

© Є.Я. Костенко, 2013

УДК 340.6:616.31-07

Є.Я. КОСТЕНКО

*Ужгородський національний університет, стоматологічний факультет, кафедра ортопедичної стоматології, Ужгород***ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА АТРОФІЇ КОМІРКОВОЇ ЧАСТИНИ НИЖНЬОЇ ЩЕЛЕПИ ЗА АНТРОПОМЕТРИЧНИМИ ІНДЕКСАМИ**

Внаслідок проведення графічного та математичного аналізу ортопантомограм хворих із різним ступенем атрофії коміркової частини нижньої щелепи створено нову методику оцінки ступеня атрофії нижньої щелепи, що базується на використанні комплексних антропометричних індексів, їх матричного співвідношення із врахуванням розміщення специфічних рентгенологічних точок та анатомічних орієнтирів. У статті представлені результати досліджень, реєстрації та чисельного обрахунку ступеня атрофії коміркової частини нижньої щелепи за методикою Костенка Є.Я., перевіреної на 157 ортопантомограмах, на основі яких проводився графічний та математичний аналіз, згідно з критеріями оцінки віддалених результатів стоматологічного лікування.

**Ключові слова:** антропометричні індекси, атрофія нижньої щелепи, математичний аналіз, цифрові ортопантомограми

**Вступ.** У сучасній стоматологічній галузі велику увагу приділяють вивченню впливу різних ортопедичних конструкцій на тканини пародонта, та реакцію останнього на наявність постійного механічного подразника. Втрата зубів та застосування натомість різних конструкцій знімного протезування призводить до зниження рівня фізіологічної трофіки тканин зубо-щелепового апарату, зменшення коефіцієнта остеогенної потенції та – як наслідок – до розвитку атрофії коміркової частини нижньої щелепи. Серед етіологічних чинників, які призводять до атрофії нижньої щелепи, вагоме місце посідають запально-деструктивні процеси, викликані дією патогенної флори, порушенням оклюзійних співвідношень та неадекватністю ортопедичних конструкцій [1]. Як показали дослідження, слід враховувати і загальносоматичні порушення в організмі, які призводять до порушення метаболізму кісткової тканини і – як наслідок – до розвитку дегенеративних змін на фізичному та функціональному рівнях [5].

Саме тому велика кількість новітніх лікувальних методів та впроваджених матеріалів направлені на вирішення питання тканинної регенерації кістки з метою збереження та відновлення об'ємів кісткової тканини, та запобігання подальшої деструкції, що власне і підкреслює актуальність даної проблеми [3]. Тому подальше дослідження структурних змін потребує точної реєстрації, вірогідних розрахунків та оцінки фізіологічних та патологічних процесів зубо-щелепового апарату в умовах динамічної атрофії [5].

Однак більшість методів досліджень рентгенологічних знімків, хоча і дають якісний аналіз даних, все ж не в змозі оцінити динамічні процеси деструкції кісткової тканини, вірогідно порівняти віддалені результати, провести статистичну обробку даних із врахуванням відносної та абсолютної похибок. Саме тому необхідним є впровадження нової методики оцінки рівня атрофії

коміркової частини нижньої щелепи з використанням індивідуальних комплексних антропометричних індексів, врахуванням специфічних рентгенологічних орієнтирів та обчисленням розрахунків за допомогою матричних співвідношень.

**Мета дослідження.** Розробити та впровадити метод реєстрації змін рівня коміркової частини нижньої щелепи в умовах атрофії кістки внаслідок дії різних етіологічних чинників. Створити алгоритм цифрового аналізу ортопантомограм з метою пошуку та реєстрації специфічних рентгенологічних орієнтирів, необхідних для подальшої побудови індивідуальних геометричних взаємовідношень.

**Матеріали та методи.** Для визначення пропорційних антропометричних індексів нижньої щелепи, які характеризують рівень атрофії коміркової частини нижньої щелепи та дають змогу оцінки динаміку деструктивних процесів, проводимо цифровий аналіз ортопантомограм згідно з алгоритмом запропонованим Костенком Є.Я. [2, 4] з використанням графічних редакторів [6] (рис.1).

