

**Д. М. Бородин**

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ ИЗМЕНЕНИЙ КОСТНО-СУСТАВНОЙ СИСТЕМЫ**

**Научный руководитель доцент, к.м.н., А. И. Алешкевич,**

*Кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии,*

*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

**Резюме.** В статье рассматриваются оригинальные методы визуализации патологических изменений костно-суставной системы при лучевой диагностике. Один из рассматриваемых методов представляет собой переход от данных полученных с помощью монохромного двумерного изображения рентгеновского исследования к псевдотрёхмерному. Второй метод представляет построение по отдельным областям гистограмм частот интенсивности локального участка кости и их анализ.

**Ключевые слова:** визуализация, лучевая диагностика, остеопороз, остеомаляция.

**Resume.** The article the original imaging of pathological changes in X-ray diagnostics. One of these methods is the transition from the data obtained by the monochrome two-dimensional x-ray images to the pseudo. The second method is to build on specific areas of the frequency histograms of bone local area and the intensity of their analysis.

**Keywords:** Visualization, X-ray diagnostics, osteoporosis, osteomalacia.

**Актуальность.** Медицинская визуализация является важным разделом медицинской диагностики. Разные методы лучевой диагностики, и современные средства медицинской визуализации имеют свои преимущества и недостатки. Самую высокую разрешающую способность имеет стандартная рентгенография (20лп/мм). Цифровая рентгенография имеет разрешение от 0,7 до 5-6 лп/мм, то есть цифровое изображение значительно уступает аналоговому. Компьютерная томография позволяет дифференцировать патологические образования 2-3 мм. Магнитно-резонансная томография выявляет опухоли любой локализации, особенно эффективна в диагностике заболеваний мозга и позвоночника, суставов и сердечно-сосудистой системы без применения контрастных веществ. [1] Принципиальную проблему в визуализации изображений всех модальностей представляет отображение данных строения костных структур, получаемых тем или иным методом на мониторе.

Большинство мониторов способно отображать только 256 оттенков серого цвета. Такое отображение ведет к ограничению по части контрастности передачи цвета, человек способен воспринимать намного больше цветов. Для преодоления этого порога предлагались методики цветового картирования, другими словами переход к цветному отображению. С помощью методики цветового картирования увеличивается контрастность изображения переходом в другую цветовую модель. В таком случае монитор способен отображать  $2^{24}$  цветов, что является достаточным для отображения данных с высокой контрастностью.

В связи с тем, что при методе цветового картирования визуализации изображения возникает проблема выбора порогов, отсутствует договоренность среди специалистов в вопросе присвоения цветов разным структурам, то отсутствует возможность этому методу стать общепринятым. Вследствие чего

возникла необходимость в разработке нового метода псевдотрёхмерной визуализации рентгеновских изображений, основанной для ввода числовых коэффициентов для выражения параметров при анализе рентгеновского изображения заболеваний костно-суставной системы.

**Цель:** Разработать методику псевдотрёхмерной визуализации рентгеновских изображений и построения гистограмм частот интенсивности локального участка кости для дифференциальной диагностики системного остеопороза и других заболеваний костно-суставной системы.

**Задачи:**

1. Провести анализ традиционных подходов к визуализации рентгеновских изображений.

2. Разработать методику построения псевдотрёхмерных изображений и гистограмм частот интенсивностей локального участка кости для диагностики изменений костно-суставной системы.

3. Провести сравнительный анализ традиционной методики при диагностике остеопороза и разработанной нами.

**Материал и методы.** Проведен анализ 35 рентгеновских изображений и 30 изображений большеберцовой кости: стандартным методом (1А), с картированием (1Б) и методом, предложенным нами.

