

Раздел III

**РАЗРАБОТКА ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ
И ИНСТРУМЕНТАРИЯ. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОВЫХ
МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

УДК 616.71-003. 93-073.755

**АНАЛИЗ РЕПАРАТИВНОГО КОСТЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С
ПЕРЕЛОМАМИ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ ПО ДАННЫМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ
И ДВУХЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ АБСОРБЦИОМЕТРИИ**

**Г.В. ДЬЯЧКОВА, Р.В. СТЕПАНОВ, Л.В. СУХОДОЛОВА, С.П. БОЙЧУК, Н.Д. ХУБАЕВ,
Н.Ф. ОБАНИНА***

Методы исследования процессов репаративного костеобразования (рентгено-, ультрасонография и непрямая денситометрия) не всегда информативны, а их возможности, в силу особенностей изучаемого объекта и конструкций, применяемых для фиксации перелома, ограничены. В условиях первичного сращения, при образовании регенерата небольших размеров с минимально выраженным периостальным мозолеобразованием, оценка репаративного процесса наиболее затруднена [1]. Поэтому руководствоваться классическими рентгенологическими симптомами в этих условиях не всегда представляется возможным. Особое значение это имеет при лечении больных методом чрескостного остеосинтеза для решения вопроса о длительности фиксации в аппарате.

Материал и методы исследования. Для количественной оценки регенерата и степени зрелости костной мозоли применены компьютерная томография (КТ)[2] и двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (ДРА)[3]. Исследования проводили на компьютерных томографах Somatom Smile, Somatom AR-HP фирмы «Siemens» и на костном денситометре «Lunar DPX NT» (США). КТ-исследования проведены у 19 больных с диафизарными переломами костей голени и переломами дистальных отделов бедренной кости, лечение которых проводили методом чрескостного остеосинтеза. ДРА на 28-й день фиксации и сразу после снятия аппарата. проведена двенадцати больным с закрытыми диафизарными неосложнёнными переломами костей голени, лечившихся в РНЦ «ВТО» методом чрескостного остеосинтеза,

Перед КТ-исследованием у больных с аппаратом Илизарова металлические стержни заменяли рентгенпрозрачными [4]. Исследование начинали с обзорной цифровой рентгенограммы (топограммы). Проводили оценку материнской кости до лечения, участков материнской кости и регенерата на этапах остеосинтеза, ближайших и отдалённых результатов лечения. По топограмме производился выбор диапазона сканирования. Выбор числа коллимации (толщины среза) пучка рентгеновского излучения при спиральном сканировании зависел от протяженности диапазона сканирования и колебался от 2 до 5 мм. Обработку аксиальных срезов регенерата, полученных при компьютерной томографии, проводили в режиме мультипланарной реконструкции в произвольных, соответствующих характеру перелома плоскостях, с толщиной сечения соответствующей показателю Slice произведённого сканирования. На полученных изображениях в интерактивном режиме

* РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова

выделяли область регенерата, высчитывали протяженность, толщину, площадь и плотность регенерата в единицах Хаунсфилда (НУ).

Локальное определение минеральной плотности костной ткани (МПКТ) с использованием обновленной функции Custom программы enCore-2002 на костном денситометре «Lunar DPX NT» (США) проводили в нескольких контрольных точках: в верхней, средней и нижней третях диафиза поврежденной и интактной конечностей, а также в месте перелома и на один сантиметр выше и ниже него. На всех этапах исследований производили динамическую сравнительную оценку плотностей зон регенерата с показателями плотностей как материнской, так и аналогичных участков контралатеральной костей (рис.1).

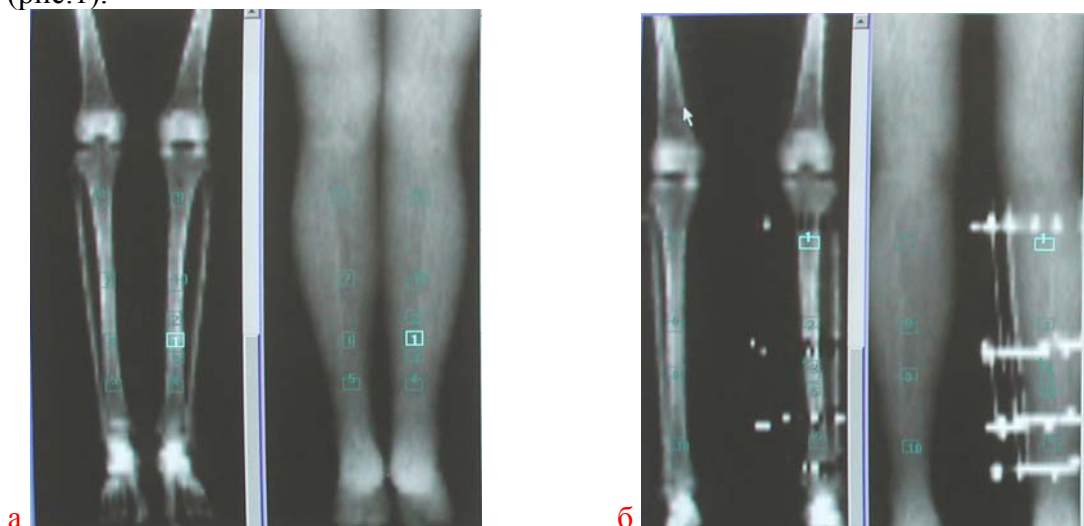


Рис.1. ДРА: Локальное определение МПКТ поврежденной и интактной конечностей а) в процессе фиксации; б) после снятия аппарата

Результаты. КТ-исследование зоны перелома (плотности костной мозоли в её эндостальных, периостальных отделах и в межотломковой зоне) большеберцовой кости в средней трети в сроки 1 месяц фиксации и через 62 дня фиксации и 2 дня после снятия аппарата выявило достоверное увеличение показателей плотности зон костной мозоли в динамике. В случаях точной репозиции с плотным контактом костных отломков, в особенности это касалось диафизарных переломов, наибольшие цифры отмечены в интермедиарной зоне ($653 \pm 200,5$ НУ- $738,33 \pm 144,7$ НУ), что обусловлено эффектом суммации плотности зоны перелома с краями репонированных отломков. При сравнении эндостальной и периостальной зон мозоли, показатели плотности последней были несколько выше ($203,5 \pm 17,6$ НУ и $273 \pm 66,3$ НУ соответственно) (рис. 2).

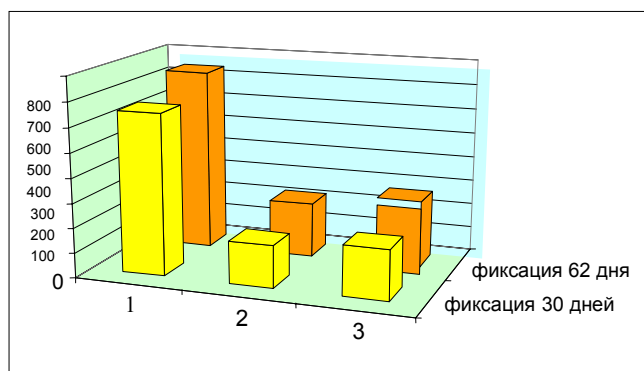


Рис.2. Показатели плотности костной мозоли в интермедиарной зоне (1), эндостальной (2) и периостальной (3) через 30 и 62 дня фиксации

Локальное определение МПКТ методом ДРА позволило определить показатели плотности костной мозоли на разных уровнях: проксимальная, средняя и дистальные зоны перелома большеберцовой кости через один месяц фиксации и сразу после снятия аппарата. По данным костной денситометрии отмечали повышение МПКТ в месте перелома, которое на 28 день фиксации составляло $1,545 \pm 0,13$ г/см² ($p < 0,05$), после снятия аппарата $1,739 \pm 0,37$ г/см² ($p < 0,05$). В проксимальной зоне регенерата показатели МПКТ через один месяц фиксации составили $1,6$ г/см², после снятия $1,63$ г/см². В дистальной зоне показатели плотности через один месяц фиксации составили $1,4$ г/см², после снятия $1,6$ г/см². Таким образом, было выявлено, что наибольшая плотность костной мозоли наблюдалась в средней трети регенерата, а наименьшая - в дистальной трети. При сравнении МПКТ в верхней, средней и нижних третях диафиза голени на 28-30 день фиксации было выявлено, что максимальные значения МПКТ отмечены в средней трети пораженной конечности - $1,702 \pm 0,19$ г/см², а минимальные - в нижней трети интактной ($1,005 \pm 0,14$ г/см²). После снятия аппарата максимальная МПКТ в месте перелома составила $1,739 \pm 0,37$ г/см², а минимальная в нижней трети интактной конечности не превышала $1,005 \pm 0,14$ г/см². После снятия аппарата МПКТ в средней трети зоны перелома приближалась к таковой в средней трети диафиза интактной конечности, что свидетельствовало о достигнутом сращении.

При сравнении средних значений плотности костной мозоли при ДРА (в г/см) и при КТ (в единицах Хаунсфильда), измеренных в верхней, средней и нижней третях зоны перелома большеберцовой кости, определяется аналогичное распределение показателей, причем максимальные цифры отмечены в средней трети зоны перелома, соответствующей большей выраженности и интенсивности мозолеобразования (рис.3).

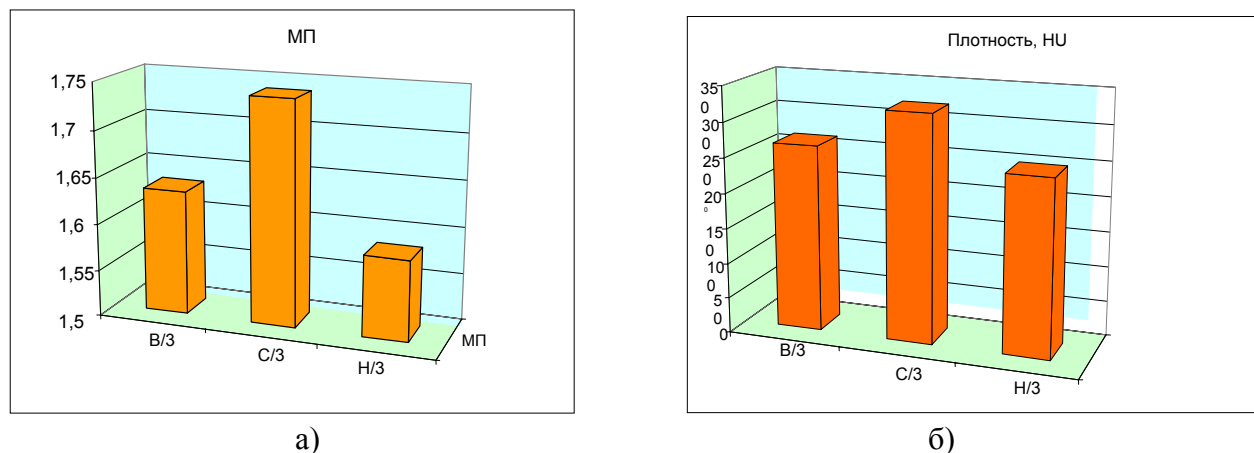


Рис. 3. Показатели плотности костной мозоли на разных уровнях (проксимальная, средняя и дистальная зоны перелома большеберцовой кости). а) ДРА (г/см²); б) КТ (НУ)

Применение компьютерной томографии позволило количественно оценить состояние репаративного процесса и в других условиях сращения перелома. При недостаточно точной репозиции, через 2 года после оскольчатого внутрисуставного перелома бедренной кости, на аксиальных срезах и MPR-реконструкциях признаков сращения перелома в межмышцелковой зоне на протяжении 5 см (в сагиттальной плоскости) не выявлено. Прослеживался диастаз между отломками 0,1–0,7 см., отмечалась компактизация контактных поверхностей отломков практически на всех участках перелома, выпот в полости сустава. Показатели плотности в области межотломкового диастаза не превышали 30-60 HU (рис. 6).