На цифровій ортопантограмі позначаємо підборідні отвори – точки виходу кінцевих гілок *p. alveolaris inferior*: В (з правого боку) та F (з лівого боку). Проводимо лінію, що з'єднує дані точки – BF (міжпідборідна горизонталь). Середину відрізка BF позначаємо точкою М. Відповідно отримуємо BM – права серединна міжпідборідна пряма та FM – ліва серединна міжпідборідна пряма. Перпендикулярно лінії BMF проводимо три висхідні лінії до краю коміркової частини нижньої щелепи: BC (правий верхній підборідний перпендикуляр), MD (верхній серединний перпендикуляр), FE (лівий верхній підборідний перпендикуляр), кожен з цих відрізків означає: BC – висоту коміркової частини нижньої щелепи від нижнього краю підборідного отвору справа до коміркового краю та є аналогічним відрізка FE зліва. Відрізок MD відповідає висоті коміркової частини нижньої щелепи від лінії BMF до коміркового краю по се-

рединній лінії. Опісля з'єднуємо точки С, D, E лініями CD і DE (верхні права/ліва проекційні міжпідборідні прямі) та проводимо діагоналі від вершини коміркової частини по серединній лінії (точка D) до підборідних отворів (справа і зліва) та

позначаємо їх відповідно – DB і DF (права/ліва міжпідборідні низхідні). Для уніфікації геометричних показників методики позначимо їх єдиними латинськими символами: BC – p, FE – v, MD – t, DB – r, DF – u, BM – b, FM – c, CD – s, ED – w.

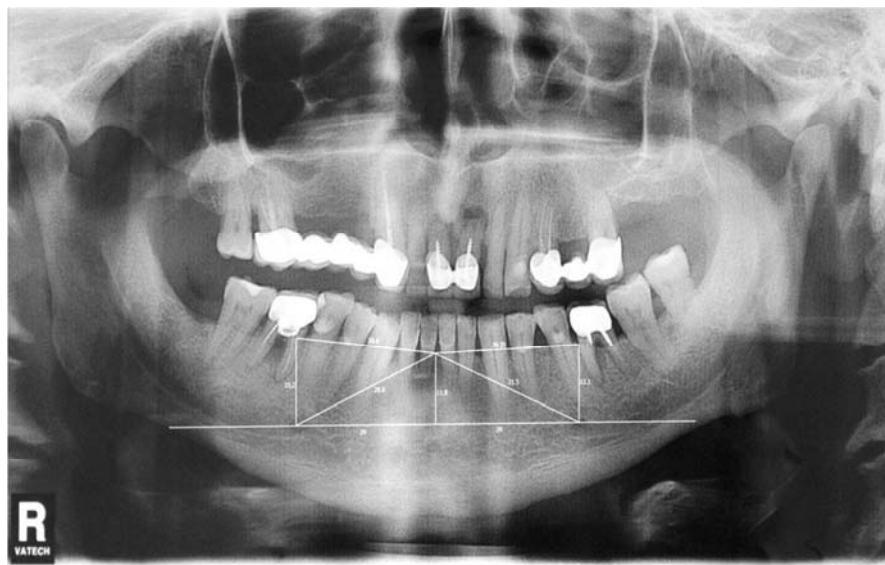


Рис.1. Графічне зображення алгоритму цифрового аналізу ортопантограм

Для кожної із позначених відстаней робимо 5–7 замірів та шукаємо середнє квадратичне значення для кожної з них за формулою:

$$x_Q = \sqrt{\frac{1}{N} (x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_N^2)} = \sqrt{\frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^N x_i^2 \right)}$$

$x_Q$  – середнє квадратичне значення певної відстані,

$x_1, x_2, \dots, x_N$  – кожне із значень відстаней, отриманих під час замірів,

$N$  – кількість проведених замірів.