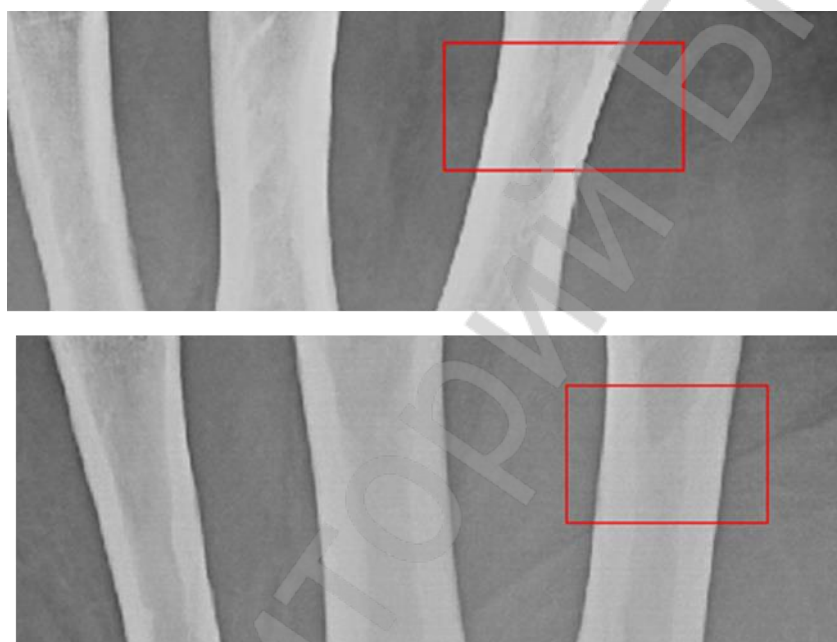


**Рисунок 1** – Стандартное рентгеновское монохромное изображение 1А и построенное на его основе картированное цветное 1Б

В настоящей работе мы разработали метод отображения данных, основанный на переходе к трёхмерному пространству, из двумерного монохромного изображения формируется псевдотрёхмерное цветное. Также мы разработали методику оценки костной структуры, которая заключается в построении гистограмм частот интенсивности локальных участков кости и их анализа. В предлагаемой нами методике увеличивается контрастность изображения, появляется интерактивность, что позволяет более тонко дифференцировать патологические процессы в костной ткани и кортикальной пластинке кости. Данный метод реализован с помощью компьютерной программы «Osteovizor».

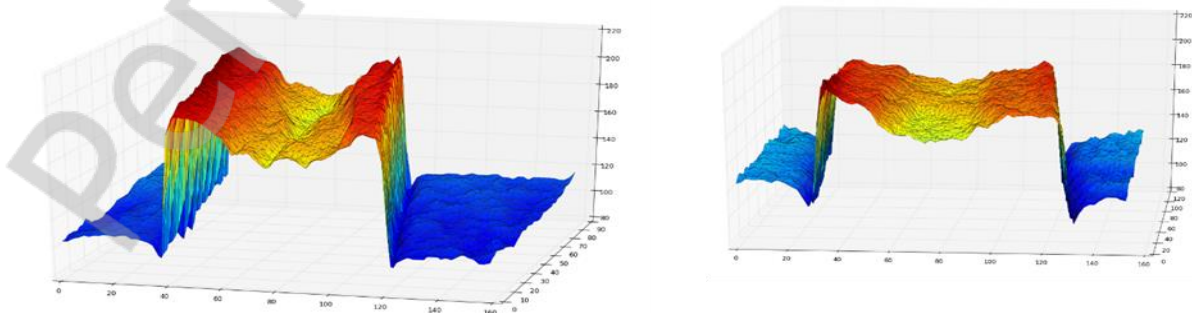
**Результаты и их обсуждение.** Одним из важных признаков системного остеопороза при рентгенографии является истончение кортикальной пластинки кости и другие, которые будут видны только при 15% потери минерального

компонента кости при изучении традиционным методом диагностики. В результате сравнения методов диагностики получили, что при традиционном методе диагностики чувствительность ниже, в сравнении с денситометрией (способна обнаружить 2-3% потерю минерального компонента) [2,3]. Такой результат объясняется недостатком контрастности при отображении, и в разработанной нами методике устраняется при визуализации изображения. Пример использования данного подхода для дифференциальной диагностики системного остеопороза с потерей минерального компонента менее 15% (подтверждено денситометрическим исследованием) и нормальной кости (также подтверждено денситометрическим исследованием) на рисунке 2 и 3.



