

© А.М. Чиркова, С.А. Ерофеев, 1997

Репаративная регенерация и перестройка кости после разрыва дистракционного регенерата

А.М. Чиркова, С.А. Ерофеев

Reparative regeneration and reorganization of bone after distraction regenerate break

A.M. Chirkova, S.A. Yerofeyev

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова, г. Курган (Генеральный директор — академик РАМТН, д.м.н., профессор, заслуженный деятель наук РФ В.И. Шевцов)

Объектом исследования послужили 15 беспородных собак, которым удлиняли голень с помощью автодистракторов. В процессе удлинения добивались сращения костных отделов регенерата, затем производили продольный или торсионный разрыв регенерата. При торсионном разрыве регенерата, когда сохраняется а. nutritia, дистракцию можно начинать через 3 - 5 дней. В случаях продольного разрыва регенерата, когда повреждается основная артерия кости, повторную дистракцию следует начинать через 5 - 7 дней, если разрыв происходит по костному отделу регенерата, и через 7 - 10 дней, если линия разрыва проходит по соединительнотканной прослойке. В эти сроки между отломками формируется спайка из скелетогенной ткани, на основе которой происходит рост костной ткани в дистракционном диастазе. При последующем удлинении кости репаративный остеогенез протекает менее активно, чем при первичной дистракции.

Ключевые слова: собаки, остеогенез, дистракционный регенерат, разрыв регенерата, автоматическая дистракция.

15 mongrel dogs, subjected to leg elongation with autodistractors, were an object of the study. Union of the regenerate bone parts was sought after in the process of elongation, then a longitudinal or torsion break of the regenerate was performed. Distraction would be started after 3-5 days in case of the regenerate torsion break with undamaged a. nutritia. In case of the regenerate longitudinal break with damage of the main bone artery repeat distraction should be started after 5-7 days, when the break takes place in the regenerate bone part, and it should be started after 7-10 days, when the break line passes through the regenerate connective interlayer. In these periods an adhesion from skeletogenic tissue is formed between fragments, on the basis of which growth of bone tissue occurs in the distraction diastasis. Reparative osteogenesis is less active during subsequent bone elongation, than it is during the initial distraction.

Keywords: dogs, osteogenesis, distraction regenerate, regenerate break, automatic distraction.

Проведенные в нашем Центре экспериментально-морфологические и клинические исследования показали высокую степень активности остеогенеза при автоматической высокодетальной дистракции [1 - 7]. В этих условиях в процессе удлинения конечности иногда происходит сращение костных отделов регенерата. Продолжение дистракции приводит к разрыву регенерата, замедлению процесса остеогенеза и длительному (до 4-х месяцев) периоду замещения соединительнотканной прослойки костной тканью [8].

D.Paley [9], P.Lass [10] относят случаи преждевременного сращения регенерата к серьезным осложнениям и рекомендуют производить его разрыв или остеотомию, устраняя диастаз. Попков А.В. и соавт. [11] увеличивают скорость

удлинения для избежания возможного сращения регенерата. В клинической практике бывают также случаи разрыва регенерата по вине пациента из-за превышения скорости удлинения конечности [12].

Таким образом, актуальность данной проблемы и отсутствие специальных работ по изучению регенерации кости после разрыва дистракционного регенерата побудили нас провести настоящее исследование, в котором решались следующие задачи:

1. определить оптимальный срок начала повторной дистракции,
2. изучить репаративную регенерацию и перестройку кости после разрыва дистракционного регенерата.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Опыты проведены на 14 взрослых беспородных собаках, которым удлиняли голень в автоматическом режиме (1,0 мм за 60 приемов) после закрытой флекссионной остеоклазии [13]. В одном опыте получено сращение регенерата на 17-й день дистракции. В остальных 13 опытах для получения сращения регенерата потребовался период фиксации, составивший в среднем 8 дней после трехнедельной дистракции. Сращение регенерата определяли рентгенологически, разрыв производили наркотизированному животному одновременно накручиванием гаек по резьбовым стержням (путем дистракции) или ротацией опор аппарата относительно друг друга (путем торсионной остеоклазии). Момент разрыва регенерата определяли по ослаблению дистракционных усилий и характерному звуку, воспроизводимому при разрыве материи. Перед проведением разрыва измеряли расстояние между опорами, а после него сбрасывали усилия, доводя отломки до контакта.