Знаючи середні квадратичні значення кожної із відстаней, проводимо математичне обчислення конкретних співвідношень і позначаємо їх відповідними проміжними індексами:

$$\begin{aligned} \frac{v_Q}{c_Q} = const = I_2^b; & \quad \frac{t_Q}{r_Q} = const = I_5^b; & \quad \frac{p_Q}{r_Q} = const = I_7^b; \\ \frac{p_Q}{b_Q} = const = I_1^b; & \quad \frac{u_Q}{w_Q} = const = I_4^b; & \quad \frac{b_Q + c_Q}{t_Q} = const = I_9^b. \\ \frac{r_Q}{s_Q} = const = I_3^b; & \quad \frac{u_Q}{r_Q} = const = I_6^b; & \quad \frac{v_Q}{u_Q} = const = I_8^b; \end{aligned}$$

Індекс  $I_1^b$  – це пропорційне співвідношення розмірів відстаней правої верхньої підборідної перпендикуляра до правої серединної міжпідборідної прямої. Індекс аналогічний індексу  $I_2^b$  зліва.

Індекс  $I_3^b$  – це пропорційне співвідношення величин відстаней міжпідборідної низхідної справа

до верхньої правої проекційної міжпідборідної прямої. Він є аналогічний індексу  $I_4^b$  зліва.

Індекс  $I_5^b$  – це пропорційне співвідношення розмірів відстаней верхнього серединного перпендикуляра до правої міжпідборідної низхідної. Індекс аналогічний індексу  $I_6^b$  зліва.

Індекс  $I_7^b$  – це пропорційне співвідношення правого верхнього підборідного перпендикуляра до правої міжпідборідної низхідної. Індекс аналогічний індексу  $I_8^b$  зліва.

Індекс  $I_9^b$  – це відношення суми лівої і правої міжпідборідних прямих до верхнього серединного перпендикуляра.

Пропорційна ідентичність індексів не залежить від масштабу ортопантомографічних досліджень.

$$I_{1K}^b = \frac{1}{3}(I_1^b + I_2^b + I_3^b); \quad I_{4K}^b = \frac{1}{3}(I_1^b + I_4^b + I_7^b);$$

$$I_{2K}^b = \frac{1}{3}(I_4^b + I_5^b + I_6^b); \quad I_{5K}^b = \frac{1}{3}(I_2^b + I_5^b + I_8^b);$$

$$I_3^b = \frac{1}{3}(I_7^b + I_8^b + I_9^b); \quad I_{6K}^b = \frac{1}{3}(I_3^b + I_6^b + I_9^b).$$

$$A^b = \begin{pmatrix} I_1^b & I_2^b & I_3^b \\ I_4^b & I_5^b & I_6^b \\ I_7^b & I_8^b & I_9^b \end{pmatrix}$$

Формули характеризують шість сталих індексів, які є унікальними та обчисленими за рентгенологічними орієнтирами нижньої щелепи (В, С,

Зведемо знайдені значення проміжних індексів у математичну матрицю з метою подальших індивідуальних обчислень, що значно зменшують величину абсолютних та відносних похибок.

Згідно з принципами застосування математичних матриць, знаходимо середні арифметичні значення проміжних індексів по стовпчиках і рядках матриці з подальшим отриманням пропорційних індексів:

D, E, F, M). Отримані сталі індекси можна звести у комплексний антропометричний пропорційний індекс з метою отримання єдиного результату:

$$I_K^b = \frac{1}{6}(I_{1K}^b + I_{2K}^b + I_{3K}^b + I_{4K}^b + I_{5K}^b + I_{6K}^b) = \frac{1}{6} \left( \sum_{i=1}^6 I_{iK}^b \right)$$

**Результати досліджень та їх обговорення.** З метою перевірки придатності запропонованого методу оцінки рівня атрофії коміркової частини нижньої щелепи з використанням пропорційних антропометричних індексів його апробовано на 157 цифрових ортопантомограмах (рис. 2, 3). Отримані індивідуальні показники проміжних, пропорційних та комплексного

антропометричного пропорційного індексів атрофії, похибки яких коливалися в межах  $3 \pm 2,13\%$  при повторній перевірці досліджень з метою встановлення ефективності методики. Похибки проміжних та кінцевих результатів не перевищували  $5 \pm 3,21\%$  при зміні масштабу ортопантомографічних досліджень у межах 1:1, 1:1,25, 1:1,32.

