

УДК 616.314-76-77-089.843

А.Т. Кенюк

КЛІНІКО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МОДИФІКОВАНОГО МЕТОДУ ОЦІНКИ РЕДУКЦІЇ ПЕРІІМПЛАНТАТНОЇ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ПРИ РІЗНИХ СХЕМАХ ОРТОПЕДИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Вступ

Стоматологічна реабілітація пацієнтів із симптомами часткової та повної адентії в сприятливих клінічних умовах передбачає перспективу використання дентальних імплантатів та відповідних супраконструкцій як можливого варіанта заміщення ділянки дефекту зубного ряду і відновлення функціональної цілісності зубощелепного апарату. Незважаючи на велику кількість уже наявних клінічних і лабораторних досліджень, у імплантологічній та ортопедичній практиці триває пошук адаптованих критеріїв оцінки комплексу проведених ятрогенних втручань, які б ураховували специфіку реалізації кожного етапу лікування і їхній комплексний сумарний ефект із точки зору покращення якості життя стоматологічних пацієнтів.

Clementini M. et al. (2013) стверджують, що еволюція поглядів на розробку параметрів ефективності реабілітації пацієнтів із використанням внутрішньокісткових дентальних імплантатів пройшла свій незалежний шлях розвитку, суміжний зі зростаючим прогресом як у галузі дентальної імплантології, так і в галузі ортопедичної стоматології, і продовжує вдосконалюватись надалі, формуючи нові об'єктивні взаємозв'язки між остаточним результатом лікування та кожною фазою реабілітації [1]. A.V. Carr (2015) розглядав ефективність заміщення дефектів зубного ряду через призму загальних показників якості [2], ієрархічність яких закінчувалася на досягненні оптимального рівня життя людини QOL (quality of life), визначеного Всесвітньою організацією охорони здоров'я [3], та з урахуванням економічних аспектів лікування. Аналогічний піхід до оцінки стоматологічного здоров'я також запропонували Özhayat E. B. та Gotfredsen K. (2013), при цьому дослідники звертали особливу увагу на якість життя пацієнтів, які користувалися знімними і незнімними ортопедичними конструкціями з використанням різних видів опор, у тому числі й імплантатів [4].

У будь-якому випадку дефект установленої інфраконструкції або ж протетичної складової компонує комплексний результат лікування та ставить під загрозу успішність усіх проведених до того лікувально-профілактичних заходів. Одним із найкритичніших ускладнень є прогресуюча резорбція періімплантатної кісткової тканини, характер і швидкість якої залежать як від сукупності ятрогенних факторів, так і від адаптаційних властивостей кісткової тканини щелеп [5]. Характер періімплан-

татної втрати кістки є циркулярним і об'ємним, однак за результатами проведеного авторами статті системного огляду вдалося встановити, що визначення параметрів редукції рівня альвеолярного гребеня в проведених та опублікованих раніше дослідженнях відбувається переважно за допомогою планіметричних рентгенологічних знімків, які передбачають реєстрацію змін кістки лише з медіального і дистального боків імплантата. Ефективність такого підходу вже достатньо аргументована досвідом великої кількості науковців і клініцистів, однак пошук алгоритму деталізації змін твердих тканин у ділянці встановленого титанового елемента залишається актуальним питанням сучасної імплантології [6]. Тим паче, що вивчення природи циркулярної втрати періімплантатної кісткової тканини з використанням різних типів супраконструкцій дозволило б аргументувати вибір найоптимальніших для кожного клінічного випадку схем ортопедичної реабілітації.

Мета дослідження – визначити можливість реєстрації змін рівня періімплантатної кісткової тканини через 9-12 місяців після встановлення протетичних реставрацій у системі незнімного протезування на імплантатах (протяжність конструкцій - не більше 4 одиниць) та в системі протезування з використанням повних і часткових знімних протезів у ролі супраструктур і опорою на імплантати, шляхом суперімпозиції зображень (результатів конусно-променевої комп'ютерної томографії зубощелепного апарату); проаналізувати доцільність модифікованого підходу визначення умовної об'ємної втрати твердих тканин у ділянці титанових опор з урахуванням впливу артефактів на якість отриманих томографічних зрізів.