Для определения оптимального срока начала повторной дистракции животных выводили из

опыта через 3 и 5 дней после торсионной остеоклазии и через 5, 7 и 10 дней после продольного разрыва (по 2 животных на каждый срок). С целью изучения регенерации и перестройки кости двум животным конечность удлиняли 7 дней после продольного разрыва регенерата и периода покоя, равного 7 дням. У двух других собак после повторной недельной дистракции следовал период фиксации, равный одному месяцу.

Содержание животных, оперативные вмешательства и эвтаназию осуществляли согласно приказу МЗ СССР № 755, 1977 г.

В ходе эксперимента проводили клинические наблюдения и рентгенологический контроль. Для оценки состояния внутрикостного кровоснабжения артерии обеих тазовых конечностей инъецировали контрастной массой Гауха. Большеберцовую кость фиксировали в 10% растворе формалина, затем выпиливали блок, включающий регенерат и концы отломков. Гистотопографические срезы окрашивали гематоксилином и эозином, пикрофуксином по ван-Гизону.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В случаях разрыва регенерата путем торсионной остеоклазии на ангиограммах выявлялась неповрежденная главная диафизарная артерия. Винтообразная линия разрыва проходила по одному из костных отделов, как правило, от отломка до прослойки. Через 3 дня фиксации на гистотопограммах (рис. 1) определялась узкая (0,2 - 0,5 мм) щель, содержащая фибрин и, участками, скелетогенную ткань. Через 5 дней на большем протяжении отломки были соединены скелетогенной тканью.



Рис. 1. Гистотопограмма регенерата через 3 дня после торсионного разрыва.

При продольном разрыве регенерата линия перелома проходила в большинстве случаев через серединную соединительнотканную зону. На ангиограммах был виден разрыв нисходящей

ветви главной диафизарной артерии. На гистотопограммах через 5 дней после разрыва (рис. 2), прошедшего на уровне проксимального костного отдела регенерата, в диастазе определялась организующаяся гематома и скелетогенная ткань с одиночными остеοидными трабекулами. В обоих отломках, вдоль линии перелома, отмечалась эндостальная реакция. Во втором опыте, где линия разрыва прошла по соединительнотканной прослойке, обнаружены некротизированные пучки коллагеновых волокон, микроцели, фибрин (рис. 3). В прилежащих отделах отломков отмечалась пролиферация клеток скелетогенной ткани и резорбция части костных трабекул.

Через 7 дней фиксации на уровне соединительнотканной прослойки прослеживалась щель высотой 1,5 - 2 мм, заполненная фибрином. В отломках, вблизи зоны разрыва, наблюдалось эндостальное костеобразование, но процесс обызвествления коллагенового матрикса был замедлен, о чем свидетельствовали значительные поля остеоида (рис. 4).

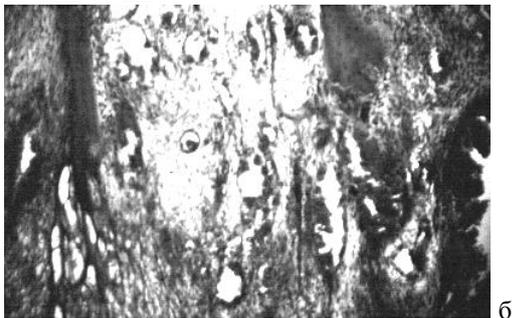
В опытах через 10 дней фиксации сформировалось костно-соединительнотканное сращение между отломками. В этих случаях линия разрыва прошла через костный отдел регенерата.

Таким образом, после торсионной остеоклазии повторную дистракцию можно начинать через 3 - 5 дней, а после продольного разрыва

регенерата - через 5 - 7 дней, если разрыв произошел по костному отделу, и через 7 - 10 дней, если линия разрыва прошла по соединительнотканной зоне. В эти сроки между отломками формируется спайка из скелетогенной ткани, на основе которой будет происходить рост костной ткани в дистракционном диастазе.