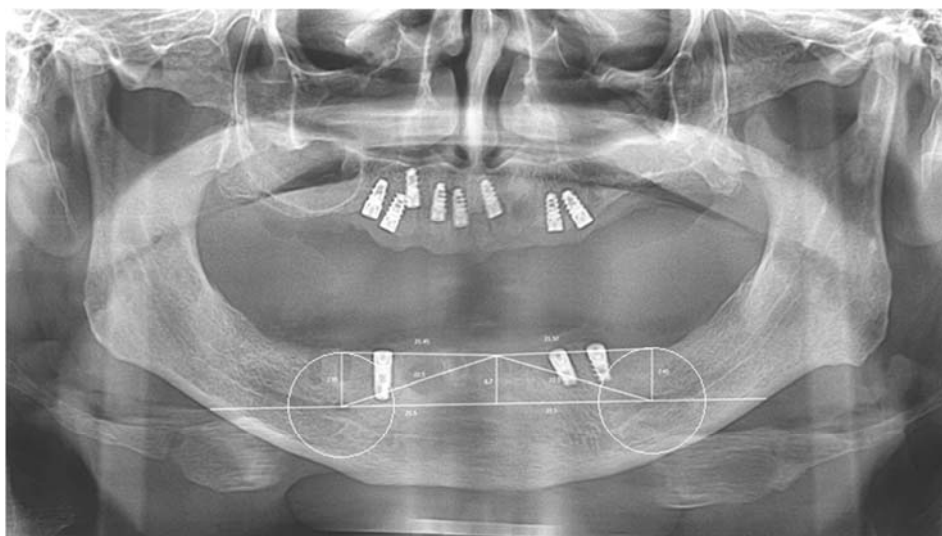


Рис. 2. Приклад ортопантомограми пацієнта, яка підлягала цифровому аналізу з подальшим обрахунком індексів

$ BC _3 = p_3 = 7,94$	$ MF _3 = c_3 = 21,51$	$ ED _5 = w_5 = 21,59$	$ MD _7 = t_7 = 6,70$
$ BC _1 = p_1 = 7,95$	$ MF _4 = c_4 = 21,48$	$ ED _6 = w_6 = 21,56$	$ BD _1 = r_1 = 22,55$
$ BC _2 = p_2 = 7,93$	$ MF _5 = c_5 = 21,51$	$ ED _7 = w_7 = 21,58$	$ BD _2 = r_2 = 22,52$
$ BC _4 = p_4 = 7,96$	$ MF _6 = c_6 = 21,50$	$ DC _1 = s_1 = 21,47$	$ BD _3 = r_3 = 22,47$
$ BC _5 = p_5 = 7,97$	$ MF _7 = c_7 = 21,49$	$ DC _2 = s_2 = 21,46$	$ BD _4 = r_4 = 22,48$
$ BC _6 = p_6 = 7,96$	$ FE _1 = v_1 = 6,70$	$ DC _3 = s_3 = 21,45$	$ BN _5 = r_5 = 22,50$
$ BC _7 = p_7 = 7,94$	$ FE _2 = v_2 = 6,71$	$ DC _4 = s_4 = 21,44$	$ BD _6 = r_6 = 22,48$
$ BM _1 = b_1 = 21,51$	$ FE _3 = v_3 = 6,73$	$ DC _5 = s_5 = 21,43$	$ BD _7 = r_7 = 22,50$
$ BM _2 = b_2 = 21,49$	$ FE _4 = v_4 = 6,72$	$ DC _6 = s_6 = 21,46$	$ FD _1 = u_1 = 22,50$
$ BM _3 = b_3 = 21,50$	$ FE _5 = v_5 = 6,73$	$ DC _7 = s_7 = 21,44$	$ FD _2 = u_2 = 22,52$
$ BM _4 = b_4 = 21,52$	$ FE _6 = v_6 = 6,73$	$ MD _1 = t_1 = 6,72$	$ FD _3 = u_3 = 22,48$
$ BM _6 = b_6 = 21,49$	$ FE _7 = v_7 = 6,72$	$ MD _2 = t_2 = 6,68$	$ FD _4 = u_4 = 22,49$
$ BM _5 = b_5 = 21,48$	$ ED _1 = w_1 = 21,57$	$ MD _3 = t_3 = 6,69$	$ FD _5 = u_5 = 22,48$
$ BM _7 = b_7 = 21,51$	$ ED _2 = w_2 = 21,58$	$ MD _4 = t_4 = 6,69$	$ FD _6 = u_6 = 22,52$
$ MF _1 = c_1 = 21,49$	$ ED _3 = w_3 = 21,53$	$ MD _5 = g_5 = 6,71$	$ FD _7 = u_7 = 36,51$
$ MF _2 = c_2 = 21,52$	$ ED _4 = w_4 = 21,55$	$ MD _6 = t_6 = 6,70$	

