

УДК 612.753:616.728.6-089.227.84-073.43

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ДИСТРАКЦИОННОГО РЕГЕНЕРАТА ЧЕТВЕРТОЙ ПЛЮСНЕВОЙ КОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С БРАХИМЕТАТАРЗИЕЙ

Менщикова Т.И., Неретин А.С.

ФБГУ «Российский Научный Центр «Восстановительная Травматология и Ортопедия»
имени академика Г.А. Илизарова Министерства здравоохранения России»,
Курган, e-mail: office@rncvto.ru

Впервые с помощью метода УЗИ проведена оценка репаративного остеогенеза distraction regenerate четвертой плюсневой кости. В период distraction метод УЗИ позволяет оценить величину удлинения, качество органотипической перестройки и степень васкуляризации distraction regenerate. Динамическое использование метода УЗИ у каждого пациента позволяет комплексно оценить зону удлинения и при необходимости сократить число рентгеновских снимков.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, четвертая плюсневая кость, distraction regenerate, васкуляризация

USING ULTRASONIC SURVEY METHOD TO ESTIMATE THE STRUCTURAL STATE DISTRACTION REGENERATE FOURTH METATARSAL BONE IN PATIENTS WITH BRAHIMETATARZIEY

Menschikova T.I., Neretin A.S.

Federal State Budgetary Institution «Russian Ilizarov Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics» of the Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan, e-mail: office@rncvto.ru

For the first time by the method of ultrasound assessed reparative osteogenesis distraction regenerate the fourth metatarsal. During the distraction method ultrasound allows us to estimate the extension, the quality of organotypic restructuring and the degree of vascularization distraction regenerate. Dynamic use of ultrasound method allows each patient to comprehensively assess the elongation zone and, if necessary, reduce the number of x-rays.

Keywords: ultrasound, fourth metatarsal bone, distraction regenerate, vascularization

Брахиметатарзия – это порок развития одной или нескольких плюсневых костей, характеризующийся их укорочением, который относится к одной из тяжелых ортопедических патологий. Наряду с выраженным косметическим дефектом у больных с данной патологией отмечается болевой синдром, а также контрактуры близлежащих суставов с подвывихом в плюснефаланговом суставе.

Лечение таких пациентов предполагает тщательный выбор методики, позволяющей осуществлять дозированную нагрузку на стопу на протяжении всего периода лечения [1]. В настоящее время одним из методов лечения больных с данной патологией является постепенное удлинение с использованием чрескостного остеосинтеза по Илизарову [2, 3, 6, 7, 8].

При проведении удлинения трубчатых костей, как правило, наибольшую проблему представляет структурное состояние distraction regenerate [5]. Характерными осложнениями при лечении пациентов данной группы являются преждевременная консолидация в зоне остеотомии, прорезывание спицами мягких тканей, воспаление

мягких тканей вокруг спиц, вырезывание спиц из кости [4, 6, 9, 10].

Для оценки степени консолидации distraction regenerate традиционно применяется метод рентгенографии. Однако появление высокоточных ультразвуковых сканеров позволяет проводить тестирование костного regenerate и параоссальных тканей практически на любом этапе лечения.

Целью данного исследования явилось выявление особенностей структурного состояния distraction regenerate четвертой плюсневой кости с помощью метода ультразвуковых исследований.

Материалы и методы исследования

Ультразвуковые исследования (УЗИ) выполнены на аппарате AVISUS Hitachi (Япония) с использованием линейного датчика с частотой 7,5 МГц. Обследовано 6 пациентов с дисплазией 4 плюсневой кости. Ультразвуковые исследования distraction regenerate осуществляли через 10, 20, 30 дней от начала distraction и через 30 и 40 дней от начала фиксации. Величина удлинения плюсневых костей в среднем составила $24 \pm 5,2$ мм. Период distraction при удлинении плюсневых костей – $28 \pm 4,2$ дней, период фиксации – $45 \pm 2,3$ дней.

