УДК 611.716:616-073.427+616.311.2-002:614.253.8
DOI https://doi.org/10.32782/2786-7684/2025-4-14

Помпій Олександр Олександрович,
доктор філософії, доцент,
доцент кафедри стоматології,
Державний заклад «Луганський державний медичний університет»
ORCID ID: 0000-0001-7993-8744
SCOPUS ID: 58857298900
м. Рівне, Україна

ДЕНСИТОМЕТРИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЬВЕОЛЯРНИХ ВІДРОСТКІВ ЩЕЛЕП У ПАЦІЄНТІВ З ГЕНЕРАЛІЗОВАНИМ ПАРОДОНТИТОМ ЗА ДАНИМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТОМОГРАФІЇ

Вступ. Важливим методом діагностики генералізованого пародонтиту залишається рентгенологічне дослідження, зокрема комп'ютерна томографія, яка дозволяє визначати не лише геометричні параметри кісткової тканини, а й її мінеральну щільність, що може бути корисним показником для визначення перебігу захворювання.

Мета дослідження. Вивчити денситометричні характеристики альвеолярних відростків щелеп шляхом аналізу даних комп'ютерної томографії пацієнтів різної статі з генералізованим пародонтитом.

Матеріали та методи. Було проаналізовано 95 результатів конусно-променевої комп'ютерної томографії (КПКТ) пацієнтів віком від 35 до 75 років з діагностованим генералізованим пародонтитом різних стадій або з інтактними тканинами пародонта. За допомогою програмного забезпечення на кожній КПКТ досліджено мінеральну щільність кісткової тканини в одиницях Гаунсфілда (HU) у шести ділянках, а саме між центральними різцями верхньої та нижньої щелепи, між першим і другим молярами верхньої та нижньої щелеп з лівого і правого боків. З використанням статистичного аналізу визначено відмінності середніх показників денситометрії між пацієнтами різної статі, а також між особами з ГП і зі здоровими тканинами пародонта.

Результати дослідження. Середні значення денситометричних показників у чоловіків з ГП коливалися від 1345,6±143,7 HU між центральними різцями нижньої щелепи до 459,4±45,9 HU між молярами верхньої щелепи. Серед чоловіків з інтактним пародонтом середні показники в аналогічних ділянках становили від 1421,4±144,7 HU до 567,4±54,2 HU. У жінок з ГП ці ж значення були нижчими, їх фіксували в діапазоні від 1101,2±134,2 HU до 267,9±37,8 HU, а у пацієнток без ГП – від 1211,1±122,1 HU до 396,4±45,2 HU.

Висновки. Пацієнти чоловічої статі мали достовірно ($p<0,05$) вищі середні показники денситометрії, ніж жінки. З прогресуванням генералізованого пародонтиту мінеральна щільність кісткової тканини альвеолярних відростків щелеп достовірно ($p<0,05$) знижується. Визначення денситометричних показників у пацієнтів із пародонтитом може стати корисним маркером для діагностики та прогнозування перебігу захворювання.

Ключові слова: пародонтит, рентгенологічні дослідження, мінеральна щільність, статеві відмінності.

Pompii Oleksandr Oleksandrovych, Doctor of Philosophy, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Dentistry, Lugansk State Medical University, ORCID ID 0000-0001-7993-8744, Rivne, Ukraine

DENSITOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE ALVEOLAR PROCESSES OF THE JAWS IN PATIENTS WITH GENERALIZED PERIODONTITIS BASED ON COMPUTED TOMOGRAPHY DATA

Introduction. Radiological examination, particularly computed tomography, remains an important method for diagnosing generalized periodontitis, as it allows determining not only the geometric parameters of bone tissue but also its mineral density, which can serve as a useful indicator for assessing the course of the disease.

The aim of the study. To investigate the densitometric characteristics of the alveolar processes of the jaws by analyzing computed tomography data of male and female patients with generalized periodontitis.

Materials and methods. Ninety-five cone-beam computed tomography (CBCT) scans of patients aged 35–75 years with diagnosed generalized periodontitis of various stages or with intact periodontal tissues were analyzed. Using dedicated software, the mineral density of bone tissue was measured in Hounsfield units (HU) in six regions: between the central incisors of the upper and lower jaws and between the first and second molars of the upper and lower jaws on both the left and right sides. Statistical analysis was performed to determine differences in mean densitometric values between male and female patients, as well as between individuals with generalized periodontitis and those with healthy periodontal tissues.