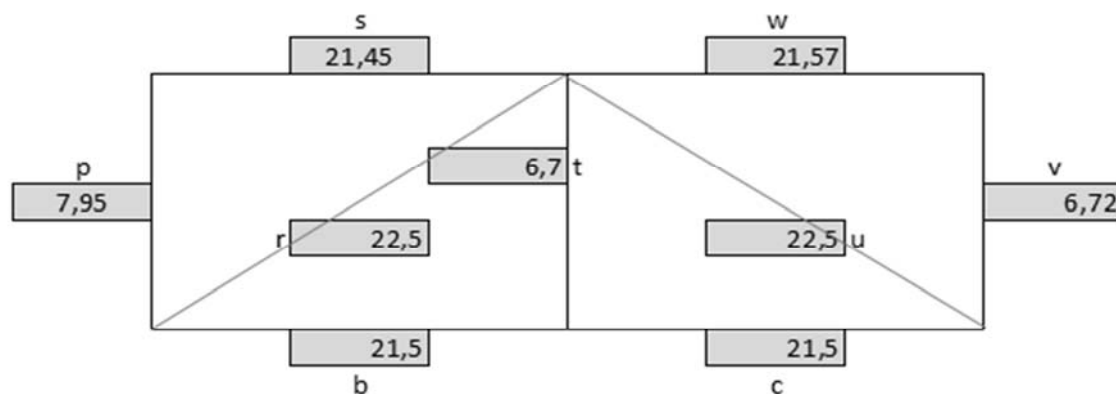


Рис.3. Графічна модель результатів аналізу цифрової ортопантомограми

Середні квадратичні значення показників відстаней обраховуємо за формулами:

$$b_Q = \sqrt{\frac{1}{N}(b_1^2 + b_2^2 + \dots + b_N^2)} = \sqrt{\frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^N b_i^2\right)} = 21,5$$

$$c_Q = \sqrt{\frac{1}{N}(c_1^2 + c_2^2 + \dots + c_N^2)} = \sqrt{\frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^N c_i^2\right)} = 21,5$$

$$p_Q = \sqrt{\frac{1}{N}(p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_N^2)} = \sqrt{\frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^N p_i^2\right)} = 7,95$$

$$r_Q = \sqrt{\frac{1}{N}(r_1^2 + r_2^2 + \dots + r_N^2)} = \sqrt{\frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^N r_i^2\right)} = 22,5$$

$$s_Q = \sqrt{\frac{1}{N}(s_1^2 + s_2^2 + \dots + s_N^2)} = \sqrt{\frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^N s_i^2\right)} = 21,45$$

$$t_Q = \sqrt{\frac{1}{N}(t_1^2 + t_2^2 + \dots + t_N^2)} = \sqrt{\frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^N t_i^2\right)} = 6,7$$

$$u_Q = \sqrt{\frac{1}{N}(u_1^2 + u_2^2 + \dots + u_N^2)} = \sqrt{\frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^N u_i^2\right)} = 22,5$$

$$v_Q = \sqrt{\frac{1}{N}(v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2)} = \sqrt{\frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^N v_i^2\right)} = 6,72$$

$$w_Q = \sqrt{\frac{1}{N}(w_1^2 + w_2^2 + \dots + w_N^2)} = \sqrt{\frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^N w_i^2\right)} = 21,57$$

