

[Перейти в содержание Вестника РНЦРР МЗ РФ N13](#)

Текущий раздел: **Лучевая диагностика**

Репаративный остеогенез при реконструктивных операциях на голени по данным не прямой компьютерной денситометрии изображений рентгенограмм.

Чевардин А.Ю., Осипова Е.В.

ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова» Минздравсоцразвития России, г. Курган

Адрес документа для ссылки: http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v13/papers/chevardin_v13.htm

Статья опубликована 30 октября 2013 года.

Контактная информация:

Рабочий адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6, ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России

Чевардин Александр Юрьевич – к.м.н., с.н.с. лаборатория гнойной остеологии и замещения дефектов конечностей ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России. тел. +8 (3522) 41-50-03. chevardin64@mail.ru

Осипова Елена Владимировна – к.б.н., с.н.с. клинко-экспериментального лабораторного отдела ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России. +8 (3522) 45-26-84. E-V-OsipovA@mail.ru

Контактное лицо: Чевардин Александр Юрьевич, +8 (3522) 41-50-03. chevardin64@mail.ru

Резюме

С целью изучения динамики репаративного процесса при лечении дефектов по Илизарову с помощью не прямой компьютерной денситометрии изображений рентгенограмм проведен клинко-рентгенологический анализ результатов обследования 17 пациентов в возрасте от 17 до 63 лет.

Материалы и методы Рентгенологическое исследование проводили до операции, в период distraction (от 10 до 90 суток), через 30, 60, 90, 120, 150, 200 суток фиксации, в день снятия аппарата и через 1, 2, 3-4, 6-8 месяцев, 1, 2, 3-4, 5-6 лет после снятия аппарата. Оцифровку и анализ изображений рентгенограмм осуществляли на аппаратно-программном комплексе «ДиаМорф».

Результаты исследования Формирование регенерата и межберцового синостоza в первые 10 суток distraction сопровождалось увеличением средней оптической плотности их тени. Процесс ремоделирования в межотломковом регенерате и межберцовом синостоze начинался в первый месяц фиксации, о чем свидетельствовало значимое снижение средней оптической плотности исследуемого участка. Перед снятием аппарата у всех больных межотломковый диастаз был заполнен гомогенным регенератом без органотипической перестройки. Через 5-6 лет в исследуемом участке преобладали средне- и высокоминерализованные структуры, доля структур с низкой степенью минерализации была в 4 раза меньше по сравнению с дооперационными показателями.

Выводы Лечение по Илизарову больных с дефектами большеберцовой кости восстанавливает функцию конечности за счет формирования локального костного блока, включающего межотломковый регенерат костей голени и межберцовый синостоз. Данные не прямой компьютерной денситометрии изображений рентгенограмм позволили получить информацию о степени минерализации костного блока, плотность которого в процессе лечения связана с изменением соотношения структур с различной степенью минерализации. Данную методику можно использовать в качестве дополнительного теста для оценки степени зрелости регенерата и решения вопроса о демонтаже аппарата.

Ключевые слова: диафизарные дефекты, межберцовый синостоз, аппарат Илизарова, компьютерный анализ изображений рентгенограмм.

Reparative osteogenesis in surgical tibial reconstruction assessed with the indirect computer densitometry of radiographic images.

Chevardin A.Y., Osipova E.V.

Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia

Summary

Purpose Study the dynamics of reparative process by Ilizarov defect management using indirect computer densitometry (CD) of the radiographic images.

Materials and methods Radiographic study was performed in 17 patients aged from 17 to 63 years old before surgery, during distraction (range 10-90 days), after 30, 60, 90, 120, 150, 200 days of the fixation period in the frame, on the day of frame removal and at follow-up examinations in 1, 2, 3-4, 6-8 months, 1, 2, 3-4, 5-6 years after frame removal. The study of the digitally processed radiographs using the DiaMorph complex was performed.

Results The regenerate formation and development of tibiofibular synostosis after 10 distraction days was accompanied by increase of mean optical density of the shadow. Bone remodeling in the interfragmental diastasis and synostosis started in the first fixation month/ It manifested in significant decrease of the mean optical density of the areas under study. Before frame removal, all the patients had the diastasis filled in with

homogenous regenerate that had not complete remodeling typical for bone tissue. At follow-ups after 5-6 years, medium and highly mineralized bone structures prevailed in the studied areas. The portion of low mineralized structures was 4 times less if compared with preoperative values.

