1968 г.). — Л., 1968. — С. 115–117.
7. Штин В.П. Особенности костеобразования в зоне диастаза большеберцовой кости при удлинении голени аппаратом Г.А. Илизарова: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.21 / В.П. Штин. — Новосибирск, 1978. — 42 с.
8. Стецула В.И. Репаративная регенерация длинных трубчатых костей при компрессионном остеосинтезе: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.01.21 / В.И. Стецула. — Свердловский гос. мед. ин-т. — Свердловск, 1965. — 26 с.
9. Шевцов В.И. Удлинение трубчатых костей у собак с использованием внутрикостного стержня (предварительные результаты) / В.И. Шевцов, А.А. Шрейнер // *Гений ортопедии*. — 1999. — № 3. — С. 76–78. — ISSN 1028-4427.
10. Betz A. Op3: Aesthetic Leg Lengthening: Simul-Taneous in Both Thighs and Legs With Telescopic Distraction Nails / A. Betz // *Plastic and Reconstruct. Surg.* — 2009. — Vol. 124 (2). — P. 678–679.
11. Gradual femoral lengthening with the Albizzia intramedullary nail / J.-M. Guichet, B. Deromendis, L.T. Donnan et al. // *J. Bone Jt Surg.* — 2003. — Vol. 85. — P. 838–848.
12. Hankemeier S. Improved comfort in lower limb lengthening with the intramedullary skeletal kinetic distractor. Principles and preliminary clinical experiences / S. Hankemeier, Pape Hans-Christoph // *J. Springer*. — 2004. — Vol. 124, № 2. — P. 129–133.
13. Simpson A.H. Femoral lengthening with the Intramedullary Skeletal Kinetic Distractor / A.H. Simpson, H. Shalaby, G. Keenan // *J. Bone Joint. Surg. Brit.* — 2009. — Vol. 91-B (7). — P. 955–961.

Статья поступила в редакцию 26.11.10