Далі обраховуємо значення проміжних пропорційних індексів за формулами:

$$\frac{p_Q}{b_Q} = const = I_1^b = 0,369767 \quad \frac{t_Q}{r_Q} = const = I_5^b = 3,358209$$

$$\frac{v_Q}{c_Q} = const = I_2^b = 0,312558 \quad \frac{t_Q}{u_Q} = const = I_6^b = 3,358209$$

$$\frac{r_Q}{s_Q} = const = I_3^b = 1,048951 \quad \frac{p_Q}{r_Q} = const = I_7^b = 0,353333$$

$$\frac{u_Q}{w_Q} = const = I_4^b = 1,043115 \quad \frac{v_Q}{u_Q} = const = I_8^b = 0,298667$$

$$\frac{b_Q + c_Q}{t_Q} = const = I_9^b = 6,41791$$

Зведемо знайдені значення проміжних індексів у математичну матрицю:

$$A^b = \begin{pmatrix} 0,369767 & 0,312558 & 1,048951 \\ 1,043115 & 3,358209 & 3,358209 \\ 0,353333 & 0,298667 & 6,41791 \end{pmatrix}$$

Згідно з принципами застосування математичних матриць, знаходимо середні арифметичні значення проміжних індексів по стовпчиках і рядках матриці з подальшим отриманням пропорційних індексів:

$$I_{1K}^b = \frac{1}{3}(I_1^b + I_2^b + I_3^b) = 0,577092 \quad I_{4K}^b = \frac{1}{3}(I_1^b + I_4^b + I_7^b) = 0,588739$$

$$I_{2K}^b = \frac{1}{3}(I_4^b + I_5^b + I_6^b) = 2,586511 \quad I_{5K}^b = \frac{1}{3}(I_2^b + I_5^b + I_8^b) = 1,323145$$

$$I_3^b = \frac{1}{3}(I_7^b + I_8^b + I_9^b) = 2,366637 \quad I_{6K}^b = \frac{1}{3}(I_3^b + I_6^b + I_9^b) = 3,608357$$

Отримані сталі індекси зводимо у комплексний антропометричний пропорційний індекс з метою отримання єдиного результату:

$$I_K^b = \frac{1}{6}(I_{1K}^b + I_{2K}^b + I_{3K}^b + I_{4K}^b + I_{5K}^b + I_{6K}^b) = \frac{1}{6} \left( \sum_{i=1}^6 I_{iK}^b \right) = 1,8417023$$

**Висновки.** В результаті експериментального дослідження впроваджені новий метод реєстрації та обрахунку зміни рівня коміркового краю нижньої щелепи в умовах атрофії внаслідок різних етіологічних чинників, що базується на цифровому аналізі ортопантограми, згідно з алгоритмом, запропонованим С.Я. Костенком з метою встановлення специфічних рентгенологічних точок та вимірювання потрібних геометричних співвідношень з подальшим математичним обрахунком пропорційних величин. Ефективність методу полягає у точному вста-

новленні індивідуальних антропометричних індексів, що для отримання єдиного показника зводяться у комплексний пропорційний антропометричний індекс атрофії нижньої щелепи. Похибка обчислень нівелюється за рахунок використання математичного матричного взаємовідношення величин та пошуку середньоквадратичних значень як проміжних показників, так і кінцевого результату. Методика працює за умови змін масштабного співвідношення ортопантограм у межах 1:1, 1:1,25, 1:1,32 з величиною похибки не більше  $5 \pm 3,21\%$  (рис.4).