Conclusions

The Ilizarov treatment for tibial defects restores the limb function by formation of a local bony block comprising the interfragmental regenerate and tibiofibular synostosis. Findings of indirect CD provided information about the bone block mineralization. Its density during treatment is associated with the change in the proportions of structures of different mineralization grade. Indirect CD can be used as an additional test for regenerate maturation assessment in order to decide about the time point for Ilizarov apparatus removal.

Key words: *diaphyseal defect, tibiofibular synostosis, Ilizarov apparatus, computer analysis, radiographic image*

Оглавление:

Введение

Материалы и методы

Результаты исследований и их обсуждение

Заключение

Список литературы

Введение

Посттравматические дефекты большеберцовой кости составляют от 15% до 50,6% среди дефектов длинных костей и в 11,6-42,2% случаев приводят к инвалидности (Явлиева и др., 2007; Bobroff et al., 2003-2004; Catagni et al., 2007; McKee M.D. et al., 2008).

В Российском научном центре «ВТО» имени академика Г.А. Илизарова на основе установленных общебиологических закономерностей разработаны новые технологические методы лечения дефектов костей скелета (Борзунов и др., 2009; Макушин и др., 2004; Макушин и др., 2008; Шевцов и др., 2008; Шевцов и др., 2010).

Одним из основных методов исследования структурного состояния костных отломков и оценки степени их консолидации при межберцовом синостозировании остается рентгенологический. Решение вопроса о демонтаже аппарата, в значительной мере зависящего от квалификации и опыта врача, как правило, решается на основе визуальной субъективной оценки имеющейся рентгенологической картины.

Цель исследования - изучить динамику репаративного процесса в межотломковом диастазе при лечении диафизарных дефектов по методу Илизарова с помощью непрямой компьютерной денситометрии изображений рентгенограмм.

[Перейти в оглавление статьи >>>](#)

Материалы и методы

Проведен клинико-рентгенологический анализ результатов обследования 17 пациентов (мужчин - 10, женщин - 7) в возрасте от 17 до 63 лет, находившихся на лечении в РНЦ «ВТО» по поводу диафизарного дефекта большеберцовой кости. Рентгенологическое исследование проводили на аналоговом аппарате «CLINOMAT (Pixel HF-650)» до операции, в период distraction (от 10 до 90 суток), через 30, 60, 90, 120, 150, 200 суток фиксации, в день снятия аппарата и через 1, 2, 3-4, 6-8 месяцев, 1, 2, 3-4, 5-6 лет после снятия аппарата.

Оцифровку и анализ изображений рентгенограмм осуществляли на аппаратно-программном комплексе «ДиаМорф» (Россия), предназначенном для анализа и обработки изображений в клинической практике и научных исследованиях. В состав комплекса входят: персональный компьютер с аналого-цифровым преобразователем на базе процессора Pentium II, телекамера CCD («Sony Corporation», Япония), установленная над софитным столиком, видеоконтрольное устройство, специализированное программное обеспечение (пакет прикладных программ «ДиаМорф-Cito» Версия 1.1).

На оцифрованных изображениях рентгенограмм оконтуривали тени межотломкового регенерата и межберцового синостоза, измеряли его среднюю интенсивность. Для сопоставления оптических характеристик объектов на снимках, полученных в разное время и имеющих различное качество, выполняли оптическую калибровку, заключающуюся в измерении среднего значения интенсивности мягких тканей и фона изображения рентгенограммы на уровне формирующегося регенерата. Среднюю оптическую плотность рассчитывали по формуле:

$$OD_i = \lg ((I_i - I_m) / I_o),$$

где OD_i – средняя оптическая плотность тени межотломкового регенерата и межберцового синостоза;

I_i - средняя интенсивность тени межотломкового регенерата и межберцового синостоза;

I_m - средняя интенсивность тени мягких тканей;

I_o - средняя интенсивность фона изображения рентгенограммы.

Диапазон полученных оптических плотностей разбивали на 3 интервала, отражающих степень минерализации структур:

от 0,1 до 0,29 усл.ед. – с низкой степенью минерализации;

от 0,30 до 0,59 усл.ед. – среднеминерализованные;

от 0,60 усл.ед. и выше – высокоминерализованные.