Для исследования distraction regenerate датчик устанавливали над областью, соответствующей

шей остеотомии, определяли соногеометрические параметры зоны удлинения; с помощью стандартной программы строили гистограммы и оценивали акустическую плотность (АП) distractionного регенерата и вновь образованных костных трабекул. За контроль принимали участок метафиза плюсневой кости (АП = 210 + 10 усл.ед.). В режиме цветного доплеровского картирования (ЦДК) оценивали наличие сосудов в зоне удлинения, измеряли их спектральные и скоростные характеристики. На протяжении всего периода исследования проводили верификацию данных УЗИ с данными рентгенографии.

Для удлинения 4 плюсневой кости использовали традиционную компоновку аппарата Илизарова, состоящую из двух подсистем: базовую в среднем отделе стопы и динамическую, фиксирующую удлиняемую плюсневую кость. Остеотомию выполняли в области метафиза, в месте, где кость имеет больший диаметр (рис. 1). Кроме того, в этой зоне процесс образования регенерата идет более продуктивно.

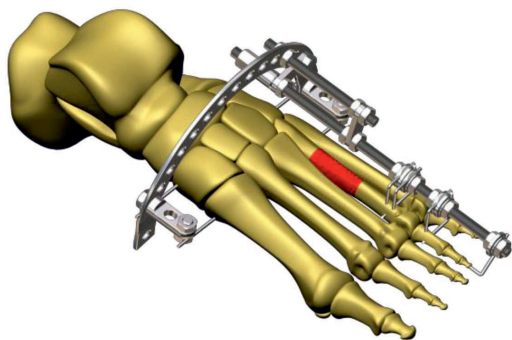


Рис. 1. Схема удлинения четвертой плюсневой кости

Дистракцию начинали на 6–7-е сутки после операции. Темп дистракции составлял 0,5–0,75 мм в сутки за 2–3 приема. Продолжительность периода фиксации равнялась 30–45 дням. Для оценки состояния регенерата один раз в 15 дней проводили рентгенологическое обследование. Решение о снятии аппарата принимали по истечении стандартных сроков фиксации и на основании данных рентгенологического обследования.

Результаты исследования и их обсуждение

Сканирование distractionного регенерата осуществляли по передней и подошвенной поверхностям стопы над зоной, соответствующей остеотомии в зависимости от индивидуальной компоновки аппарата у каждого пациента. Наилучшая визуализация отмечалась при сканировании distractionного регенерата по передней поверхности стопы.

При первой оценке регенерата через 10 дней от начала дистракции хорошо визуализировались проксимальный и дистальный концы материнской кости в виде линейной непрерывной гиперэхогенной структуры. В начале дистракции дифференцировалась гипозэхогенная полоса, соответствующая

малодифференцированной соединительнотканной прослойке, постепенно формировались линейные гиперэхогенные структуры, соответствующие вновь образованным грубоволокнистым костным трабекулам.

Диастаз между проксимальным и дистальными концами удлиняемой кости является визуализируемой высотой distractionного регенерата и на ранних сроках дистракции соответствует ширине эхопозитивной зоны регенерата. Через 10 дней от начала дистракции зона удлинения была заполнена гомогенным субстратом низкой эхогенности, ширина эхопозитивной зоны регенерата равнялась $9,0 + 0,08$ мм, глубина проникновения ультразвука – $18 + 5,0$ мм (рис. 2, а).