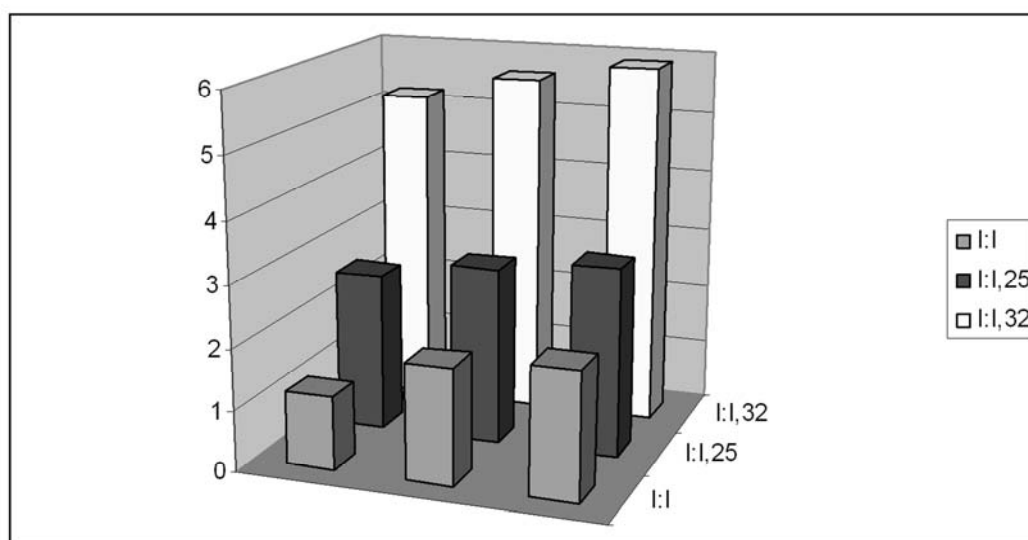


Рис. 4. Рівні похибок обрахунків пропорційних антропометричних індексів ортопантограм при зміні масштабного співвідношення

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аникин Ю.М. Построение и свойства костных структур / Ю.М. Аникин, Л.Л. Колесников. — М.: 1993. — 180 с.
2. Костенко С.Я. Скануючі методики комп'ютерної ідентифікації особи за цифровими ортопантограмами: методичні рекомендації / С.Я. Костенко, В.І. Біда, В.Д. Мішалов. — К.: 2012. — 17 с.
3. Маланчук В. О. Оцінка якості кісткової тканини лицевого відділу черепа та класифікація її типів на основі біомеханічних параметрів / В. О. Маланчук, А.В. Копчак // Український медичний часопис. — К.: МОРІОН, 2013. — С.126—131.
4. Мішалов В.Д. Комп'ютерна ідентифікація осіб за стоматологічним статусом: методичні рекомендації / В.Д. Мішалов, В.І. Біда, С.Я. Костенко, Ю.Ю. Переста. — К.: 2012. — 28 с.
5. Параскевич В.Л. Дентальная имплантология. Основы теории и практики / В.Л. Параскевич. — Мн. : Юнипресс, 2002. — 367 с.
6. Summers R. Forensic dental photography/ R. Summers, D. Lewin // Practical Forensic Odontology. — Edited by Clarck DH Wright. — 1992. — P. 188—205.

Ye.Ya. KOSTENKO

*Uzhhorod National University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthetic Dentistry, Uzhhorod*

### COMPARATIVE EVALUATION FOR DETERMINING THE ATROPHY OF THE ALVEOLAR PART OF MANDIBLE USING ANTHROPOMETRIC INDICES

As a result of graphical and mathematical analysis of panoramic x-rays of patients with varying degrees of atrophy of the alveolar part of the mandible was created a new method of assessing the degree of atrophy of the mandible, which is based on the use of comprehensive anthropometric indices and their correlation using matrix function with taking into account the location of specific radiographic points. The paper presents the results of research, registration and calculation of atrophy level of the mandible with method of Kostenko Ye.Ya, screened on 157 panoramic X-rays with further digital analysis and mathematical calculations according to criteria of evaluation of remote results of dental treatment.

**Key words:** anthropometric indices, atrophy of the mandible, mathematical analysis, digital Panoramic x-rays

Стаття надійшла до редакції: 6.09.2013