Матеріали і методи дослідження

Дослідження проводили на групі вибірки пацієнтів кількістю 48 осіб. Критерії включення в групу дослідження були такі: наявність установлених титанових дентальних імплантатів; термін функціонування протетичних супраконструкцій 9-12 місяців; типи супраконструкцій: незнімні протези на імплантатах (протяжність конструкцій - не більше 4 одиниць) і повні та часткові знімні протези в ролі супраструктур і опорою на імплантати з механізмом фіксації типу Locator-абатментів, ball-атачменів або замкових кріплень; відсутність слідів періімплантатного ураження в ділянці встановлених інтраосальних опор; наявність результатів томографічного дослідження зубощелепного апа-

рату відразу після встановлення дентальних імплантатів і в 9-12-місячний термін функціонування протетичних супраконструкцій (жодних додаткових рентгенологічних досліджень суто з метою реалізації поставленого наукового завдання не проводили, всі результати КЛКТ-досліджень були відібрані з уже наявних у базі Університетської стоматологічної поліклініки, м. Ужгород). Під час дослідження з урахуванням залучення до процесу його виконання третіх осіб (оператора обробки цифрових комп'ютерних даних) та з метою реалізації біоетичних принципів проводили попередню анонімізацію і шифрування кожної пари відібраних результатів комп'ютерної томографії. З метою визначення змін періімплантатної кісткової тканини використовувався модифікований алгоритм суперімпозиції зображень (результатів конусно-променевої комп'ютерної томографії зубощелепного апарату): перетворення кожної пари результатів томографії (файлів формату .dcm) у формат .stl з подальшою фрагментацією зон інтересу радіусом 1 см навколо кожного дентального імплантата; накладання отриманих фрагментованих графічних об'єктів у адаптованому програмному забезпеченні «MeshLab» методом поверхнево-структурного суміщення за релевантними точками зіставлення; визначення циркулярного рівня змін кісткової тканини за колористичною різницею кожного проаналізованого об'єкта й обрахунок умовних показників об'ємної редукції кістки. Статистичний аналіз отриманих чисельних результатів проводили з використанням прикладного програмного забезпечення «Microsoft Excel 2016» («Microsoft Office, 2016») шляхом обрахунку коефіцієнтів кореляції та достовірності.

Результати дослідження та їх обговорення

Стоматологічне здоров'я є невід'ємною частиною показника QOL (якості життя), а результати будь-якого ортопедичного лікування мають бути націлені на досягнення найбільш оптимально можливих показників функціональності, довговічності реабілітації, виправдання економічної доцільності та психологічної задоволеності пацієнта. Така концептуалізація оцінки ефективності реабілітації пацієнта формує і низку критеріїв для верифікації клінічної успішності використання протетичної конструкції відповідно до умов клінічної ситуації, з яких лікар виходить у кожному окремому випадку через реалізацію адаптованих етапів комплексного лікування з розумінням особливостей взаємодії компонентів зубощелепної системи організму [7]. Ці фактори є детермінантами, які визначають можливість забезпечення відповідного рівня всіх вищезгаданих критеріїв і визначаються дизайном протетичної конструкції та супровідних утримувальних одиниць (кількістю і топографією імплантатів, системою зв'язку між конструкційними одиницями й елементами зубощелепного апарату, типом фіксації супра- й інфраскладових), особливістю матеріалів (рівнем індивідуалізації стандартних заготовок до конкретних умов клінічної ситуації, комбінацією алгоритмів з'єднання, структурними

особливостями), біомеханічними параметрами (дією функціональних і парафункціональних сил, наявністю й особливостями діючого плеча сили, шляхом уведення, положенням відносно антагоністів, типом самих антагоністів та ін.) [8].

