

© Пантус А. В.

УДК: 616.314-089+616.716

Пантус А. В.

## МЕТОДИКА ОБ'ЄМНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ЩІЛЬНОСТІ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ЩЕЛЕП

Івано-Франківський національний медичний університет (м. Івано-Франківськ)

kovalchuk-natalja@ukr.net

**Вступ.** Для складання плану, як ортодонтичного, так і хірургічного лікування патологій кісткової тканини зубощелепної системи все більше враховують такі критерії, як: вік пацієнта, супутні соматичні захворювання, локалізація патологічного процесу та стан кісткової тканини в ділянці ураження. Останній є найважливішим при визначенні виду та об'єму оперативного втручання. Існуючі методи рентгенологічних досліджень дозволяють оцінити стан лицевого скелету, як в двоплощинній проекції (рентгенографія), так і в триплощинній проекції (спіральна комп'ютерна томографія) [1,2,4], при якій отримується деталізоване з високим розрешенням зображення кісткової тканини на аксіальних, фронтальних і сагітальних зрізах та в об'ємній SSD комп'ютерній реконструкції. Це дозволяє визначити не тільки точну локалізацію та поширеність патологічного процесу в кістковій тканині, але й віддиференціювати його по щільності [3,5,7]. Існуюче на сьогоднішній час на європейському ринку програмне забезпечення дозволяє на аксіальному зрізі маркувати кольоровим показником кісткову тканину по градієнту щільності, що дає можливість аналізувати щільність кістки тільки в межах аксіальної площини. Цей недолік не дає повноцінного стереоскопічного просторового уявлення про будову кісткової тканини, а в деяких випадках створює хибне уявлення про розташування зон щільності, зумовлене різним кутом нахилу площини сканування [6]. Якщо останню погрішність можливо ліквідувати шляхом дотримання стандартного розміщення аксіальної площини при скануванні, то при просторовому розміщенні полів щільності кісткової тканини потребує розробки додаткових методик.

**Мета дослідження.** Оптимізувати методику просторового цифрового аналізу щільності кісткової тканини.

**Об'єкт і методи дослідження.** Проаналізовано архівні дані спіральних комп'ютерно-томографічних досліджень 20 пацієнтів віком від 10 до 22 років з щелепно-лицевою патологією. З метою діагностики та планування лікування проведена спіральна комп'ютерна томографія лицевого скелету за наступною методикою: площина КТ зрізу паралельно площині франкфуртської горизонталі або площині прикуса (рис. 1).

Кут нахилу Gantry становив 0°. Алгоритм реконструкції виставлявся як «кістковий» або «з високим розрешенням». Розширення матриці становило 512 X 512. Товщина зрізу 1мм, крок ротації

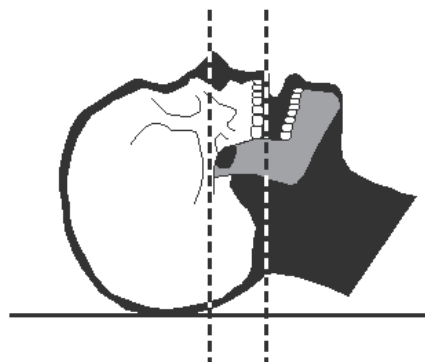


Рис. 1. Схема розміщення площини аксіальних зрізів при скануванні.

1мм, крок при реконструкції зрізу 1мм. Архівні дані зберігались в форматі dikom, аналіз проводився в програмному пакеті MATLAB R2006a та Dikom Works 1.3.5. Проаналізовано більше 300 КТ зрізів, які піддавалися спеціальній обробці в комп'ютерній програмі, що включала в себе затемнення м'яких тканин та маркування кісткової тканини набором