The results. The mean densitometric values in males with generalized periodontitis ranged from 1345,6±143,7 HU between the central incisors of the mandible to 459,4±45,9 HU between the molars of the maxilla. Among males with intact periodontium, the mean values in the corresponding areas ranged from 1421,4±144,7 HU to 567,4±54,2 HU. In females with generalized periodontitis, these values were lower, ranging from 1101,2±134,2 HU to 267,9±37,8 HU, while in women without periodontitis – from 1211,1±122,1 HU to 396,4±45,2 HU.

Conclusions. Male patients had significantly ($p<0,05$) higher mean densitometric values than females. With the progression of generalized periodontitis, the mineral density of the bone tissue of the alveolar processes of the jaws significantly ($p<0,05$) decreases. Determination of densitometric parameters in patients with periodontitis may serve as a useful marker for diagnosis and prediction of disease progression.

Key words: periodontitis, radiological examination, mineral density, sex differences.

© Помпій О. О., 2025
Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Вступ. Одним з основних методів діагностики генералізованого пародонтиту (ГП) тривалий час залишається рентгенологічне дослідження. Деструктивний запальний процес у тканинах пародонта призводить до поступової резорбції кісткової тканини альвеолярних відростків щелеп, інтенсивність розвитку якої відрізняється між пацієнтами [1]. Характеристики зазначених змін у кістковій тканині, зокрема величина її деструкції, форма утворених дефектів, мінеральна щільність залишкової кістки, залученість фуркацій багатокореневих зубів визначають клінічний діагноз та зумовлюють тактику лікування таких пацієнтів [2].

Для діагностики пародонтальних уражень широко використовують серії внутрішньоротових контактних рентгенограм, які дають змогу оцінити висоту кісткової тканини сегмента альвеолярного відростка щодо рівня емалево-цементного з'єднання зубів, цілісність кортикальної замикальної пластинки, наявність осередків деструкції кісткової тканини та локальних пошкоджувальних факторів, наприклад нависаючих країв реставрацій, відсутності міжзубних контактів тощо. Водночас такі рентгенограми не дозволяють вивчити параметри кісткової тканини у вестибулооральному напрямку, можуть мати спотворення розмірів анатомічних утворень, важко відтворюються у того самого пацієнта з плином часу [1]. Більш інформативним методом рентгенологічної діагностики ГП вважають конусно-променеву комп'ютерну томографію (КПКТ), що дозволяє вивчити анатомічні характеристики зубо-пародонтальних комплексів у трьох проєкціях з можливістю рендерингу зображень та створення тривимірної моделі щелеп [3, 4]. Крім того, КПКТ дає змогу оцінити щільність кісткової тканини, яка визначається за результатами аналізу програмним забезпеченням градацій сірого кольору на рентгенівському зображенні [5]. У більшості програм для аналізу КПКТ щільність кісткової тканини вимірюється за шкалою одиниць Гаунсфілда (HU) – умовною величиною, що відображає щільність досліджуваної ділянки по відношенню до щільності дистильованої води та повітря [4, 6].

Клінічний перебіг ГП залежить від значної кількості загальних та місцевих факторів, а саме: генетичної схильності, реактивності імунітету, системних захворювань та станів, індивідуального складу мікробіому ротової порожнини, особливостей догляду за ротовою порожниною тощо. Важливим чинником також називають стать особи, оскільки відмінності у гормональному фоні здатні впливати на мікрофлору назубних біоплівок, інтенсивність запальних процесів та імунних відповідей хворих, особливості ремоделювання кісткової тканини альвеолярних відростків щелеп [7, 8].

Визначення особливостей мінеральної щільності альвеолярної кістки у пацієнтів різної статі, що хворіють на ГП, дозволить доповнити наукові знання щодо патогенетичних механізмів перебігу захворювання та запропонувати диференційовані підходи до лікування таких хворих.

Мета дослідження. Вивчити денситометричні характеристики альвеолярних відростків щелеп шляхом аналізу даних комп'ютерної томографії пацієнтів різної статі з генералізованим пародонтитом.