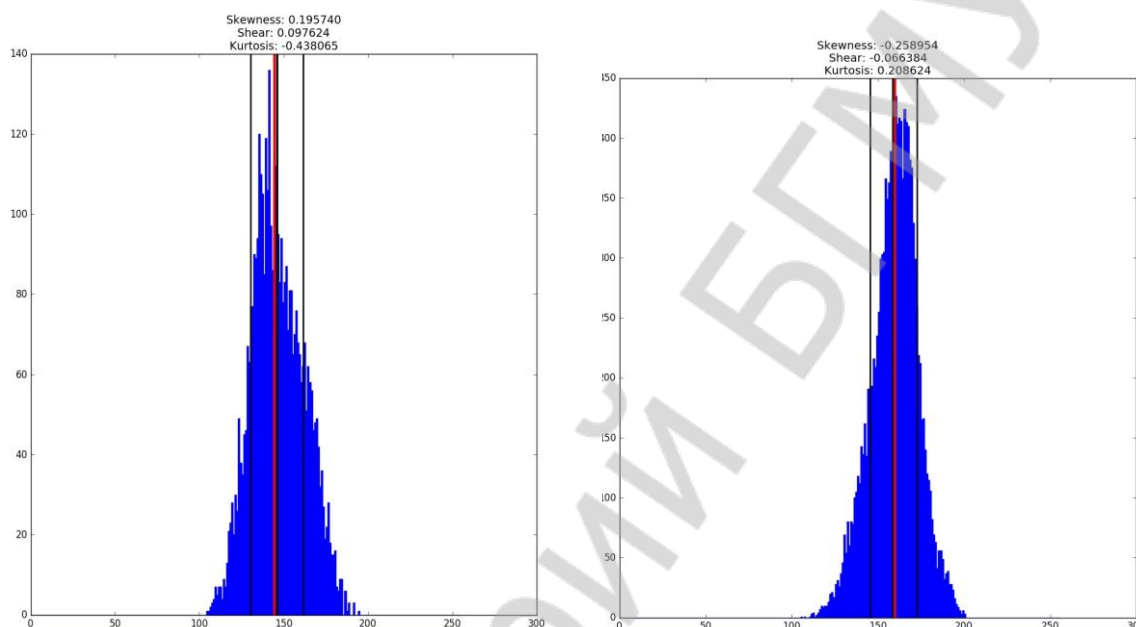
**Рисунок 2** – Участки рентгеновских снимков кисти, визуализированные

стандартным образом. Остеопороз с потерей минерального компонента менее 15% сверху, и нормальная кость снизу. Красными прямоугольниками выделены участки второй пястной кости, которые будут визуализированы при помощи нашей методики



**Рисунок 3** – Визуализированные при помощи псевдотрехмерного подхода участки снимков пациентов с рисунка 2.

На рисунке 3 становятся видны отличия между двумя представленными случаями. Например, переход от кортикальной пластинки к костному каналу, его выраженность и плавность, а также ширина кортикальной пластинки и ее равномерность.



**Рисунок 4** – Гистограммы частот интенсивности локальных участков кости в области эпиметафизов.

Для лучшей визуализации степени потери минерального компонента предлагается построение гистограмм частот интенсивности локального участка. Для демонстрации этой возможности представлены в сравнении два локальных участка костной ткани, которые аналогичны по степени утрате минерального компонента случаям на рисунке 2 и 3, но находящихся в эпиметафизах.

На рисунке 4 видны различия участков с разной степенью потери минерального компонента, в частности в ярко выраженной асимметрии, которая, в свою очередь может быть представлена в виде коэффициента эксцесса, так в первом случае (рисунок 4 слева) он равен -0,43, а во втором (рисунок 4 справа) 0,2 (на рисунке коэффициенты обозначены как kurtosis). Данный коэффициент не зависит от абсолютных значений интенсивности.

#### **Выводы:**

1. Проведен анализ различных подходов визуализации данных полученными при помощи рентгенографического исследования.
2. Разработана методика визуализации медицинских изображений и гистограмм частот интенсивностей локального участка кости для диагностики изменений костно-суставной системы.
3. Разработанная методика визуализации медицинских изображений и гистограмм частот интенсивностей локального участка кости применима

диагностики остеопороза.

*D. M. Borodin*

**SOFTWARE FOR VIZUALIZATION OF CHANGES OSTEOARTICULAR  
SYSTEM**

*Tutor Associate professor A. I. Aleshkevich,  
Department of Radiation examination and Radiation therapy,  
Belarusian State Medical University, Minsk*

**Литература**

1. Возможности и ограничения современных методов медицинской визуализации. Михайлов А.Н. ГУ “Республиканская больница” УД Президента РБ, Кафедра лучевой диагностики БелМАПО, Минск, Республика Беларусь (Материалы конференции 2002, том 2: 34-42).
2. Resnick D, Kransdorf M. Osteoporosis. Bone and Joint Imaging. Third Edition. 2005. 551.
3. Nayak S, Roberts MS, Greenspan SL. Cost-effectiveness of different screening strategies for osteoporosis in postmenopausal women. Ann Intern Med. 2011 Dec 6. 155(11):751-61.