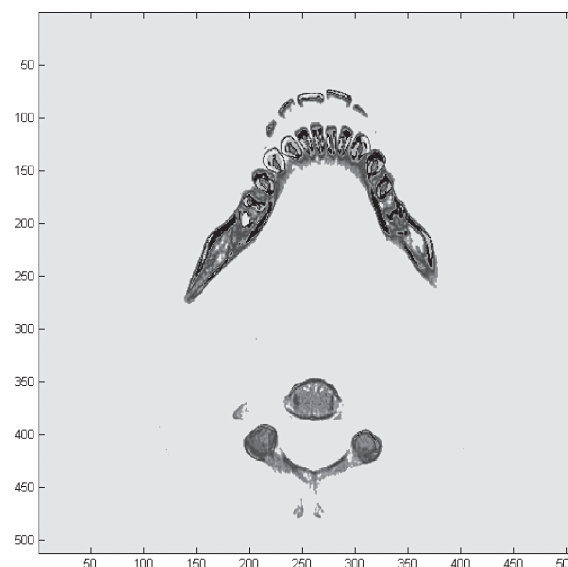


Рис. 2. Зображення аксіального зрізу кісткової тканини щелепи, маркованої чотирма кольорами (червоним, синім, зеленим і жовтим).

чотирьох кольорів (червоного, синього, зеленого та жовтого) (рис. 2).

Кожному діапазону щільності кісткової тканини присвоювався свій колір. Так, кісткова тканина найбільша по щільності та зуби маркірувались червоним кольором, а найменша по щільності – жовтим кольором. В діапазоні між ними в порядку зростання кісткова тканина по щільності маркірувалась від зеленого до синього кольорів.

Для картування просторового розміщення зон щільності кісткової тканини на базі програмної платформи MATLAB R2006a розроблений математичний алгоритм ступеня затемнення матриці зображення з верхньою та нижньою межею, що дозволяє виділяти кісткову тканину певного діапазону щільності та проводити їхню комп'ютерну реконструкцію незалежно від тканин іншого діапазону щільності. Таким чином отримано SSD-об'ємну комп'ютерну реконструкцію з маркірованими кольором зонами чотирьох ступенів щільності кісткової тканини. В комп'ютерній програмі Dikom Works 1.3.5 проведений денситометричний аналіз серії аксіальних зрізів з метою присвоєння одиниць Хаунсфілда відповідним кольоровим спектром.

**Результати досліджень та їх обговорення.**

З метою подальшого визначення відповідності щільності кісткової тканини певним кольоровим показникам розбито зображення аксіального зрізу кісткової тканини, маркірованого в діапазоні кольорового спектра HSV, на ряд зображень з певним кольоровим спектром.

На першій серії аксіальних зрізів отримано зображення з найменшою щільністю кісткової тканини, маркірованої жовтим кольором та його відтінками, з діапазоном щільності кісткової тканини 400-162 одиниць Хаунсфілда (рис. 3 а). При ступе-

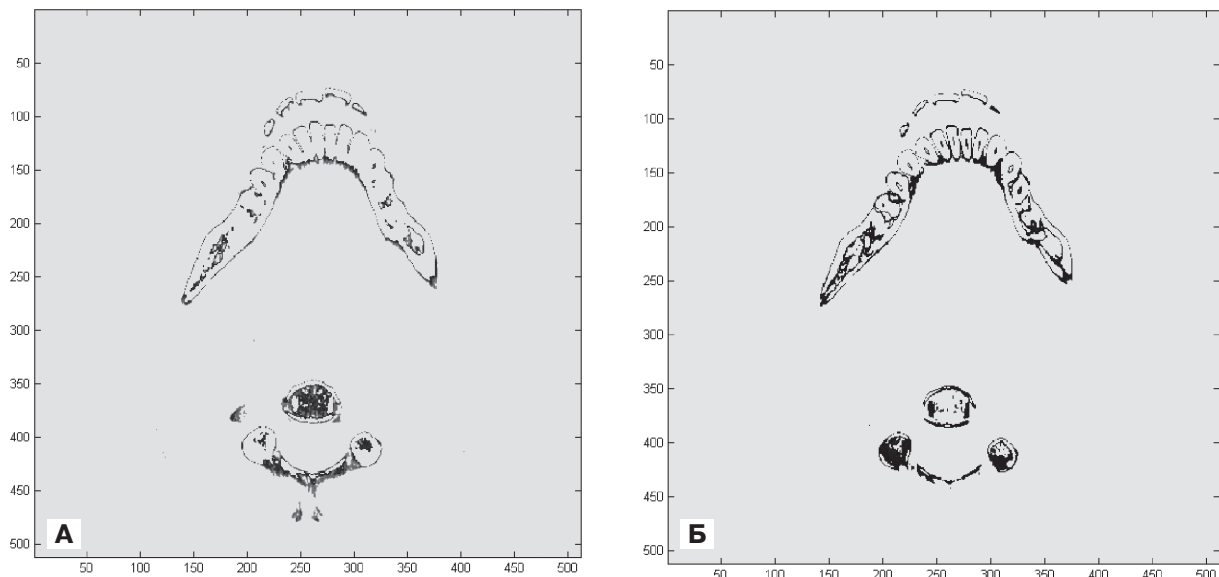
ні затемнення матриці другої серії зрізів з верхньою 100 та нижньою межею 50 одиниць в режимі HSV отримано зображення маркіроване зеленим кольором спектром та його відтінками з діапазоном щільності 678-469 одиниць Хаунсфілда (рис. 3 б).