Методологія та методи дослідження. Було проаналізовано 72 КПКТ пацієнтів віком від 35 до 75 років (28 чоловіків та 44 жінок), які, відповідно до їх амбулаторних карт, мали діагностований ГП I–IV стадій тяжкості, відповідно до класифікації AAP/EFP Classification (2017). Для контрольної групи відібрали 23 КПКТ осіб аналогічної вікової групи (12 чоловіків та 11 жінок), які не мали захворювань пародонта. Всі вивчені КПКТ були виконані у період з 1 січня 2024 року до 31 грудня 2024 року на одному комп'ютерному томографі Planmeca ProMax 3D Max, Planmeca Oy, з наступними налаштуваннями: величина номінальної напруги – 90 кВ, сила струму – 8 мА, час експозиції – 12 с, що відповідало рекомендаціям фірми-виробника. Критеріями включення результатів КПКТ до аналізу стали наявність у пацієнтів медіальних різців, перших та других молярів на обох щелепах, підтверджений клінічно та рентгенологічно діагноз ГП. До аналізу не залучали випадки, коли дані КПКТ були незадовільної якості, містили артефакти внаслідок наявності імплантатів або металевих ортопедичних конструкцій, або якщо визначали деструкцію кісткової тканини досліджуваної ділянки ендодонтичного або травматичного походження, коли пацієнти приймали медикаменти, які впливали на метаболізм кісткової тканини або мали діагностовані захворювання, пов'язані з порушенням мінералізації кісток, що визначали за даними анамнезу, наведеному в амбулаторній карті.

На кожній КПКТ дослідили шість ділянок альвеолярних відростків щелеп, а саме: ділянку кісткової перетинки між центральними різцями верхньої щелепи, аналогічну ділянку між центральними різцями нижньої щелепи, кісткову перетинку між дистальним коренем першого та медіальним коренем другого молярів на верхній та нижній щелепах з лівого та правого боків. На кожній ділянці проводили три вимірювання щільності кісткової тканини, зокрема вестибулярної компактної пластинки, оральної компактної пластинки та губчастої речовини міжзубних перетинок на відстані 1 мм від їх коронарного краю. Для вимірювання щільності використовували вбудовану функцію програмного забезпечення Planmeca Romexis Viewer, Planmeca OY, що дозволила визначити щільність кісткової тканини в одиницях Гаунсфілда. Отримані результати для кожного вимірювання заносили до таблиці Microsoft Excel 2019, Microsoft, з метою обрахування середнього значення денситометрії для окремої ділянки альвеолярних відростків.

Середні результати для кожної ділянки альвеолярних відростків щелеп пацієнтів з різними стадіями ГП наводили у вигляді M±m. Статистичний аналіз отриманих результатів провели у програмному середовищі Statistica 12, StatSoft. Нормальність розподілу денситометричних показників визначили із застосуванням критерію Шапіро-Уілка. Достовірність статистичних відмінностей між середніми результатами пацієнтів чоловічої та жіночої статі, а також між пацієнтами з ГП та особами з інтактним пародонтом, визначали

з використанням t-критерію Стьюдента. Достовірними вважали відмінності між показниками за рівня значущості $p<0,05$.

Виклад основного матеріали дослідження. За підсумками проведеного аналізу КПКТ денситометричні показники кісткової тканини щелеп у чоловіків в усіх досліджуваних ділянках були вищими за аналогічні значення у жінок, як серед пацієнтів з ГП, так і серед здорових осіб (табл. 1).

Найвищі показники мінеральної щільності кісткової тканини у пацієнтів обох статей з ГП фіксували у ділянці між центральними різцями нижньої щелепи. Середня щільність кістки у цій зоні у чоловіків складала 1345,6±143,7 HU, а у жінок вона була достовірно ($p<0,05$) нижчою та становила 1101,2±134,2 HU. У контрольній же групі аналогічні значення для чоловіків та жінок дорівнювали 1421,4±144,7 HU та 1211,1±122,1 HU, відповідно, при цьому різниця між середніми показниками також була достовірною ($p_1<0,05$).