В площади формирующегося регенерата и синостоза, которую принимали за 100%, определяли доли структур и их соотношение, имеющих оптическую плотность соответствующую определенному интервалу.

Статистическую обработку данных исследования выполняли с помощью табличного редактора «Microsoft Excel – 2010» и программного обеспечения анализа данных AtteStat Версия 13.0 (Гайдышев, 2004). Цифровые данные представлены в виде выборочного среднего значения (M) и выборочного стандартного отклонения (STD). После проверки гипотезы о соответствии эмпирического распределения закону нормального распределения при помощи одновыборочного теста Колмогорова-Смирнова, с помощью параметрического критерия Стьюдента для связанных и независимых выборок проводили проверку статистической гипотезы о равенстве генеральных средних нормально распределенных выборок. Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

[Перейти в оглавление статьи >>>](#)

Результаты исследований и их обсуждение

До операции в межотломковом диастазе на изображениях рентгенограмм преобладали структуры с низкой и средней степенью минерализации, что свидетельствовало об отсутствии зрелой костной ткани, при этом оптическая плотность его тени составляла в среднем $0,47 \pm 0,13$ усл.ед.

Во время дистракции на рентгенограммах со стороны концов отломков большеберцовой кости прослеживались продольные тени регенерата в виде неоднородных тяжей с единичными поперечными «перемычками» выше и ниже контактирующих отломков берцовых костей, более выраженные на вершине клиновидного диастаза и в области формируемого межберцового синостоза.

Уже через 10 суток дистракции средняя оптическая плотность регенерата и межберцового синостоза значимо увеличивалась и существенно не изменялась до конца периода удлинения (схема 1). Изменение средних значений оптической плотности было связано с уменьшением долей структур с низкой и средней степенью минерализации и увеличением доли высокоминерализованных структур, что свидетельствовало об образовании в межотломковом диастазе ткани по плотности близкой к прилежащим костным отделам отломков.

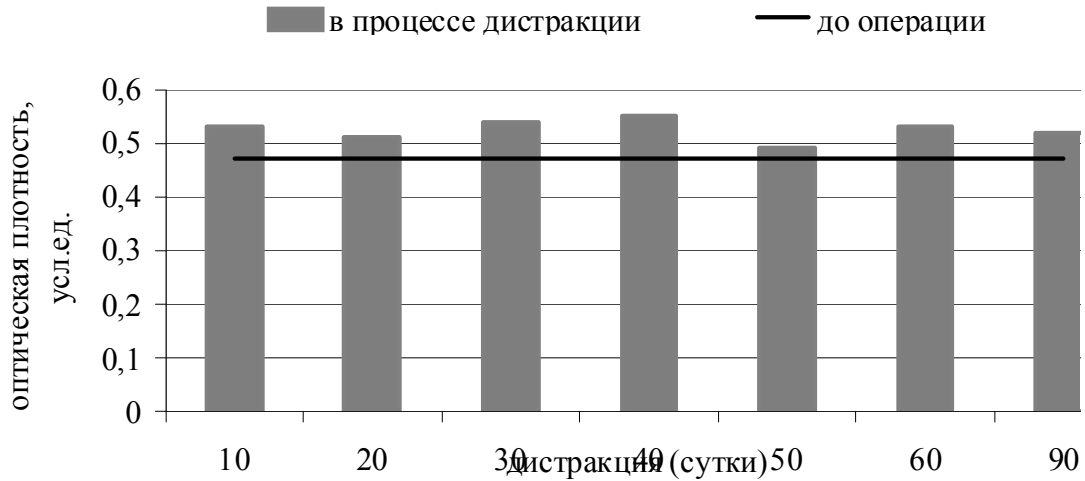
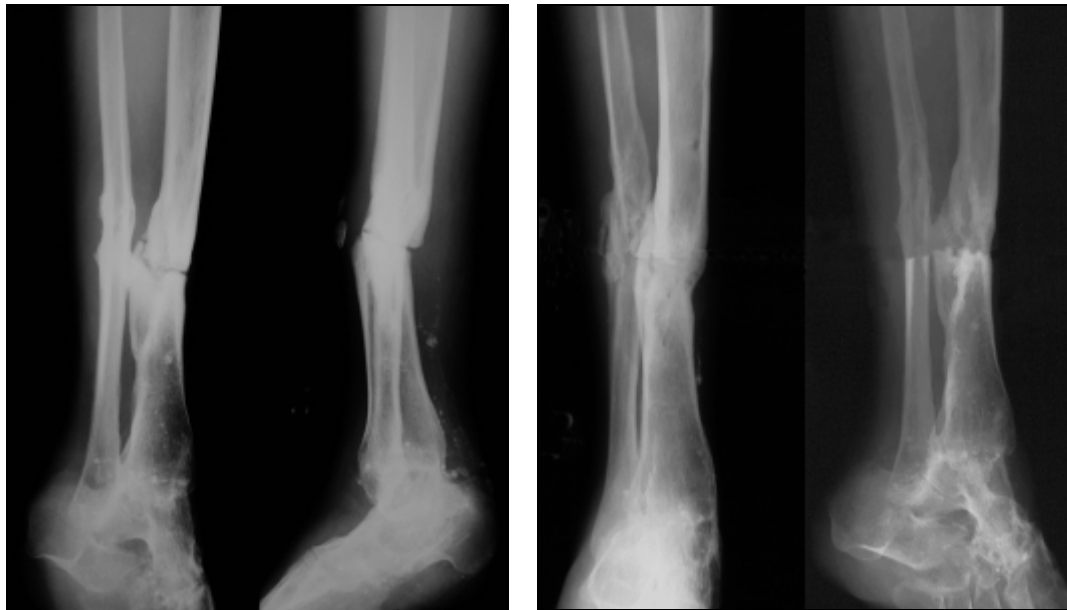