При ступені затемнення матриці третьої серії аксіальних зрізів з верхньою 190 та нижньою межею 100 одиниць в режимі HSV отримано зображення маркіроване кольоровим спектром синього кольору та його відтінками з діапазоном щільності кісткової тканини 1176-775 одиниць Хаунсфілда (рис. 4 а).

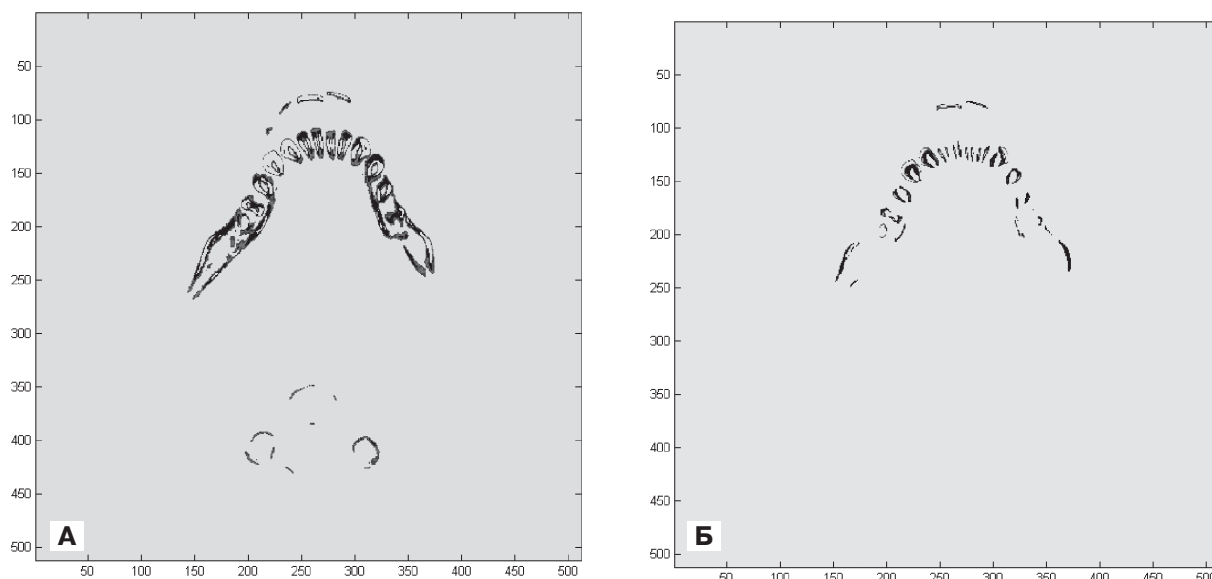
Виділення останньої серії аксіальних зрізів, кодованих кольоровим форматом HSV, не можливе, через злиття фону та кістки, маркірованої червоним з його відтінками кольором, що значно ускладнює візуальний аналіз і робить подальше математичне обчислення не достовірним (рис. 4 б). В зв'язку з цим останній діапазон щільності кісткової тканини кодуємо кольоровим форматом RGB (jet).