Нижчими були середні значення мінеральної щільності у ділянці між медіальними різцями верхньої щелепи. У чоловіків з пародонтитом середнє значення денситометрії встановлювали на рівні 1232,3±139,4 HU, водночас у жінок аналогічний показник був нижчим та складав 975,4±133,5 HU. Між зазначеними показниками пацієнтів обох статей реєстрували статистично значущу ($p<0,05$) відмінність. На досліджених КПКТ осіб без ознак захворювань пародонта показники денситометрії складали 1298,2±135,7 HU у чоловіків та 1121,2±132,3 HU у жінок, з достовірною ($p_1<0,05$) різницею між наведеними середніми значеннями.

У ділянці нижніх молярів середній денситометричний показник у чоловіків з ГП складав 823,4±101,2 HU, а у жінок знову був дещо нижчим та дорівнював 754,5±98,3 HU. Водночас приведені середні результати між собою відрізнялись недостовірно ($p>0,05$). Аналіз КПКТ осіб контрольної групи виявив середнє значення мінеральної щільності кісткової тканини на рівні 952,3±112,2 HU серед чоловіків та достовірно ($p_1<0,05$) нижчий показник серед жінок – 797,4±89,7 HU.

Мінімальною була середня щільність кісткової тканини у пацієнтів з ГП у ділянці між першим та другим молярами верхньої щелепи, зокрема вона становила 459,4±45,9 HU в осіб чоловічої статі та 267,9±37,8 HU у жінок. Різниця між цими середніми значеннями була достовірною ($p<0,05$). В контрольній групі зазначені показники становили 567,4±54,2 HU у чоловіків та 396,4±45,2 HU у жінок, достовірно ($p_1<0,05$) відрізняючись між собою.

Для кожної з проаналізованих ділянок у пацієнтів обох статей з ГП фіксували зниження середніх денситометричних показників відносно осіб контрольної групи. Різниця між середніми значеннями осіб з пародонтальними ураженнями та здоровими була недостовірною ($p_2>0,05$) для ділянок між центральними різцями нижньої щелепи та першим і другим молярами нижньої щелепи. Водночас для проаналізованих ділянок на верхній щелепі різниця була статистично значущою ($p_2<0,05$) для середніх показників щільності між молярами верхньої щелепи для пацієнтів обох статей та між центральними різцями нижньої щелепи тільки для жінок.

За підсумками аналізу КПКТ була визначена достовірна різниця між денситометричними показниками чоловіків та жінок із різними стадіями ГП, причому середні значення щільності кісткової тканини у чоловіків були вищими. Менша мінеральна щільність альвеолярних відростків у жінок пояснює більш активне ремоделювання та швидшу атрофію кісткової тканини саме в осіб жіночої статі [7].

У науковій літературі наявна незначна кількість повідомлень щодо відмінностей у денситометричних показниках кісткової тканини щелеп у пацієнтів різної статі з ГП, а опубліковані результати значно відрізняються залежно від віку, етнічної належності пацієнтів, налаштувань комп'ютерних томографів, програмного забезпечення, яке використовували для аналізу, методів проведення дослідження тощо. Так, відомі результати аналізу 15 КПКТ пацієнтів обох статей віком від 35 до

Таблиця 1

Середні показники денситометрії альвеолярних відростків щелеп у пацієнтів різної статі

Стан тканин Пародонта / Ділянка вимірювання		Медіальні різці верхньої щелепи, M±m, HU	Медіальні різці нижньої щелепи, M±m, HU	Моляри верхньої щелепи, M±m, HU	Моляри нижньої щелепи, M±m, HU
Здоровий пародонт	Чоловіки, n=12	1298,2±135,7	1421,4±144,7	567,4±54,2	952,3±112,2
	Жінки, n=11	1121,2±132,3	1211,1±122,1	396,4±45,2	797,4±89,7
ГП I стадії	Чоловіки, n=5	1245,5±129,2	1366,5±135,6	489,5±44,7	845,2±101,2
	Жінки, n=9	1018,5±126,5	1175,4±113,4	324,7±37,9	763,1±84,3
ГП II стадії	Чоловіки, n=10	1237,4±127,4	1349,2±138,3	473,9±42,1	821,5±99,3
	Жінки, n=14	1001,3±120,1	1153,5±111,9	303,5±26,1	756,2±78,5
ГП III стадії	Чоловіки, n=7	1215,6±122,5	1328,1±126,9	458,6±39,3	802,4±92,3
	Жінки, n=12	863,2±112,2	1078,9±105,6	263,3±34,6	747,9±74,3
ГП IV стадії	Чоловіки, n=6	1201,9±119,2	1295,9±124,9	331,5±35,9	784,3±91,9
	Жінки, n=9	712,4±104,4	1054,3±103,4	214,2±33,1	725,8±69,2

