

Минеральная плотность бедренной кости при билокальном дистракционном остеосинтезе у детей и подростков с врожденным укорочением бедра

А.В. Попков, А.А. Свешников, Л.А. Смотрова, Т.А. Ларионова

Femoral mineral density for bifocal distraction osteosynthesis in children and adolescents with congenital shortening of the femur

A.V. Popkov, A.A. Sveshnikov, L.A. Smotrova, T.A. Larionova

Федеральное государственное учреждение

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

Минеральную плотность (МП) укороченной бедренной кости измеряли методом дихроматической абсорбциометрии у 15 больных. Она оказалась ниже, чем в интактной. В период дистракции процессы деминерализации и накопления минералов в проксимальном отделе кости протекали активнее, чем в дистальном. В период фиксации минерализация регенератов протекала одинаково. Деминерализация в средней части проксимального регенерата наибольшая на 30-й день дистракции, в средней части дистального — в конце 3-го месяца. Это происходит в связи с особенностями биомеханики билокального дистракционного остеосинтеза бедра. Однако данная особенность не влияла на сроки формирования регенератов и их механическую прочность после снятия аппарата, которое производили при значениях МП дистракционных регенератов 60-64 % от значений минерализации здоровой кости. Величина МП при удлинении врожденно укороченного бедра у детей и подростков указывала на то, что можно равномерно распределить удлинение на проксимальном и дистальном уровнях. МП во всех участках дистального регенерата не достигала исходного уровня даже по истечении полутора лет после снятия аппарата.

Ключевые слова: бедра врожденное укорочение, остеосинтез, уравнивание длины конечности.

Mineral density (MD) of shortened femur was determined by the method of dichromatic absorptiometry in 15 patients. It turned out to be lower in comparison with intact bone. In the period of distraction the processes of mineral demineralization and accumulation in the proximal bone part were more active than those in the distal bone part. In the period of fixation mineralization of regenerate bones occurred identically. Demineralization in the middle part of the proximal regenerate bone was the highest on 30-th day of distraction, and in that of the distal regenerate bone — at the end of the third month. This is connected with the biomechanical details of bifocal distraction osteosynthesis of the femur. However, this feature didn't influence the formation periods of regenerate bones and their mechanical strength after device removal, that was performed at MD values of distraction regenerate bones amounting for 60-64% of the values of contralateral normal bone. MD value during congenitally shortened femur lengthening in children and adolescents demonstrated that the lengthening amount could be uniformly distributed at the proximal and distal levels. In all the parts of the distal regenerate bone MD didn't reach the initial level even in a year and a half after the device removal.

Keywords: congenital shortening of the femur, osteosynthesis, equalization of limb length.

Состояние минерализации при удлинении конечностей, особенно при врожденном укорочении их, имеет исключительно важное значение. По наблюдениям многих авторов, при аномалиях развития бедренная кость обладает меньшей способностью к репаративной регенерации по сравнению с укорочениями бедра приобретенной этиологии [3, 4, 6].

У большинства пациентов с выраженным укорочением бедра врожденной этиологии отмечается недоразвитие сосудистой системы нижней конечности. Это проявляется в резком сужении просвета капилляров, слабом их кровенаполнении, снижении количества, а иногда — отсутствии ветвей, отходящих от магистральных артерий и вен, неравномерности диаметра основных сосудистых стволов, ограничении количества анастомозов, расширениях венозных

сосудов типа «озер» [1, 5]. Следовательно, ткани врожденно укороченной конечности находятся в условиях пониженной трофики, что отрицательно сказывается на остеогенной функции кости, а значит и на сроках консолидации. Эта особенность негативным образом отражается на сроках фиксации, приводит к увеличению осложнений и ухудшает результаты лечения.

Исследуя МП в зонах удлинения, удается объективно оценить в динамике механическую прочность регенерата на различных уровнях. Эти данные дают возможность планировать величины уравнивания длины, рассчитать оптимальный темп дистракции, предупреждать такие грозные осложнения после снятия аппарата, как переломы и трансформации регенератов.

Изучая активность остеогенеза при удлинении сегментов нижних конечностей на двух

уровнях, многие авторы сходятся во мнении, что консолидация фрагментов в области проксимального регенерата происходит активнее и быстрее, чем в области дистального.

При анализе отечественной и зарубежной литературы мы не встретили публикаций, посвященных вопросам исследования МП при билокальном

удлинении врожденно укороченного бедра. Изучены лишь особенности репаративного остеогенеза путем исследования МП при билокальном удлинении бедра при ахондроплазии и последствиях инфекционных поражений костей [2].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

МП в регенератах измеряли на дихроматическом костном денситометре фирмы "Норлэнд" (США), модель 2600 на уровне их проксимальной, дистальной и средней частей. Плотность прилежащей к регенератам кости измеряли на расстоянии 1 см выше или ниже от краев проксимального, промежуточного и дистального фрагментов.

Ошибка измерения не превышала $\pm 2\%$.

В процессе удлинения бедра обследовали 15 больных с врожденным укорочением. Величина удлинения бедра составила $7,8 \pm 1,1$ см. Возраст пациентов составил $14,9 \pm 1,5$ года.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Необходимо отметить, что до операции МП во всех участках укороченной бедренной кости ниже в среднем на $0,289 \pm 0,1$ г/см² в проксимальном фрагменте бедра и на $0,151 \pm 0,1$ г/см² в дистальном, чем в идентичных зонах здорового (контралатерального) бедра. Это объясняется, на наш взгляд, определенной степенью локального остеопороза в укороченном бедре в условиях неполноценной функциональной нагрузки на конечность. Более высокая плотность минералов в проксимальной зоне бедра обусловлена, очевидно, лучшим кровообращением в указанной зоне.

МП в участках фрагментов кости, прилежащих к регенератам, при билокальном удлинении бедра в различные периоды лечения показана на рисунке 1.

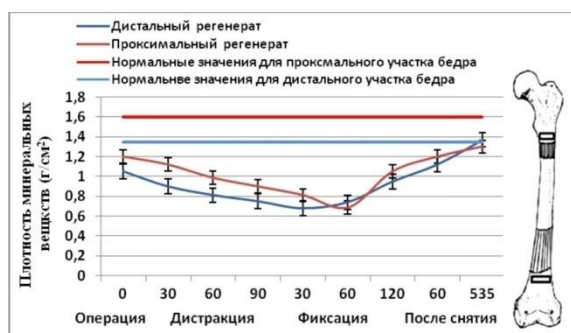


Рис. 1. Минеральная плотность (г/см²) в верхней и нижней третях бедренной кости, прилежащих к регенератам. Примечание: здесь, а также на рис. 2-5, места измерения МП обозначены прямоугольниками

Как видно из представленного графика, после операции плотность минералов обоих костных фрагментов прогрессивно снижалась вплоть до 2-го месяца фиксации (до $0,562 \pm 0,03$ г/см² в зоне проксимального фрагмента кости и до $0,606 \pm 0,07$ г/см² — в зоне дистального). Это отображает процесс резорбции костной ткани в процессе удлинения. МП указанных фрагментов восстанавлива-

лась до исходных значений через 2 месяца после снятия аппарата. МП в дистальном фрагменте достигала уровня идентичного участка контралатерального бедра.

На рисунке 2 показано изменение МП в промежуточном фрагменте бедренной кости в процессе удлинения бедра. Отмечено, что на протяжении всего периода удлинения МП в нижней трети промежуточного фрагмента достоверно ниже этих показателей в верхней трети, в том числе и через 1,5 года после снятия аппарата. Данные различия можно объяснить повышенным уровнем активности эндостальной реакции в зоне проксимального регенерата. Наиболее низкие значения МП были в указанных участках в конце периода дистракции (в верхней трети — $1,057 \pm 0,06$ г/см², в нижней трети — $0,602 \pm 0,05$ г/см²). МП восстанавливалась до исходных значений в зоне проксимального регенерата в конце периода фиксации, в зоне дистального регенерата — через 1,5 года после снятия аппарата. МП данных участков промежуточного фрагмента кости не достигала нормальных значений МП идентичных участков бедра у здоровых сверстников.

Также представляла значительный интерес динамика изменения МП в отдельных участках регенератов. На рисунке 3 представлена величина МП в участках регенератов, прилежащих к «материнской» кости в течение периода удлинения. Минеральная плотность в проксимальном регенерате достоверно выше значений МП в дистальном регенерате на протяжении всей дистракции (на 8,3-11 %). Показатели не отличались на протяжении всего периода фиксации и после снятия аппарата — $0,733 \pm 0,14$ г/см². МП в указанных участках регенератов не достигала исходного уровня даже к концу обследования.