Через 20 и 30 дней от начала дистракции при продольном сканировании отмечалось увеличение размера диастаза до $20 + 0,4$ мм и $30 + 0,02$ мм и глубины проникновения ультразвука до $19 + 4,9$ и $21 + 3,8$ мм соответственно. Появляется неровный контур эндостальной реакции в виде тонких гиперэхогенных наслоений. В интермедиарной зоне визуализировались единичные гиперэхогенные включения, соответствующие вновь образованным костным трабекулам. Данные эхопризнаки соответствуют нормальному уровню репаративной активности distractionного регенерата. При увеличении количества вновь образованных костных трабекул происходило увеличение акустической плотности регенерата до 156 усл.ед. (рис. 2, б), АП отдельно взятой структуры равнялась 186 усл.ед., а соединительнотканной прослойке, занимающей большую часть интермедиарной зоны, – 147 усл.ед.

В режиме ЦДК оценивали наличие сосудов в зоне удлинения. В начале дистракции визуализировались мелкие сосуды в окружающих регенерат мягких тканях, по мере дистракции происходило их прорастание в интермедиарную область, увеличивались значения периферических индексов – пульсаторного (PI) и индекса резистивности (RI), что свидетельствовало об увеличении зрелости сосудистой стенки и косвенно о зрелости исследуемого регенерата (рис. 3).

Через 10 дней от начала фиксации (рис. 4, а) происходило сужение эхопозитивной зоны регенерата, уменьшался диастаз между проксимальным и дистальными концами материнской кости, увеличивались размеры вновь образованных костных трабекул в области эндостальной реакции, в интермедиарной зоне появлялись костные фрагменты размером до 4–5 мм с акустической плотностью до 189 усл.ед.

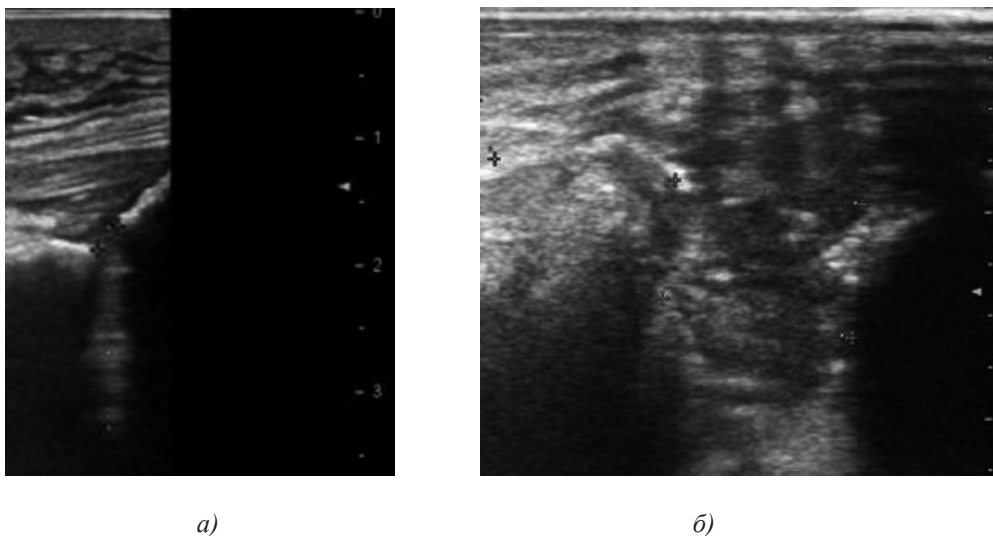


Рис. 2. Сонограмма дистракционного регенерата 4 плюсневой кости больной К., 31 г. Диагноз: гипоплазия IY плюсневой кости. а) этап: период дистракции 10 дней, величина удлинения 7 мм. Высота диастаза – 7 мм; глубина проникновения ультразвука – 15,8 мм; АП интактной кости = 214 усл. ед.; АП регенерата = 112 усл. ед. б) этап: период дистракции 30 дней, величина удлинения 30 мм. Высота диастаза – 10,5 мм, глубина проникновения ультразвука – 29,8 мм; АП регенерата = 156 усл. ед.; АП структур = 188 усл. ед.