50 років, де мінеральну щільність вимірювали у ділянці між медіальними різцями верхньої щелепи. Середній показник у цій ділянці складав 474,4±219,99 HU, що було більше ніж удвічі меншим за результати, отримані у нашому дослідженні [4]. В іншій роботі щільність кісткової тканини для пацієнтів аналогічного віку дорівнювала, в середньому, 1300,0±50 HU для фронтальних ділянок верхньої та нижньої щелеп, та 900,0±30 HU для бічних ділянок. У зазначеній роботі автори також не проводили диференціацію результатів аналізу КПКТ за статтю пацієнтів [9].

Відомі результати вивчення 40 КПКТ осіб з ГП віком від 18 до 55 років, згідно з якими середні показники щільності кортикальної кістки для фронтальних ділянок верхньої та нижньої щелеп складали 987,4±322,1 HU і 1333,3±218,6 HU, а у ділянці молярів верхньої та нижньої щелеп – 991,7±185,7 HU і 1265,7±187,1 HU, відповідно, що співставно з результатами нашої роботи [5]. Інші автори вивчили 668 КПКТ пацієнтів з ГП та осіб зі здоровим пародонтом, і також встановили достовірну (p=0,007) різницю між середніми показниками обох груп пацієнтів. На відміну від нашої роботи, щільність кісткової тканини у жінок була достовірно (p<0,001) вищою за чоловіків, як серед осіб з ГП, так і без нього [10]. У ділянці молярів нижньої щелепи середній показник денситометрії у чоловіків з ГП становив 737,7±122,1 HU, а в жінок – 801,7±148,3 HU, при цьому у здорових пацієнтів ці значення були вищими і дорівнювали 753,7±113,2 HU та 836,6±136,4 HU, відповідно [10].

Комп'ютерна томографія дозволяє діагностувати ГП з вищою точністю та більшою деталізацією, що може бути корисним для раннього виявлення цього захворювання та складання патогенетично-обґрунтованого плану лікування [3]. Цей метод дослідження дозволяє не лише уточнити геометричні розміри анатомічних утворень щелепно-лицевої ділянки в трьох проєкціях, але й всебічно вивчити зони деструкції кісткової тканини. Водночас широке застосування КПКТ обмежують певні недоліки методу обстеження, а саме можливість виникнення артефактів на зображеннях за наявності гіперденсивних сторонніх тіл, зокрема дентальних імплантатів, ортопедичних конструкцій та пломб, вище радіаційне навантаження на пацієнта, більша вартість обстеження [2, 6]. Крім того, відсутність уніфікованих протоколів проведення КПКТ щелепно-лицевої ділянки та стандартизованих методів аналізу отриманих зображень впливає на повторюваність результатів [11].

Таким чином, застосування КПКТ за певними показаннями у пародонтологічних пацієнтів може стати важливим інструментом для діагностики захворювання. Подальше удосконалення рентгенологічних методів дослідження та їх інтерпретації дозволить підвищити ефективність виявлення уражень пародонта. Одним з можливих шляхів покращення аналізу даних КПКТ може стати використання систем штучного інтелекту або технологій машинного навчання, що дозволить стандартизувати процес дослідження рентгенограм [2, 12]. З іншого боку, розробка уніфікованих налаштувань параметрів томографів для проведення дослідження, зокрема величини зрізів, розміру досліджуваної ділянки, номінальної напруги та сили струму, оптимальних для досліджень пародонтального комплексу, також дозволить виконувати релевантні дослідження.

