

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ ПО РЕНТГЕНОВСКОМУ СНИМКУ

Ломовцева О.В., группа КСД-016

Руководитель проф. каф. АСУ Герасимов И.Г.

В настоящее время в лечебных учреждениях прижизненная диагностика состояния костной ткани с точки зрения минеральной плотности осуществляется некомпьютерным методом — эталонной линейной рентгеноденситометрии (рентгенофотометрии). Оптическая плотность изображения на рентгенограмме определяют с помощью микрофотометра или денситометра, то есть приборов, предназначенных для других целей и адаптированных к данным условиям работы. Проектируемая СКС предназначена для высокоточного, удобного и быстрого определения минеральной плотности костной ткани. Ее существенным преимуществом является отсутствие необходимости приобретения лечебным учреждением большого количества сложного и дорогостоящего оборудования.

Рентгеновские лучи, проникая через живую ткань, в нашем случае кость, на 95% задерживается фосфатом кальция, а в костях содержится 98 % указанного химического соединения. Следовательно, степень почернения рентгеновской пленки находится в обратной зависимости от минеральной насыщенности костной ткани. При выполнении рентгеновского снимка рядом с исследуемой частью скелета на кассете помещается эталон. В результате этого, на рентгенограмме рядом с изображением костей получается изображение эталона.

Определив оптическую плотность изображения (мг/мм^2) исследуемого участка кости и сопоставив с аналогичной оптической плотностью изображения

градуированного эталона, можно вычислить искомое значение физической плотности костной ткани в $\text{мг}/\text{мм}^3$.

$$P_1 = \frac{P}{B}, \quad (1)$$

где P_1 — плотность участка кости на 1 мм^3 ,

P — оптическая плотность изображения участка кости на 1 мм^2 (для оцифрованного рентгеновского изображения это тон, то есть номер соответствующей пикселу градации серого, при этом белый цвет соответствует 255, а черный — 0),

B — толщина исследуемого участка кости, мм.

Схема ступенчатого алюминиевого эталона приведена на рис. 1. Длина каждой ступеньки эталона 7,5 мм.

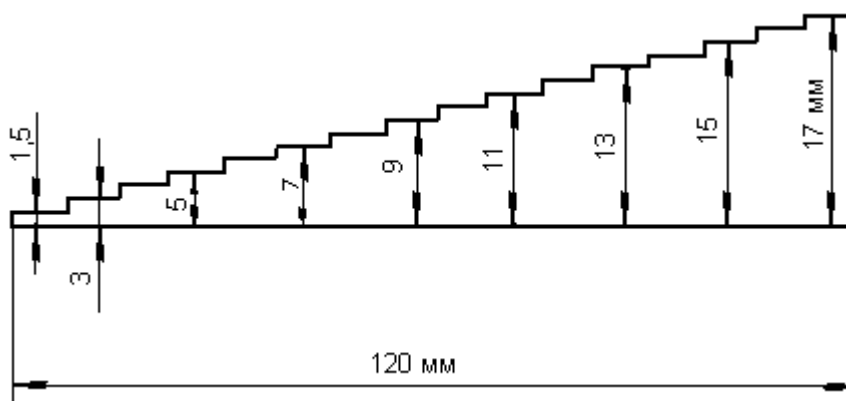


Рисунок 1 — Схема ступенчатого алюминиевого эталона (боковая проекция)

Самая тонкая первая ступенька эталона на рентгеновском снимке выглядит наиболее темной, а самая толстая шестнадцатая — самой светлой (рис. 2). Соответственно, чем светлее выделенная область изображения, тем выше минеральная насыщенность исследуемого участка костной ткани.