При ступені затемнення матриці четвертої серії аксіальних зрізів з верхньою 280 та нижньою межею 190 одиниць в режимі RGB при виключеній медіанної та адаптивної фільтрації, отримано зображення кісткової тканини маркірованої спектром червоного з його відтінками кольором (рис. 5).

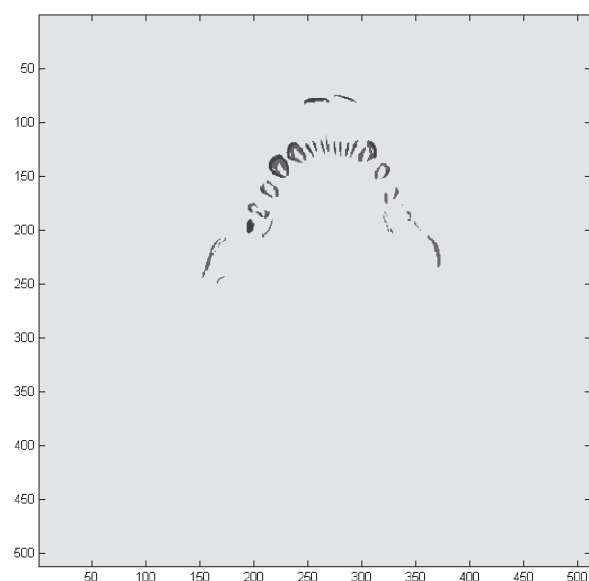
З метою отримання маркірованого кольором об'ємного зображення кісткової тканини проведено SSD реконструкцію кожного кольорового компонента, який відповідає певному діапазону щільності кісткової тканини (рис. 6 а). Об'єднавши SSD реконструкцію кожного кольорового компонента, отримано об'ємну реконструкцію кісток лицевого скелету, марківану червоним кольором, який відповідає кістковій тканині з щільністю 2107-1369 оди-



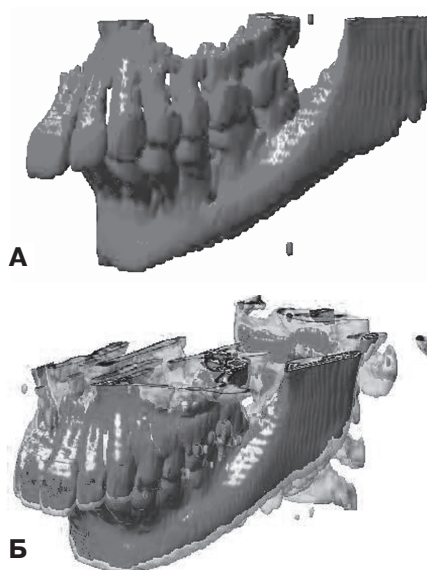
**Рис. 3. Аксіальні зрізи, кодовані кольоровим форматом HSV: маркірований жовтим кольором із його відтінками з діапазоном щільності кісткової тканини 400-162 одиниць Хаунсфілда (а), маркірований зеленим кольоровим спектром із його відтінками з діапазоном щільності кісткової тканини 678-469 одиниць Хаунсфілда (б).**



**Рис. 4.** Аксіальні зрізи кодовані кольоровим форматом HSV: маркований кольоровим спектром синього кольору з його відтінками з діапазоном щільності кісткової тканини 1176-775 одиниць Хаунсфілда (а), зі злиттям фона та кістки маркованої червоним із його відтінками кольором з діапазоном щільності кісткової тканини 2107-1369 одиниць Хаунсфілда (б).



**Рис. 5.** Аксіальний зріз маркований червоним із його відтінками кольоровим спектром кодований кольоровим форматом RGB (jet) з діапазоном щільності кісткової тканини 2107-1369 одиниць Хаунсфілда.



**Рис. 6.** Комп'ютерна SSD реконструкція кісткової тканини щелепи: із діапазоном щільності кісткової тканини 2107-1369 одиниць Хаунсфілда (а), із діапазоном щільності кісткової тканини 2107-1369 та 400-162 одиниць Хаунсфілда (б).

ниць Хаунсфілда та жовтим кольором з щільністю 400-162 одиниць Хаунсфілда (рис. 6 б).