Рис. 2. Гистопограмма регенерата через 5 дней после разрыва, прошедшего через проксимальный костный отдел - (а); деталь гистопограммы - скелетогенная ткань и фибрин в зоне разрыва. Микрофото, ув. 6,3 x 10 - (б).



Определив близкий к оптимальному срок покоя в 7 дней после продольного разрыва регенерата, у двух животных продолжали удлинение голени в течение 7 дней. При гистологическом исследовании регенерат имел зональную структуру (рис. 5). В костных отделах регенерата периостальная часть по протяженности превышала эндостальную. В соединительнотканной прослойке высотой от 3 до 15 мм наблюдались микрокистозные полости и небольшие очажки остеогенеза. На границе с прослойкой остеогенез был слабо выражен. В отломках определялись распространенная эндостальная и периостальная реакции, в корковой пластинке видны были резорбционные полости.

Через месяц фиксации после прекращения дистракции в одном опыте, когда разрыв произошел на уровне прослойки, регенерат состоял из губчатой костной ткани разной степени зрелости (рис. 6). В центре его, на месте бывшей "зоны роста", определяли участки хрящевой и соединительной ткани. Во втором наблюдении, где был получен косой перелом (линия разрыва прошла через дистальный костный отдел и прослойку регенерата) и сохранялась главная диафизарная артерия, перестройка регенерата про-

текала более активно. К этому сроку в нем формировалась костномозговая полость, заполненная губчатой костной тканью с кровотворно-жировым мозгом, и тонкая корковая пластинка (рис. 7).

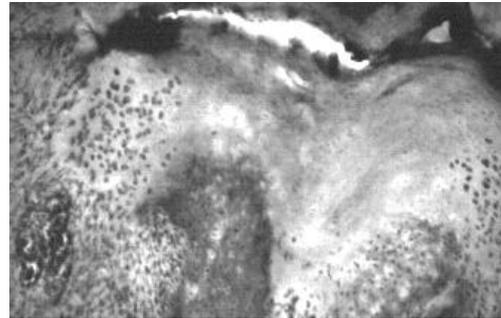


Рис. 3. Участок некроза и микрощель в травмированной соединительнотканной прослойке регенерата через 5 дней после разрыва. Микрофото, ув. 6,3 x 10.

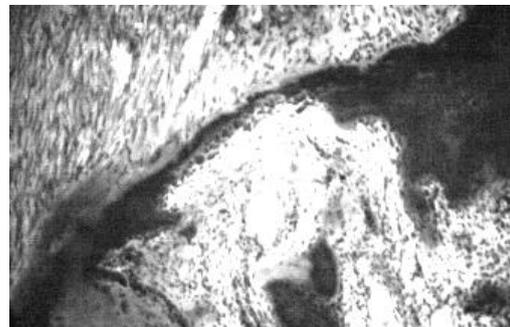


Рис. 4. Широкий слой остеоида на поверхности костных трабекул вблизи линии разрыва регенерата. Срок наблюдения 7 дней. Микрофото, ув. 6,3 x 10.



Рис. 5. Гистопограмма регенерата на 7 день повторной дистракции. Высокая фибрированная прослойка - признак замедленного остеогенеза.

По нашим наблюдениям, при повторной дистракции темп роста кости в диастазе замедляется, особенно когда разрыв происходит на уровне соединительнотканной зоны регенерата, где возникают более выраженные ишемические повреждения. Полученные данные согласуются с результатами изучения регенерации кости после продольного рассечения зрелого дистракционного регенерата [14]. На основании проведенного исследования мы пришли к заключению, что день начала повторной дистракции нужно определять строго индивидуально, учитывая уровень и механизм разрыва регенерата.



Рис. 6. Структура регенерата через 1 месяц после недельной повторной дистракции. В центре регенерата сохраняются участки хрящевой и соединительной тканей. Кортикальная пластинка отсутствует. Гистотопограмма.