Схема 1. Динамика средней оптической плотности тени регенерата и межберцового синостоза во время distraction.

К 30 суткам фиксации происходило значимое снижение средней оптической плотности исследуемого участка до $0,44 \pm 0,13$ усл.ед. ($p=0,049$). Увеличивалась доля структур с низкой степенью минерализации, уменьшались доли средне- и высокоминерализованных костных структур, что было связано с началом процесса ремоделирования в межотломковом регенерате и межберцовом синостозе. На рентгенограммах отчетливо были видны тени регенератов неоднородной структуры, резко уменьшалась высота склероза концов, замыкательные пластинки прослеживались нечетко.

Начиная с 60 суток фиксации средняя оптическая плотность тени регенерата большеберцовой кости и межберцового синостоза на изображениях рентгенограмм постепенно увеличивалась. В исследуемом участке преобладали средне- и высокоминерализованные структуры.

Перед снятием аппарата у всех больных межотломковый диастаз заполнен гомогенным регенератом без органотипической перестройки (рис. 1). Средние значения оптической плотности тени новообразованного участка кости после демонтажа аппарата находились в пределах от 0,51 до 0,59 усл.ед.



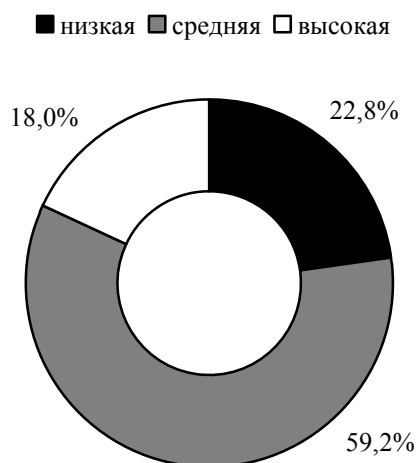
А

Б

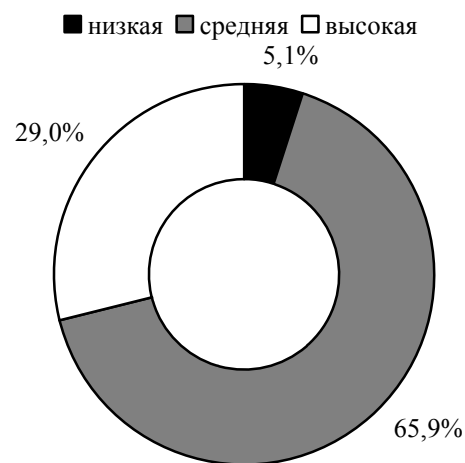
Рисунок. 1. Рентгенограммы больной С. до лечения (А) и после снятия аппарата (Б).