Аналіз отриманого зображення свідчить про неоднорідність щільності кісткової тканини черепа. Так, кісткова тканина з показником щільності 2107-1369 одиниць Хаунсфілда, маркована червоним кольором, локалізується переважно в фронтальній ділянці альвеолярного відростка верхньої щелепи, вилично-альвеолярного гребня, утворює кортикальний шар кута, тіла та підборідка нижньої щеле-

пи. Даний колір відповідає також за маркування цементу та дентину зубів. Візуалізація цих зон чітка, їхні межі легко виявляються на поверхні отриманої реконструкції кісток лицевого скелету. Проведений аналіз комп'ютерно-томографічних досліджень свідчить про відповідність між показниками денситометричного аналізу та зображень аксіальних зрізів, розкладених на кольорові спектри. Тобто, кожен колір відповідав межах щільності кісткової тканини, про що свідчить залежність цифрових по-

казників щільності кісткової тканини від відповідного кольорового спектру.

### Висновки

1. Запропонована методика дозволяє візуалізувати і в залежності від щільності розбити на певний діапазон кольорових спектрів кісткову тканину в межах кожного скану, що дозволяє краще ідентифікувати зони з найбільшою та найменшою щільністю кісткової тканини.

2. Можливість виділення окремого шару кістки з певним діапазоном щільності дозволяє провести його реконструкцію та прослідкувати його межі на комп'ютерній об'ємній моделі.

3. Дана методика може з успіхом застосовуватись в щелепно-лицевій хірургії, ортодонтії, пародонтології та імплантології для визначення стану кісткової тканини щелеп з метою планування лікувальних заходів.

### Література

1. Ославський О.М. Вплив передчасного видалення зубів на розвиток зубощелепних аномалій у дітей / О.М. Ославський // Одеський медичний журнал. – 2010. – № 1 (117). – С. 47-50.
2. Сисоев Н.П. Комбіноване лікування відкритого прикуса у дітей / Н.П. Сисоев, Л.В. Чжан, Т.А. Кузнецова // Вісник стоматології. – 2009. – № 1. – С. 73-76.
3. Чуйкин С.В. Особенности этиологии, патогенеза и профилактики зубочелюстных аномалий у детей в регионе с неблагоприятными факторами окружающей среды / С.В. Чуйкин, С.В. Аверьянов // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2009. – № 4. – С. 53-56.
4. Martnnez-Lage J.F. Positional skull deformities in children: skull deformation without synostosis / J.F. Martnnez-Lage, A.M. Runz-Espejo, A. Gilabert // Childs Nerv. Syst. – 2006. – Vol. 22, № 4. – P. 74-78.
5. Meikle M.C. Remodeling the Dentofacial Skeleton: The Biological Basis of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics / M.C. Meikle // REVIEW CRITICAL REVIEWS IN ORAL BIOLOGY & MEDICINE. – 2007. – Vol. 86, № 1. – P. 12-24.
6. Obwegeser K. Unilateral hiperplasia and unilateral mandibular elongation. – Congenital Pathology of Facial Skeleton / K. Obwegeser // Temporomandibular joint Pathologi. – 1989. – Vol. 7. – P. 23-26.
7. Orofaciodigital syndrome type 1: clinical characteristics of 2 cases and its diagnostics overlap with other malformation syndromes / E. G. uszkiewicz, A. Jezela-Stane, E. Marszal [et al.] // Case Rep. Clin. Pract. Rev. – 2006. – Vol. 7. – P. 39-43.

УДК: 616.314-089+616.716

### МЕТОДИКА ОБ'ЄМНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ЩІЛЬНОСТІ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ЩЕЛЕП

Пантус А. В.

**Резюме.** У статті відображені результати застосування методики для просторового аналізу щільності кісткової тканини щелеп із допомогою спіральної комп'ютерної томографії та комп'ютерних технологій. В даному дослідженні проведений аналіз архівних даних спіральних комп'ютерно-томографічних досліджень лицевого скелету 20 хворих віком від 10 до 22 років.