Кісткова тканина як об'єкт дослідження і суперімпозиції результатів томографічних досліджень є унікальним із точки зору можливостей аналізу, який за своєю структурою дозволяє однаково ефективно використовувати алгоритми накладання зображень як за поверхневими параметрами, так і за воксельними характеристиками. Сталість текстури і контурів кісток щелеп на КТ-знімку аргументують доцільність комбінації обох технік суміщення зображень для формування остаточних висновків відносно статистичної значимості результатів їх використання і комбінованої імплементації специфічного варіанта суперімпозиції [9]. Для суперімпозиції зображень (результатів конусно-променевої комп'ютерної томографії) за будь-якого методу суміщення використовується ітеративний алгоритм найближчих точок (Iterative Closest Point — ICP), таким чином досягається мінімізація різниці між двома масивами графічної інформації у форматі реального часу. У ході його реалізації відбуваються чисельне зміщення і реорієнтація об'єктів дослідження для зведення відстані між порівнюваними поверхнями до мінімально допустимого значення. З урахуванням вищеприписаних принципів були виконані обрахунок показників редукції кісткової тканини навколо дентальних імплантатів за різних схем протезування і порівняння отриманих даних із параметрами рестрації періімплантаційних змін із медіального і дистального боків імплантата за класичним алгоритмом.

Середні показники резорбції кісткової тканини з медіального і дистального боків інтраосальних конструкцій у системі незнімного протезування з опорою на імплантатах у фронтальному відділі верхньої щелепи складали 1,08-1,12 мм, у дистальному відділі верхньої щелепи – 1,12-1,13 мм, у фронтальному відділі нижньої щелепи – 1,21-1,24 мм, у дистальному відділі нижньої щелепи – 1,10-1,13 мм; у системі протезування з використанням повних і часткових знімних протезів у ролі супраструктур і опорою на імплантати у фронтальному відділі верхньої щелепи – 1,18-1,22 мм, у дистальному відділі верхньої щелепи – 1,12-1,15 мм, у фронтальному відділі нижньої щелепи – 1,30-1,37 мм, у дистальному відділі нижньої щелепи 1,24-1,31 мм. Завдяки модифікованому методу суперімпозиції зображень удалося визначити специфічні зони найбільшої редукції кісткової тканини з урахуванням рівня резорбції кістки з вестибулярних і язикових боків імплантатів, що в умовних одиницях редукції об'єму коливалися в діапазоні 4,46-5,41 і в обох схемах протезування були майже однаковими: в системі незнімного протезування з опорою на імплантати у фронтальному відділі верхньої щелепи середні показники складали 4,46-4,52, у дистальному відділі верхньої щелепи – 4,71-4,79, у фронтальному відділі нижньої ще-

лепи – 4,99-5,11, у дистальному відділі нижньої щелепи - 4,58-4,67; у системі протезування з використанням повних і часткових знімних протезів у ролі супраструктур і опорою на імплантати у фронтальному відділі верхньої щелепи – 4,87-4,95, у дистальному відділі верхньої щелепи – 4,62-4,74, у фронтальному відділі нижньої щелепи – 5,36-5,41, у дистальному відділі нижньої щелепи - 5,11-5,18. Коефіцієнт кореляції Пірсона між показниками редукції кісткової тканини, визначеними шляхом оцінки її рівня з медіального і дистального боків імплантатів, а також методом суперімпозиції, становив 0,72-0,88.