Висновки. Середні показники денситометрії кісткової тканини були достовірно (p<0,05) вищими в усіх проаналізованих ділянках щелеп в осіб чоловічої статі, порівняно з жінками. Щільність кісткової тканини пацієнтів з генералізованим пародонтитом була нижчою за аналогічні середні значення здорових осіб. Використання конусно-променевої комп'ютерної томографії дозволяє отримати додаткову інформацію щодо пародонтальних уражень під час обстеження пародонтологічних пацієнтів, що підвищує ефективність діагностики та дає змогу створити індивідуалізовані плани лікування для пацієнтів з різним клінічним перебігом пародонтиту.

REFERENCES

1. de Oliveira VGB, Queiroz PM, Simões AR, Alves MGO, Jardini MAN, Costa ALF, Lopes SLPC. Voxel size and field of view influence on periodontal bone assessment using four CBCT systems: An experimental ex vivo analysis. Tomography. 2025;11(7):74. https://doi.org/10.3390/tomography11070074.

2. Jacobs R, Fontenele RC, Lahoud P, Shujaat S, Bornstein MM. Radiographic diagnosis of periodontal diseases – Current evidence versus innovations. Periodontol 2000. 2024;95(1):51-69. https://doi.org/10.1111/prd.12580.

3. Saini RS, Vaddamanu SK, Kanji MA, Mosaddad SA, Heboyan A. Comparative analysis of 3D imaging in periodontal disease assessment: A systematic review and meta-analysis. Clin Exp Dent Res. 2025;11(4):e70169. https://doi.org/10.1002/cre2.70169.

4. Vandana KL, Thushara M, Shivaprasad S. Evaluation of alveolar bone changes of jaws in periodontitis patients with and without dental fluorosis using cone-beam computed tomography. SRM J Res Dent Sci. 2023;14(3):128-133. https://doi.org/10.4103/srmjrds.srmjrds_113_23.

5. Morar L, Băciuț G, Băciuț M, Bran S, Colosi H, Manea A, Almășan O, Dinu C. Analysis of CBCT bone density using the Hounsfield scale. Prosthesis. 2022;4(3):414-423. https://doi.org/10.3390/prosthesis4030033.

6. Martins LAC, Szalewski L, Pałka K, Kalinowski P, Cavalcanti MGP, Różyło-Kalinowska I. Repeatability of gray value-based bone density measurements in cone beam computed tomography (CBCT) images under different acquisition protocols. BMC Oral Health. 2025;25(1):1549. https://doi.org/10.1186/s12903-025-06760-2.

7. Goteiner D, Levy R, Jiang S, Goldman M, Singer SR. Long-term CBCT evaluation of bone volume stability post dental implant placement: 1. Exploring sex as a risk factor. Quintessence Int. 2025;56(7):538-547. https://doi.org/10.3290/j.qi.b6336017.

8. Liechti L, Regitz-Zagrosek V, Gebert P, Schmidlin PR, Campus G. Sex and gender differences in periodontal disease: A cross-sectional study in Switzerland. BMC Oral Health. 2025;25(1):1324. https://doi.org/10.1186/s12903-025-06719-3.

9. Rashid ME. Comparative study of alveolar bone density in various segments of the jaw using micro-CT scanning. Bangladesh J Med Sci. 2025;24(10):66-68. https://doi.org/10.3329/bjms.v24i10.79157.

10. Al-Sosowa AA, Alhajj MN, Abdulghani EA, Al-Moraissi EA, Zheng H, Pang Y, Wang J. Three-dimensional analysis of alveolar bone with and without periodontitis. Int Dent J. 2022;72(5):634-640. https://doi.org/10.1016/j.identj.2022.03.003.

11. Mistretta F, Magnini A, Cinci L, Zanobini P, Pisano M, Barcali E, Bocchi L, Nardi C. A systematic review and meta-analysis on the concept of bone quality in dento-maxillofacial cone beam computed tomography. Radiol Med. 2025;130(8):1193-1206. https://doi.org/10.1007/s11547-025-02052-5.

12. Do KQ, Thai TT, Lam VQ, Nguyen TT. Development and validation of artificial intelligence models for automated periodontitis staging and grading using panoramic radiographs. BMC Oral Health. 2025;25(1):1623. https://doi.org/10.1186/s12903-025-07025-8.

Дата надходження статті: 19.10.2025
Дата прийняття статті: 24.11.2025
Опубліковано: 30.12.2025