Обробка рентгенологічних даних виконувалась в комп'ютерній програмі Dikom work, отримана інформація оброблялась в програмному пакеті MATLAB R2006A. Проводився аналіз зображень, з наступним маркуванням кісткової тканини набором чотирьох кольорів та послідовним просторовим картуванням зон щільності кістки.

**Ключові слова:** щільність кісткової тканини, денситометрія, одиниці Хаунсфілда, комп'ютерній діагностичний алгоритм.

УДК: 616.314-089+616.716

### МЕТОДИКА ОБЪЕМНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ ЧЕЛЮСТЕЙ

Пантус А. В.

**Резюме.** В статье отображены результаты применения методики для пространственного анализа плотности костной ткани челюстей с помощью спиральной компьютерной томографии и компьютерных технологий. В данном исследовании проведен анализ архивных данных спиральных компьютерно-томографических исследований лицевого скелета 20 больных в возрасте от 10 до 22 лет.

Обработка рентгенологических данных выполнялась в компьютерной программе Dikom work, полученная информация обрабатывалась в программном пакете MATLAB R2006A. Проводился анализ изображений, со следующей маркировкой костной ткани набором четырех цветов и последующим пространственным картированием зон плотности кости.

**Ключевые слова:** плотность костной ткани, денситометрия, единицы Хаунсфилда, компьютерный диагностический алгоритм.

UDC: 616.314-089+616.716

### METHODS VOLUMETRIC IMAGING JAW BONE TISSUE DENSITY

Pantus A. V.

**Abstract.** For drafting a plan both of orthodontic and surgical treatment of bone tissue pathologies of dentofacial system, such criteria as patient's age, concomitant somatic diseases, localization of the pathological process and the bone tissue condition at the site of injury are taken into account.

*The aim of the study was to optimize the method of spatial digital analysis of bone tissue density.*

Archival data of helical computed tomographic studies of 20 patients aged from 10 to 22 years with maxillofacial pathology were analyzed. For the purpose of diagnosis and treatment planning the spiral computed tomography of the facial skeleton was performed. Archived data were saved in the format dikom, analysis was performed in the software package MATLAB R2006a and Dikom Works 1.3.5.

For mapping of the spatial location of density zones of bone tissue based on MATLAB R2006a software platform, there was worked out the mathematical algorithm of degree of matrix image obscuration with upper and lower limits that allows to select bone tissue of exact range of density and to perform the computer reconstruction regardless of tissues of another range of density.

With the aim of further determination of the conformity of bone tissue density to some colour indexes, the axial slice of bone tissue image, marked in a range of colour spectrum of HSV, is divided into a number of images of a certain colour spectrum.

Combining SSD reconstruction of each colour component that corresponds to a certain range of bone density, there was obtained three-dimensional reconstruction of the facial skeleton bones, marked with red colour, which corresponds to the bone tissue density of 2107-1369 *Hounsfield units* and with yellow colour with a density of 400-162 *Hounsfield units*.

Analysis of the received image indicates the heterogeneity of density of skull bone tissue. Thus, bone tissue with density index of 2107-1369 *Hounsfield units*, marked in red, is localized mainly in the frontal area of the alveolar bone of the upper jaw, zygomatic-alveolar crest, forms the cortical layer of the angle, body and chin of the mandible. This colour is also responsible for marking the cementum and dentin of the teeth. Visualization of these areas is clear; their limits are easily obtained on the surface reconstruction of the facial skeleton bones.

The performed analysis of data of computer-tomographic studies shows the correspondence between indicators of densitometric analysis and images of axial slices, spread out on the colour spectrum.

### *Conclusions*

1. The offered technique allows to visualize and divide the bone tissue, depending on the density, into a certain range of coloured spectra within each scan to identify better the areas with the highest and the lowest bone tissue density.

2. Possibility to isolate the layer of bone with a certain range of density allows to perform its reconstruction and follow its limits on the computer volumetric model.

3. This technique can be successfully used in maxillo-facial surgery, orthodontics, periodontics and implantology to determine the condition of the jaw bone in order to plan treatment activities.

**Keywords:** bone tissue density, densitometry, Hounsfield units, computer diagnostic algorithm.

*Рецензент – проф. Куроєдова В. Д.*

*Стаття надійшла 10.03.2016 року*