У ході апробації кількох алгоритмів оптимізації якості зображення з метою нівелювання впливу артефактів у ролі найоптимальнішого був відібраний специфічний алгоритм мінімізації ефекту утверднення променя в ділянці титанової інтраосальної конструкції. На першому етапі цього алгоритму передбачається визначення порогових значень щільності імплантата (середнє значення досліджуваної вибірки з певної кількості томограм) для того, щоб обмежити вплив маргінально високих показників щільності ще на етапі препроцесингу. Після виконання дослідження із заданими граничними параметрами проводиться мануальне виділення періімплантатної ділянки у формі зрізаного конуса з основою 1 мм – показника середньої дисторсії якості зображення кісткової тканини навколо імплантатів, устанавленого в раніше проведених дослідженнях. Після формування зони інтересу вона піддається обробці двома кластерними алгоритмами реконструкції SLC (Single Like Clustering) та CLC (Complete-Linkage Clustering). Обидва є ітеративними зі стандартною величиною кластера. При цьому пороговий рівень відновлення якості зображення в досліджуваній ділянці визначається параметрами відстані між двома кластерами. Перший алгоритм ініціює реконструкцію зони інтересу за показниками якості зображення сусідніх пікселів, не порушених дисторсією артефакту, які знаходяться в безпосередньому контакті з пограничною областю графічних змін. Паралельно з цим відбувається тотальна реставрація конусоподібної області шляхом реконструкції кластерів за узагальненими показниками найкращої якості зображення, отриманої в розрізі всього цифрового реформату. Таким чином удається максимально підвищити якість зображення перед конвертацією файлу у формат .stl, що було доведено високими рівнями кореляції отриманих результатів дослідження шляхом суперімпозиції з параметрами редукції кістки, визначеними за класичним алгоритмом із медіального і дистального боків імплантата.

Висновок

Використання принципу суперімпозиції результатів комп'ютерно-томографічних досліджень, зроблених відразу після встановлення імплантатів та в 9-12-місячний термін функціонування протетичних конструкцій, забезпечує можливість для визначення показників змін періімплантатної кіст-

кової тканини з урахуванням циркулярної природи редукції кісткового гребеня й об'ємного характеру його резорбції. Отримані дані дозволяють індивідуалізувати підхід до оцінки якості комплексу проведених ятрогенних втручань з урахуванням впливу різних факторів на стан періімплантатної кісткової тканини, в тому числі й адекватності вибору схем ортопедичної реабілітації стоматологічних хворих з опорою на імплантати. Висока кореляція показників редукції кісткової тканини, визначених шляхом оцінки її рівня з медіального і дистального боків, а також методом суперімпозиції, свідчить про взаємовідповідність отриманих результатів об'єктивному стану альвеолярного гребеня, а також про те, що процес конвертації файлів формату .dcm у формат .stl за запропонованим алгоритмом забезпечує оптимальне нівелювання впливу окремих артефактів на якість рентгенологічного зображення.

Перспектива подальших досліджень

Ураховуючи результати дослідження стану кісткової тканини навколо дентальних імплантатів, використаних у ролі опор повних і часткових знімних протезів, у майбутньому доцільно визначити параметри стабільності цих інтраосальних конструкцій і зіставити їх зі специфічними зонами циркулярної резорбції навколо титанового елемента. Таким чином, є перспектива пошуку відповідних кореляцій між показниками ISQ та об'ємом резорбції періімплантатної кісткової тканини. Отримані дані дозволять глибше зрозуміти характер редукції кісткової тканини і динаміку змін показників стабільності при різних схемах ортопедичного лікування з використанням різної кількості дентальних імплантатів у ролі інтраосальних опор протетичних супраконструкцій.

Література

1. Immediate versus delayed positioning of dental implants in guided bone regeneration or onlay graft regenerated areas: a systematic review / [M.Clementini, A. Morlupi, C. Agrestini, A. Barlattani] // International journal of oral and maxillofacial surgery. – 2013. – №42(5). – P. 643-650.
2. Carr A. B. Evidence and the practice of prosthodontics: 20 years after EBD introduction / A.B. Carr // Journal of Prosthodontics. – 2015. – Т. 24, № 1. – P. 12-16.
3. The impact of rehabilitation using removable partial dentures and functionally orientated treatment on oral health-related quality of life: a randomised controlled clinical trial / G. McKenna, P.F. Allen, D. O'Mahony [et al.] // Journal of dentistry. – 2015. - №43(1). – P. 66-71.
4. Özhayat E. B. Oral health-related quality-of-life in patients to be treated with fixed or removable partial dental prostheses / E.B. Özhayat, K. Gotfredsen // Acta Odontologica Scandinavica. – 2013. – Т. 71, № 1. – С. 113-119.
5. