

## Определение минеральной плотности костной ткани *in vitro* методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии

Е.Н. Овчинников, Т.А. Ларионова, М.А. Степанов, Н.Ф. Обанина

ФГУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова Федерального агентства по высокотехнологической медицинской помощи»

Вопрос улучшения результатов и сокращения сроков оперативного лечения костных поражений различного генеза с помощью внешних фиксаторов остается актуальным как на современном этапе, так и в перспективе лечения в медицинской и ветеринарной практике. В данном направлении проводятся многочисленные экспериментальные исследования по поиску и разработке новых методов удлинения конечностей и способов стимуляции регенераторного процесса. В ходе проведения опытов необходима оценка качества полученного регенерата для выявления наиболее эффективных методик дистракционного или нейтрального остеосинтеза, а также способов стимуляции. Одним из критериев оценки количественных характеристик прочности костной ткани является ее минеральная плотность. Тесная взаимосвязь между прочностью кости и ее минеральной плотностью наблюдается в костной ткани в различных отделах скелета [2, 5].

Современные костные денситометры, основанные на методе двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, используются для диагностики остеопороза – заболевания, характеризующегося низкой костной плотностью, нарушением микроархитектоники и, как следствие, возникновением переломов от незначительного механического воздействия [1, 3, 4].

Стандартные (автоматические) программы для двухэнергетических рентгеновских денситометров, рекомендованных Международным обществом по клинической денситометрии ISCD [6], исследуют:

- 1) поясничный отдел позвоночника;
- 2) 2 проксимальных отдела бедренных костей – одновременно;

- 3) композиционный состав тела;
- 4) латеральную проекцию позвоночника;
- 5) кости предплечья;
- 6) композиционный состава тела детей и подростков в возрасте от 5 до 20 лет.

Все описанные способы диагностики изменения минеральной плотности костной ткани проводятся *in vivo*.

**Цель исследования.** Определение минеральной плотности костной ткани *in vitro* методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии.

### Материал и методы

Объектом для исследования послужили участки большеберцовых костей 3 беспородных собак после удлинения конечностей аппаратом Илизарова. Всем животным была выполнена закрытая флекссионная остеоклазия диафиза большеберцовой кости. Темп дистракции составлял 1 мм/сут в течение 28 дней, срок фиксации – 30 дней.

На денситограмме (рис. 1, а) отмечали срединный, проксимальный, дистальный участки дистракционного регенерата [1–3], проксимальный и дистальный метадиафизы [4, 5]. Контроль за расположением зон исследования осуществляли по рентгенограмме (рис. 1, б).

Для количественной оценки минеральной плотности костной ткани применяли стандартизованную методику калибровки по фантому поясничного отдела позвоночника (№ 13156, минеральная плотность –  $1,288 \text{ г/см}^2 \pm 3\%$ ), проводимую на костном денситометре фирмы General Electric Medical Systems/Lunar (серия DPX, модель NT с программой enCore™2002 и функцией локального анализа Custom (рис. 2, б). В резекционном

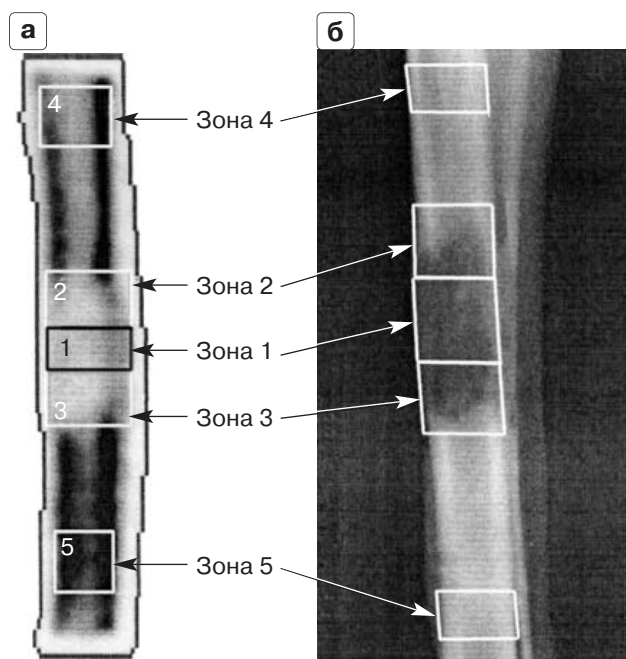


Рис. 1. Денситограмма (а) и рентгенограмма (б) участка большеберцовой кости экспериментального животного № 4551.

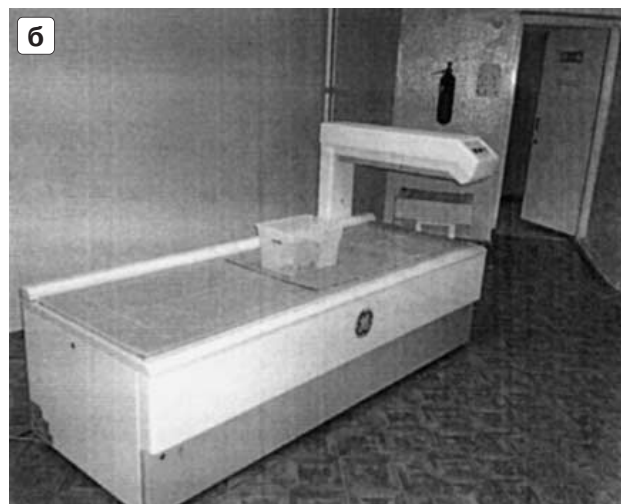
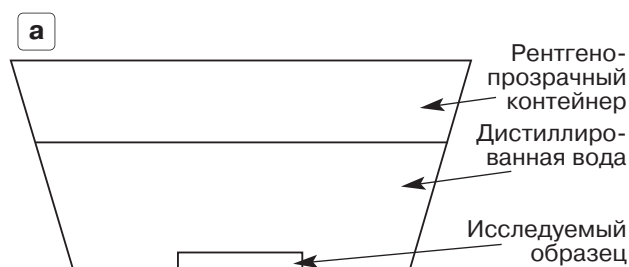


Рис. 2. а – схема рентгенопрозрачного контейнера с материалом для исследования; б – положение контейнера на столе прибора в процессе исследования.

материале длинных трубчатых костей животного определяли минеральную плотность на единицу площади кости ( $\text{г/см}^2$ ) по степени поглощения рентгеноизлучения.

Сканирование производили поперек стола прибора, на котором расположен рентгенопрозрачный контейнер с резекционным материалом. Для создания эквивалентного мягким тканям ослабления энергии гамма-квантов контейнер с резекционным материалом заполняли дистиллированной водой объемом 3 л (рис. 2, а). Оценка минеральной плотности костной ткани в резекционном материале воз-

можна только с использованием вышеописанной методики, поскольку при исследовании без использования указанного контейнера система DPX NT enCore™2002 не распознает объект как костную ткань.

**Полученные результаты**, представленные ниже в таблице, количественно отражают характер процессов минерализации в distractionном регенерате.

Отличия минеральной плотности в исследуемом материале связаны, вероятно, с различной массой тела животных и соответственно с исходными значениями костной плотнос-

Значения минеральной плотности костной ткани *in vitro*, полученные методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии

Исследуемый уровень резекционного материала большеберцовой кости	Значения минеральной плотности, $\text{г/см}^2$ , экспериментального животного		
	№ 4551	№ 4472	№ 4510
Проксимальный метадиафиз (зона 4, рис. 1)	0,845	1,208	1,124
Проксимальный участок регенерата (зона 2, рис. 1)	0,411	0,951	0,835
Срединный участок регенерата (зона 1, рис. 1)	0,377	0,874	0,707
Дистальный участок регенерата (зона 3, рис. 1)	0,401	0,933	0,831
Дистальный метадиафиз (зона 5, рис. 1)	0,801	1,189	1,086

ти. Наименьшая масса тела была у экспериментального животного № 4551 (15 кг); соответственно, у животных № 4472 – 19,5 кг и № 4510 – 45 кг.

Несомненно, изменения минеральной плотности костной ткани полиэтиологичны и подлежат дальнейшему изучению.

Количественные значения, получаемые в ходе исследования, значительно повышают информативность любого метода, что, несомненно, позволяет объективнее судить о протекающих в организме биологических процессах. Использование костной денситометрии в экспериментальных исследованиях дополняет сведения о репаративной регенерации в костной ткани.

## Список литературы

1. *Беневоленская Л.И.* Руководство по остеопорозу. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. 524 с.
2. *Рожинская Л.Я.* Системный остеопороз. М.: Изд. Мокеев, 2000. 196 с.
3. *Чернова Т.О.* В помощь практическому врачу: методы неинвазивной количественной оценки минеральной плотности костной ткани // Остеопороз и остеопатии. 2002. № 2. С. 31–37.
4. *Mazess R.B.* Dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA) // Presented at NASA Meeting on Immobilization and Bone. San Francisco, 1992. P. 23–29.
5. *Mosekilde L.* Correlation between the compressive strength of iliac and vertebral trabecular bone in mineral individuals // Bone. 1985. V. 6. P. 291–295.
6. Precision Assessment and Radiation Safety for Dualenergy x-ray Absorptiometry (DXA) // White Paper Intern. Soc. Clin. Densitom. J. Clin. Densitom. V. 8. N 4. P. 371–378.

Книги Издательского дома Видар-М

## Рентгенодиагностика заболеваний органов пищеварения

*Власов П.В. и др.*

Книга П.В. Власова посвящена традиционным методам рентгенологического исследования пищеварительного тракта, используемых подавляющим большинством рентгенологов в своей практической работе. Книга восполняет существенный пробел в учебной литературе по данной теме. Богатый опыт научной, практической и педагогической работы позволил авторскому коллективу, возглавляемому известным рентгенологом, профессором П.В. Власовым осветить широкий круг вопросов, касающихся традиционных методов лучевой диагностики. Книга вызовет большой интерес у специалистов, занимающихся лучевой диагностикой в гастроэнтерологии.

[www.vidar.ru/catalog/index.asp](http://www.vidar.ru/catalog/index.asp)