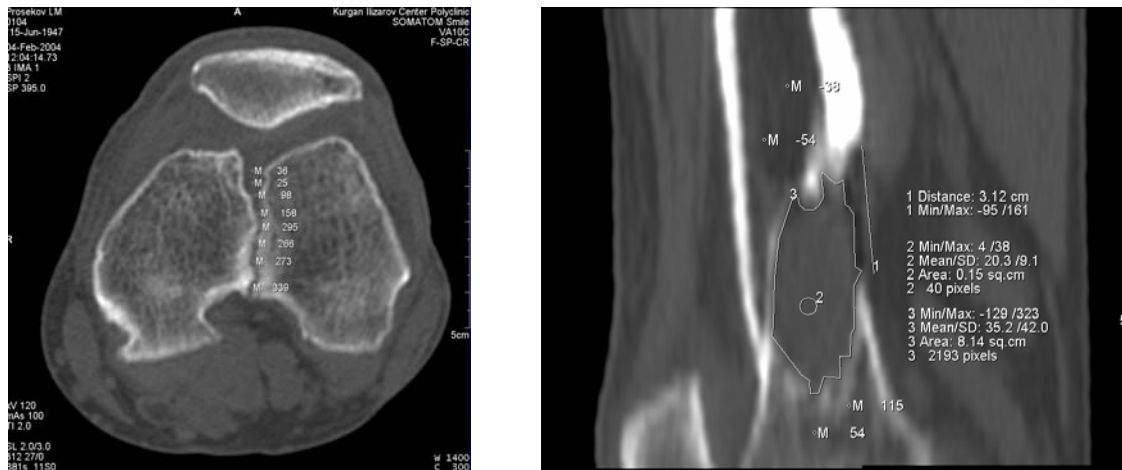


Рис. 4. КТ исследование дистального отдела бедра больного П., 56лет. Два года после межмыщелкового перелома левой бедренной кости. Межмыщелковый диастаз. MPR, измерение плотности костной ткани в дистальных отделах бедренной кости

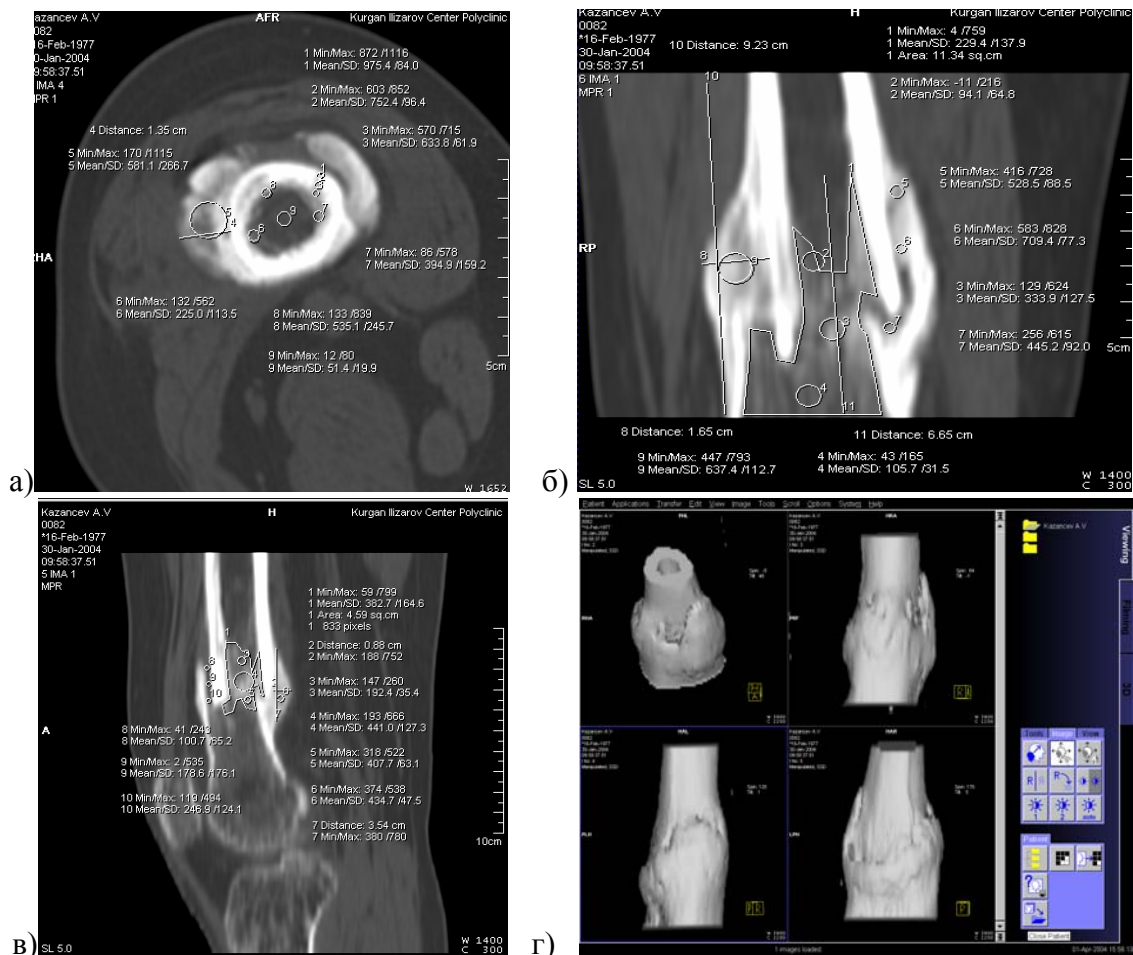


Рис. 5. Компьютерные томограммы бедра больного К., 34 года, на границе нижней трети бедра. 7 месяцев после закрытого оскольчатого метадиафизарного перелома левой бедренной кости: а) аксиальный срез; б) MPR; в) MPR; г) VRT