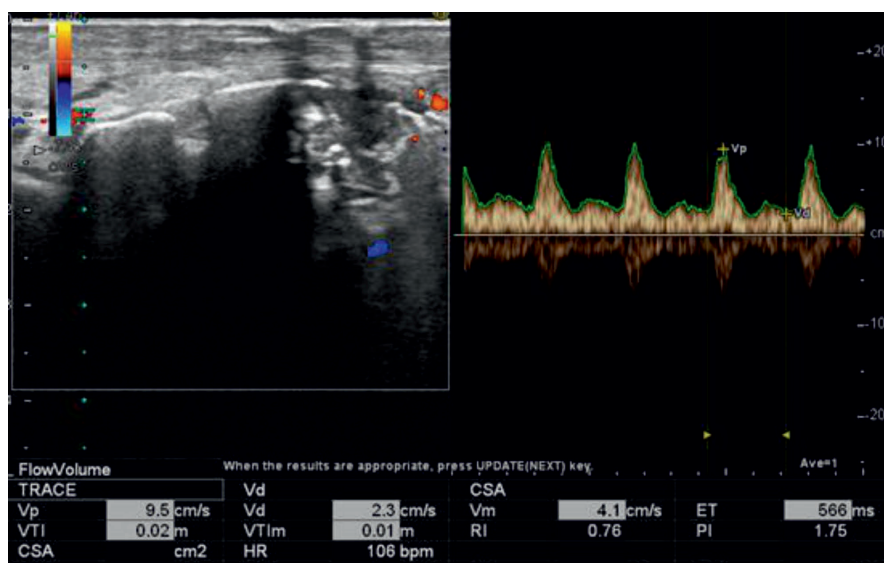
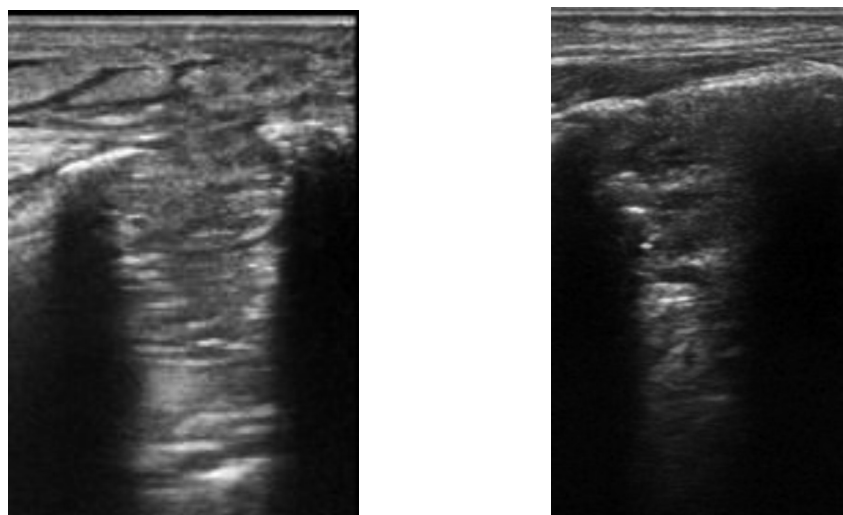


Рис. 3. Сонограмма дистракционного регенерата 4 плюсневой кости больной К., 31 г. Диагноз: гипоплазия IY плюсневой кости. Этап: период дистракции 30 дней, режим ЦДК. Показаны сосудистые веточки, питающие регенерат. Значение периферических индексов: PI = 1,75; RI = 0,76

В результате АП регенерата составляла 148 усл. ед. Гипоэхогенная область, соответствующая малодифференцированной соединительной ткани, присутствовала в виде отдельных островков.

По мере фиксации дистракционного регенерата происходила его органотипи-

ческая перестройка, изменялись акустические свойства. Так, гиперэхогенные наслоения являлись зонами активного остеогенеза и приводили к появлению эхонегативных участков, вследствие чего уменьшалась высота эхопозитивной зоны всего регенерата.