Рис. 7. Формирование костномозговой полости и корковой пластинки в регенерате через 1 месяц фиксации. Косой перелом регенерата с сохранением главной диафизарной артерии, повторная дистракция в течение 7 дней. Гистотопограмма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Илизаров Г.А., Ерофеев С.А., Чиркова А.М. Особенности костеобразования и функционального состояния удлиняемой конечности при различной дробности дистракции (экспериментальное исследование) // Метод Илизарова: теория, эксперимент, клиника: Тез. докл. Всесоюз. конф. с участием иностранных специалистов, посвящен. 70-летию Г.А.Илизарову и 40-летию разработанного им метода чрескостного остеосинтеза (Курган, 13 - 15 июня 1991 г.). - Курган, 1991. - С. 285 - 287.
2. Экспериментально-клинические аспекты удлинения конечности в автоматическом режиме / Г.А.Илизаров, С.А.Ерофеев, А.В.Попков, В.И.Калякина, В.И.Шевцов // Материалы VI съезда травматологов-ортопедов СНГ (14 - 17 сентября). - Ярославль, 1993. - С. 363 - 364.
3. Ерофеев С.А., Чиркова А.М., Шевченко Г.И. Костеобразование при удлинении голени с разными темпами в условиях автоматической дистракции // Метод Илизарова - достижения и перспективы: Тез. докл. международ. конф., посвящен. памяти академика Г.А.Илизарова (Курган, 15 - 16 июня 1993 г.). - Курган, 1993. - С. 340 - 341.
4. Чиркова А.М., Ерофеев С.А. Рентгено-морфологические особенности репаративного остеогенеза при автоматической дистракции // Травматология и ортопедия России. - 1994. - N 2. - С. 142 - 148.
5. Автоматический дистракционный остеосинтез / В.И. Шевцов, А.В. Попков, С.А. Ерофеев, А.М. Чиркова // Анналы травматологии и ортопедии. - 1995. - N 1. - С. 44 - 47.
6. Математическое моделирование дистракционного остеогенеза / В.И. Шевцов, М.М. Щудло, В.А. Уткин, С.А. Ерофеев // Гений ортопедии. - 1996. - N 1. - С. 6 - 13.
7. Зависимость репаративной регенерации кости и функционального состояния удлиняемой конечности от дробности дистракции (экспериментальное исследование) / Г.А. Илизаров, С.А. Ерофеев, А.А. Шрейнер, А.М. Чиркова, Г.И. Шевченко // Гений ортопедии. - 1995. - N 1. - С. 8 - 12.
8. Ерофеев С.А. Значение дробности дистракции при удлинении конечности по Илизарову (экспериментальное исследование): Автореф. дис... канд. мед. наук. - Пермь, 1994. - 23 с.
9. Paley D. Problems, Obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique // Clin. Orthop. - 1990. - N 250. - P. 81 - 104.
10. Tibial Bone Defects treated with Internal Bone Transport by Ilizarov Technique / P. Lass, S. Knud Chistensen, S. Harving Modens B. Laursen (Denmark) // Гений ортопедии. - 1996. - N 2 - 3. - С. 76 - 78.
11. Попков А.В., Бурлаков Э.В., Попков Д.А. Скорость удлинения конечности // Гений ортопедии. - 1996. - N 1. - С. 44 - 46.
12. Никитин С.В., Басков А.А., Просвиркин П.Н. Внеочаговый чрескостный остеосинтез по Илизарову при лечении несращений костей, осложненных остеомиелитом // Гений ортопедии. - 1996. - N 2 - 3. - С. 51 - 52.
13. Илизаров Г.А., Шрейнер А.А. Закрытая остеотомия трубчатых костей в эксперименте // Теоретические и практические аспекты чрескостного компрессионного и дистракционного остеосинтеза: Тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. (Курган, 22 - 23 июня 1976 года). - Курган, 1976. - С. 38 - 40.
14. Последствия травматизации дистракционных регенератов // В.И. Стецула, М.И. Пустовойт, И.Р. Опрелянский, С.И. Дерикот // Ортопед. травматол. - 1992. - №1. - С. 5 - 9.

Рукопись поступила 16.12.97.