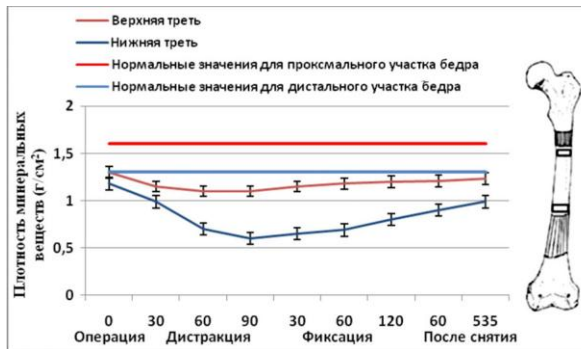


Рис. 2. Минеральная плотность (в г/см²) в проксимальном и дистальном участках промежуточного фрагмента бедренной кости при билокальном удлинении бедра

Интересна особенность накопления минералов на разных уровнях удлинения в период фиксации: МП в проксимальном регенерате незначительно повышалась на 16,5 % (от исходной), тогда как в дистальном регенерате она увеличивалась на 25,8 %. Поэтому к концу фиксации различия МП в проксимальном и дистальном регенерате недостоверны. Аппарат снимали при следующих значениях МП в указанных участках: $0,752 \pm 0,12$ г/см² в проксимальном регенерате (62 % от исходной плотности) и $0,704 \pm 0,11$ г/см² (64 % от исходной плотности). Величина МП не восстанавливалась до исходных значений даже по истечении полутора лет после снятия аппарата. МП данных участков регенератов не достигала нормальных значений как у здоровых сверстников.

При исследовании МП в срединной зоне «просветления» (соединительнотканной прослойки) дистракционных регенератов (рис. 4) отмечено, что увеличение МП в период дистракции незначителен (на 4,5-7,4 % от исходной МП). Однако между минеральной плотностью в проксимальном и дистальном регенератах в период дистракции обнаружены достоверные различия: в проксимальном МП регенерата превышала таковую дистального в среднем на 7,8 % от исходной. Значение МП в средней части проксимального регенерата минимально по истечении 30 дней дистракции и составляла $0,234 \pm 0,09$ г/см², в средней части дистального – к концу периода дистракции ($0,223 \pm 0,05$ г/см²). Причина этого состояла, на наш взгляд, в особенностях биомеханики билокального дистракционного остеосинтеза бедра: в период дистракции в результате неравномерного сопротивления растяжению мягкотканного компонента бедра и прогиба спиц средней опоры аппарата Илизарова создавалось превышение диастаза в дистальной зоне удлинения и, как следствие – перерастяжение соединительнотканной прослойки дистального дистракционного регенерата. Максимальной высоты срединная зона просветления дистального регенерата достигала к концу дистракции и поэтому МП в это время была минимальной. В период фиксации «зоны

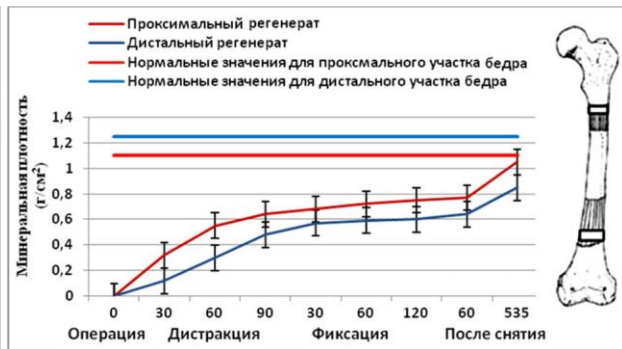


Рис. 3. Минеральная плотность в участках регенератов, прилежащих к «материнской» кости при билокальном удлинении бедра

роста» регенератов активно минерализуются. Исходных значений МП в средней части проксимального и дистального регенератов достигала к концу 1,5 года после снятия аппарата.

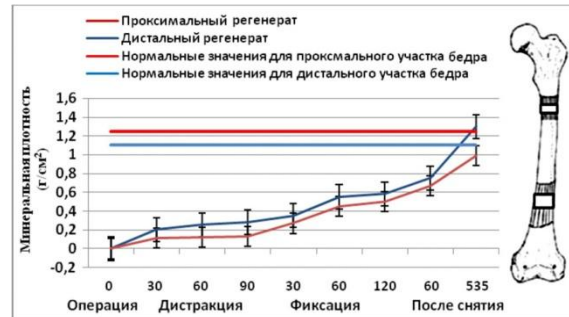


Рис. 4. Изменение минеральной плотности на уровне срединной зоны просветления регенератов бедренной кости в процессе билокального удлинения бедра