а)

б)

Рис. 4. Сонограмма дистракционного регенерата 4 плюсневой кости больной К., 31 г. Диагноз: гипоплазия IV плюсневой кости. а) этап: период фиксации 10 дней, величина удлинения 30 мм; высота диастаза – 8,5 мм; глубина проникновения ультразвука 26,9 мм; АП регенерата = 148 усл. ед.; АП структур = 189 усл. ед.; АП соединительнотканной прослойки = 98,8 усл. ед.; АП зоны активного остеогенеза = 172 усл. ед. б) этап: период фиксации 45 дней, величина удлинения 30 мм. Визуализируется непрерывный контур кортикальной пластинки с АП = 174 усл. ед. на периферических участках и АП = 112 усл. ед. в центральной зоне регенерата

Основные характеристики состояния дистракционного регенерата IV плюсневой кости при нормальном течении остеогенеза по данным УЗИ (n = 10)

| Период дистракции (дни) | Ширина эхопозитивной зоны регенерата (мм) | Наличие эндостальной реакции | Структура интермедиарной зоны регенерата | Акустическая плотность дистракционного регенерата (усл. ед.) |
|-------------------------|---|--|---|--|
| 10 | 9 + 1,0* | Не определяется | Гипоэхогенной структуры | 112 + 3* |
| 20 | 19 + 1,0* | Слабо выражена | Единичные вновь образованные костные трабекулы размер 0,– 0,4 мм | 125 + 6* |
| 30–40 | 38 + 2,0* | Определяется в виде гиперэхогенных наслоений | Гетерогенной структуры, увеличение количества вновь образованных костных трабекул размером от 0,3 до 0,5 мм | 156 + 6* |

Примечание. *p < 0,5.

В интермедиарной зоне уменьшалось количество соединительнотканной прослойки, костные трабекулы выстраивались в фрагменты, отмечался рост АП регенерата в целом.

Отмечалось дальнейшее сужение эхопозитивной зоны регенерата за счет того, что апикальные участки регенерата по эхоплотности были сопоставимы с эхоплотностью материнской кости.

Перед снятием аппарата (рис. 4, б) регенерат имел практически непрерывный контур кортикальной пластинки, АП которого в центральной зоне регенерата долгое время была ниже, чем в проксимальном и дис-

тальном регенератах, где перестройка костной ткани происходила быстрее.

В литературе имеются данные, посвященные ультразвуковой оценке репаративного остеогенеза большеберцовой кости [5]. Работа по изучению дистракционного остеогенеза плюсневой кости выполнена нами впервые. Проведенное исследование показало, что основные эхопризнаки формирования дистракционного регенерата плюсневой кости соответствуют эхопризнакам репаративного остеогенеза большеберцовой кости.

Основные характеристики регенерата плюсневой кости в период дистракции представлены в таблице.

Заключение

Таким образом, использование метода УЗИ дистракционного регенерата плюсневой кости на ранних сроках дистракции дает возможность оценить качество проведенной остеотомии. При динамическом наблюдении на протяжении всего периода дистракции метод УЗИ позволяет определить величину удлинения и качество органотипической перестройки костного регенерата путем оценки акустической плотности вновь образованных костных трабекул и всего регенерата. В конце периода фиксации ультразвуковое сканирование дистракционного регенерата может быть использовано в комплексе с традиционной рентгенографией для принятия решения о снятии аппарата. Возможность проведения качественной и количественной оценки регенерата плюсневой кости на протяжении всего периода дистракции позволяет в ряде случаев уменьшить количество рентгеновских снимков.