После окончания лечения в ближайшем периоде наблюдения (до 1 года) значимых изменений показателей оптической плотности тени новообразованного участка кости и межберцового синдостоза не происходило.

Через 5-6 лет оптическая плотность снижалась до $0,48 \pm 0,01$ усл.ед., достигая дооперационных значений. При этом в исследуемом участке большеберцовой кости и межберцовом синдостозе преобладали средне- и высокоминерализованные структуры, а доля структур с низкой степенью минерализации была в 4 раза меньше по сравнению с дооперационными показателями (схема 2).



А



Б

Схема 2. Соотношение структур с различной степенью минерализации в новообразованном участке кости и межберцовом синостозе до операции (А) и через 5-6 лет после демонтажа аппарата (Б).

[Перейти в оглавление статьи >>>>](#)

Заключение

Лечение больных с диафизарными дефектами большеберцовой кости по Илизарову позволяет восстановить функцию конечности за счет формирования локального костного блока, включающего межотломковый регенерат костей голени и межберцовый синостоз.

Данные не прямой компьютерной денситометрии изображений рентгенограмм позволили получить информацию о степени минерализации костного блока, плотность которого в процессе лечения связана с изменением соотношения структур с различной степенью минерализации. Учитывая, что плотность регенерата зависит от степени минерализации, данную методику можно использовать в качестве дополнительного теста, для оценки его степени зрелости и решения вопроса о демонтаже аппарата.

[Перейти в оглавление статьи >>>>](#)

Список литературы:

1. *Борзунов Д.Ю., Осипова Е.В., Петровская Н.В.* К вопросу оптимизации технологий замещения дефектов длинных костей по Г.А. Илизарову (экспериментальное исследование). // Гений ортопедии. 2009. №3. С.112–118.
2. *Гайдышев И.П.* Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C/C++. СПб.: ВХВ-Петербург. 2004. 512 с.
3. Новая медицинская технология. Комбинированное лечение псевдоартроза большеберцовой кости с формированием локального межберцового синостоза. Авторы: *Шевцов В.И., Макушин В.Д., Борзунов Д.Ю., Чевардин А.Ю.* Разрешение ФС № 2010/005 от 18.01.2010г.
4. *Макушин В.Д., Чегуров О.К., Борзунов Д.Ю., Чевардин А.Ю.* Концептуальные взгляды на возможность применения органосберегающих операций при сложных дефектах берцовых костей по методикам РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова (обзор отечественной и зарубежной литературы). // Гений ортопедии. 2008. №2. С.102–107.
5. *Макушин В.Д., Чегуров О.К., Чевардин А.Ю.* Клинико-экспериментальное обоснование межберцового синостозирования с помощью аппарата Илизарова // Гений ортопедии. 2004. №1. С.156-162.

6. *Шевцов В.И., Макушина В.Д.* Органосберегающие операции. Межберцовое синостозирование аппаратом Илизарова. Курган. 2008. 584 с.
7. *Явдиева Р.Х., Кавалерский Г.М., Петров Н.В., Арсомаков А.З.* Особенности лечения инфицированных несросшихся переломов и ложных суставов костей голени с дефектом мягких тканей. // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2007. №3. С.48-51.
8. *Bobroff G.D., Gold S., Zinar D.* Ten Year Experience with Use of Ilizarov Bone Transport for Tibial Defects. // Bull. Hosp. Jt. Dis. 2003-2004. V.61, NN3&4. P.101-107.
9. *Catagni M.A., Ottaviani G., Camagni M.* Treatment of massive tibial bone loss due to chronic draining osteomyelitis: fibula transport using the Ilizarov frame. // Orthopedics. 2007. V.30, N8. P.608-611.
10. *McKee M.D. et al.* Combined single-stage osseous and soft tissue reconstruction of the tibia with the Ilizarov method and tissue transfer. // J. Orthop. Trauma. 2008. V.22, N3. P.183-189.

[Перейти в оглавление статьи >>>>](#)

ISSN 1999-7264

[© Вестник РНЦРР Минздрава России](#)

[© Российский научный центр рентгенорадиологии Минздрава России](#)