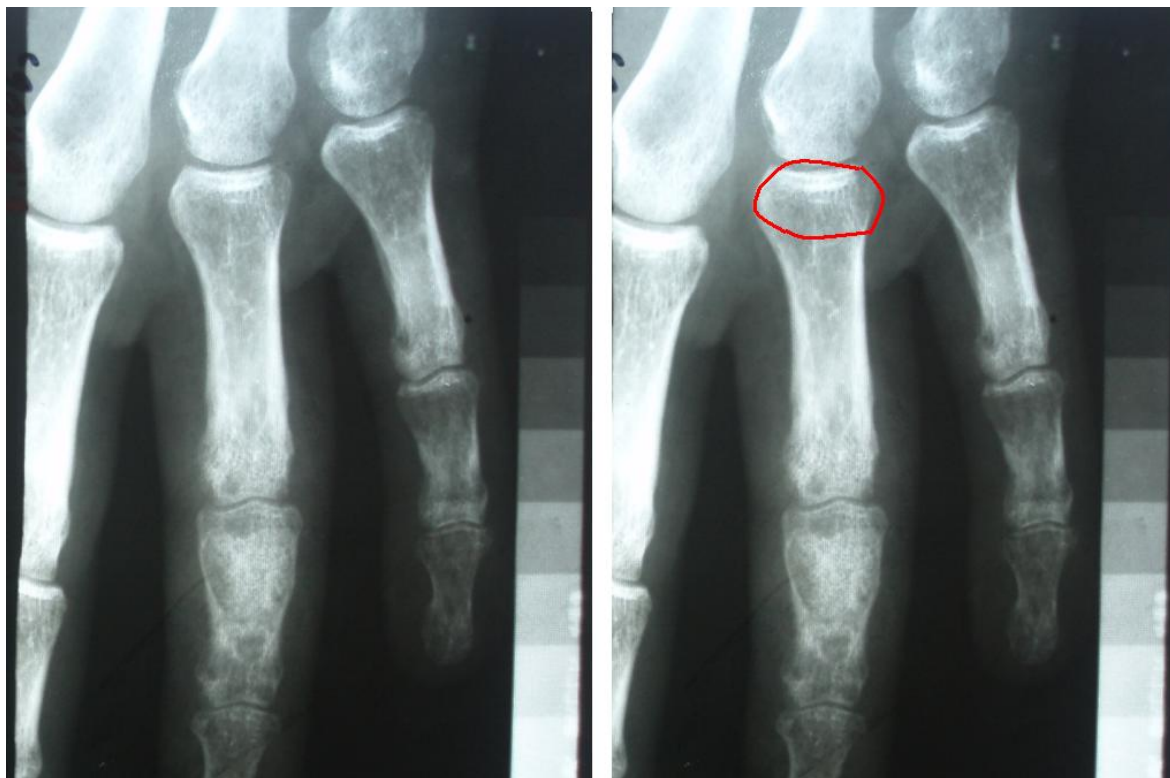


Рисунок 2 — Рентгеновский снимок кисти человека с выделенной областью, которая интересует врача

Работа с Delphi (в частности, с версией 6) номер градации серого пиксела серого изображения можно легко определить с помощью свойства Pixels класса TCanvas, которое позволяет определить цвет пиксела, или свойства PixelFormat класса TBitmap, которое определяет число битов на пиксел, то есть глубину цвета [5].

Для учета влияния на рентгеновском снимке мягких тканей, находящихся перед и за костной тканью введен поправочный коэффициент [3], и соотношение принимает вид:

$$P_2 = \frac{P}{0,56B}, \quad (2)$$

где P_2 — истинная плотность кости.

Для вычисления толщины исследуемого участка кости необходимо использовать его рентгеновское изображение во второй, боковой, проекции, причем с тем же эталоном, как показано на рис. 3. При последующей обработке изображения

ступеньки эталона, длина, ширина и толщина который известна и постоянна на обеих проекциях, служат для масштабирования размеров изображения кости.

Рис. 2 и 3 иллюстрируют, что на рентгенограмме невооруженным глазом трудно различить больше 8 ступеней эталона, однако возможно при правильно настроенной мощности рентгеновского излучения получить приемлемое качество снимка, пример которого приведен на рис. 4.

Обычно для получения снимков определенного участка тела человека (например, кисти руки) используют известную заранее стандартную мощность рентгеновского излучения, то есть проводить настройку с целью улучшения качества изображения недопустимо. Практически выявлено, что для каждого вида снимка стандартная мощность позволяет получить достаточное для проведения исследований количество видимых ступенек эталона.



Рисунок 3 — Рентгеновский снимок кисти человека с алюминиевым эталоном в двух проекциях



Рисунок 4 — Рентгеновский снимок костей таза и алюминиевого ступенчатого градуированного эталона

Перечень ссылок

1. Физика визуализации изображений в медицине: В 2-х томах. Т.1: Пер. с англ./Под ред. С.Уэбба. — М.: Мир, 1991. — 408 с.
2. Вайншенкер Г.А. Изменение степени декальцинации кости по рентгенограмме. «Ортопедия и травматология», №2, 1967.
3. Тайц Н.С., Лукаш Л.С. Определение минеральной насыщенности костей методом рентгенофотометрии. / Вестник рентгенологии, 1969. — №3. — С. 22–25.
4. Корнев М.А. Эталонная линейная рентгеноденситометрия как метод прижизненного определения минеральной насыщенности костной ткани. Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1977. — Том 62, вып. 3. — С. 58–61.
5. Delphi 7. Учебный курс. Под.ред. Бобровского И.С. — СПб.:Питер, 2003.— 736 с.