При анализе МП в участках регенератов, прилежащих к промежуточному фрагменту бедренной кости, выявлено, что она в проксимальном регенерате достоверно выше по сравнению с дистальным регенератом на протяжении периода дистракции (в течение 2,5 месяцев). В конце дистракции в дистальном участке проксимального регенерата достигала $0,548 \pm 0,11$ г/см², а в проксимальном участке дистального регенерата – $0,388 \pm 0,1$ г/см². В дальнейшем МП быстро увеличивалась в обоих участках. Снятие аппарата производили, когда МП равнялась 60,7 % от исходной в проксимальном и 60,2 % – в дистальном регенерате. Необходимо отметить, что исходного значения МП в указанных участках регенератов достигала к 1,5 годам после снятия аппарата. Содержание минералов дистального участка проксимального регенерата по истечении 1,5 года после снятия аппарата достигало значений соответствующего участка бедренной кости здоровых людей (рис. 5).

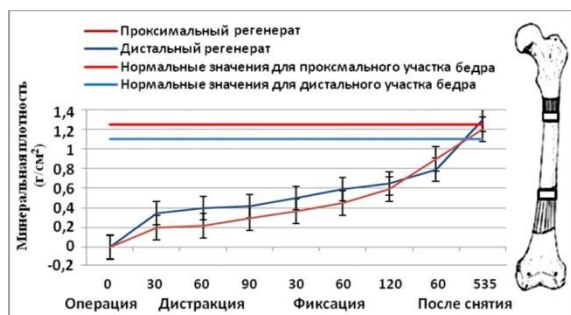


Рис. 5. Изменение минеральной плотности в участках регенератов, прилежащих к промежуточному фрагменту бедренной кости при билокальном удлинении бедра

Результаты исследования МП в различных участках бедренной кости укороченного и здорового бедра позволила сделать следующие выводы:

1. До операции минеральная плотность во всех участках укороченного бедра достоверно ниже, чем в аналогичных в интактной бедренной кости, что обусловлено неполноценной функциональной нагрузки на конечность.

2. Процессы деминерализации и накопления минералов в период дистракции в проксимальном отделе кости протекают активнее, чем в дистальном. Это утверждение справедливо только для участков регенератов, прилежащих к «материнской» кости и промежуточному фрагменту. В период фиксации минерализация реге-

нератов протекает одинаково.

3. Значение МП в средней части проксимального регенерата минимально до 30 дней дистракции, в средней части дистального — в течение 3 месяцев дистракции. Это происходит в связи с особенностями биомеханики билокального дистракционного остеосинтеза бедра: в период дистракции в результате неравномерного сопротивления растяжению мягкотканного компонента и прогиба спиц средней опоры аппарата Илизарова создается несоответствие величины диастаза темпу удлинения в дистальной подсистеме аппарата и, как следствие, увеличение высоты соединительнотканной прослойки дистального регенерата. Однако данная особенность не влияет на сроки формирования регенератов и их механическую прочность после снятия аппарата.

4. Снятие аппарата производили при значениях минеральной плотности дистракционных регенератов не менее 60-64 % от значений в противоположной здоровой кости.

5. Активность процесса регенерации при удлинении врожденно укороченного бедра у детей и подростков указывает на то, что можно равномерно распределить удлинение на проксимальном и дистальном уровнях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мижевич, Т. В. Состояние периферического кровообращения при врожденном недоразвитии конечности / Т. В. Мижевич // Ортопед., травматол. - 1985. - № 2. - С. 37-40.
2. Состояние кровообращения в конечности и плотность минеральных веществ в регенератах при полисегментарном остеосинтезе у больных с последствиями инфекционных поражений костей / А. В. Попков [и др.] // Гений ортопедии. - 2000. - № 3. - С. 10-17.
3. Glorion, C. Femoral lengthening by callotaxis. A study of a series of 79 cases in children and adolescents / C. Glorion, J. C. Pouliquen, J. Langlais // Rev. Chir. Orthop. - 1995. - Vol. 81. - P. 147-156.
4. Grill, F. Lengthening for congenital short femur. Results of different methods / F. Grill, P. Dungal // J. Bone Joint Surg. - 1991. - Vol. 73-B. - P. 439-447.
5. Laor, T. MR imaging in congenital lower limb deformities / T. Laor, D. Jaramillo, F. A. Hoffer // Pediatr. Radiol. - 1996. - Vol. 26. - P. 381-387.
6. Pappas, A. M. Congenital abnormalities of the femur and related lower extremity malformations : classifications and treatment / A. M. Pappas // J. Pediatr. Orthop. - 1983. - No 3. - P. 45-60.

Рукопись поступила 19.05.2008.