При исследовании зоны перелома в отдаленном периоде в случаях недостаточной репозиции костных отломков отмечалось выравнивание показателей плотности зон костной

мозоли в интермедиарной и эндостальной зонах. Относительно высокие показатели плотности в некоторых отделах эндостальной зоны ($726,67 \pm 77,5$ HU) в сравнении с интермедиарной ($746,67 \pm 179,8$ HU) обусловлены незавершенным процессом перестройки в результате неточной репозиции отломков и, как следствие, отсутствием восстановления костно-мозгового канала бедренной кости (рис.5).

В отдельных случаях обращали на себя внимание низкие показатели плотности во всех зонах (интермедиарная зона $87,33 \pm 9,84$ HU; эндостальная зона $83,26 \pm 5,74$ HU; периостальная зона $199 \pm 39,5$ HU), которые можно трактовать как признаки замедленного сращения. По данным рентгенографии отмечена порозность в месте перелома. При этом имели место осложнения в виде остеомиелита, формирования ложного сустава (рис.6).



Рис.6. КТ-исследование нижней трети правой голени больного О., 32 года. Закрытый косой перелом правой большеберцовой кости. 49 дней фиксации

Выводы. Использование КТ предоставляет возможность провести количественную оценку при исследовании регенерата и степени выраженности костной мозоли. Методика позволяет при помощи прямого исследования зоны интереса количественно оценить степень зрелости костной мозоли в различных ее отделах с использованием общепринятых единиц Хаунсфильда (HU), исключая влияние окружающих мягких тканей, вне зависимости от их объема и плотностных характеристик. Компьютерная томография позволяет оценить структуру, прогнозировать развитие костной мозоли даже на ранних сроках ее формирования, вносить коррективы в процессе лечения, с большой точностью определять время снятия аппарата, ориентируясь на степень зрелости костной мозоли и характер ее перестройки. Костная денситометрия в динамике может использоваться как дополнительная методика для выявления степени интенсивности репаративного процесса при переломах.

Литература

1. *Новицкая Н.В., Соколова Л.В. // Ортопедия, травматология и протезирование.– 1970.– №7.– С. 54-57.*
2. *Заявка № 2004118143 РФ, МПК7 А 61 В 5/117, 8/00, В 17/56 Способ количественной оценки дистракционного регенерата /Корабельников М.А., Борзунов Д.Ю., Щукин А.А., Дьячков К.А.*
3. *Рац. предложение № 9/2005 г. Способ локальной количественной оценки минеральной плотности в костях конечностей при переломах /Свешников А.А. (РФ), Овчинников Е.Н. (РФ), Ларионова Т.А. (РФ), Степанов Р.В. (РФ).*
4. *Патент 2165243 РФ, МПК⁷ А 61 В 17/60, 17/66 Способ стереологической оценки дистракционного остеогенеза, узел соединения опор аппарата, используемый при его*

осуществлении / Шевцов В.И., Щудло М.М., Щудло Н.А., РИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова (РФ).- № 96124163/14; Заявл. 24.12.96, Опубл. 20.04.2001, Бюл. 11.

REPARATIVE OSTEOGENESIS AT THE TREATMENT IN PATIENTS WITH LONG BONE
FRACTURE BY MEANS OF COMPUTER TOMOGRAPHY AND DOUBLE ENERGETIC
X-RAY ABSORPTIONMETRY ANALYSIS

G.V. D'YACHKOVA, R.V. STEPANOV, L.V. SUKHODOLOVA, S.P. BO'CHUK,
N.D. KHUBAEV, N.F. OBANINA

Summary

In conditions of the first adhesion at the formation of regenerator with minimal periosteal form of callus, the estimation of reparative process is awkward.

Key words: osteogenesis, computer tomography and double energetic X-ray absorptionmetry analysis