Список литературы

1. Баталов О.А. Комплексное восстановительное лечение детей с тяжелыми врожденными деформациями стоп: Автореф. дис. док. мед. наук. – Н. Новгород, 1998. – 46 с.
2. Дьячкова Г.В. Рентгенологические особенности регенерации костной ткани при лечении больных с аномалиями развития стопы // *Гений Ортопедии*. – 2005. – № 4. – С. 98–101.
3. Исмаилов Г.Р., Кузовков А.И. Управляемый чрескостный остеосинтез при удлинении коротких трубчатых костей стопы // *Гений ортопедии*. – 1996. – № 2–3. – С. 42.
4. Менщикова Т.И., Аранович А.М. Ультразвуковые особенности репаративного остеогенеза у больных ахондроплазией в возрасте 6–9 лет // *Гений ортопедии*. – 2013. – № 1. – С. 70–73.
5. Неретин А.С., Иванов Г.П., Данилкин М.Ю. Удлинение костей переднего отдела стопы методом чрескост-

ного остеосинтеза по Илизарову // *Гений ортопедии*. – 2011. – № 2. – С. 54–59.

6. Шевцов В.И. Удлинение плюсневых костей методом чрескостного остеосинтеза // *Профилактика, диагностика и лечение повреждений и заболеваний опорно-двигательного аппарата у детей: тезисы докл.*, СПб., 1995. – С. 246–247
7. Kirienko A., Villa A., Calhoun J.H. Ilizarov technique for complex foot and ankle deformities. – New-York: Marcel Dekker Inc. – 2004. – 459 p.
8. Masada K., Fujita S., Fuji T. Complications following metatarsal lengthening by callus distractions for brachymetatarsia children // *J.Pediatr. Orthop.* – 2002. – Vol. 19. – № 3. – P. 394–397.
9. Sen C., Elarp L. Outcomes of metatarsal lengthening results and complications // *Meeting of the A.S.A.M.I. international.*, 5th.: Abstract Book. – Saint-Petersburg, 2008. – P. 162.

References

1. Batalov O.A. Kompleksnoe vosstanovitel'noe lechenie detej s tiazhelymi vrozhdannymi deformacijami stop: Avtoref. dis. dok. med. nauk. N. Novgorod, 1998. 46 p.
2. D'jachkova G.V. Rentgenologicheskie osobennosti regeneracii kostnoj tkani pri lechenii bol'nyh s anomalijami razvitiya stopy // *Genij Ortopedii*. 2005. no. 4. pp. 98–101.
3. Ismajlov G.R., Kuzovkov A.I. Upravljaemyj chreskostnyj osteosintez pri udlenenii korotkih trubchatyh kostej stopy // *Genij ortopedii*. 1996. no. 2–3. p. 42.
4. Menshikova T.I., Aranovich A.M. Ul'trazvukovye osobennosti reпаративного osteogeneza u bol'nyh ahondroplaziej v vozraste 6–9 let // *Genij ortopedii*. 2013. no. 1. pp. 70–73.
5. Neretin A.S., Ivanov G.P., Danilkin M.Ju. Udlinenie kostej perednego otdela stopy metodom chreskostnogo osteosinteza po Ilizarovu // *Genij ortopedii*. 2011. no. 2. pp. 54–59.
6. Shevtsov V.I. Udlinenie plusnevnyh kostej metodom chreskostnogo osteosinteza // *Profilaktika, diagnostika i lechenie povrezhdenij i zabolevanij oporno-dvigatel'nogo apparata u detej: tezisy dokl.*, SPb., 1995. pp. 246–247
7. Kirienko A., Villa A., Calhoun J.H. Ilizarov technique for complex foot and ankle deformities. New-York: Marcel Dekker Inc. 2004. 459 p.
8. Masada K., Fujita S., Fuji T. Complications following metatarsal lengthening by callus distractions for brachymetatarsia children // *J. Pediatr. Orthop.* 2002. Vol. 19. no. 3. pp. 394–397.
9. Sen C., Elarp L. Outcomes of metatarsal lengthening results and complications // *Meeting of the A.S.A.M.I. international.*, 5th.: Abstract Book. Saint-Petersburg, 2008. p. 162.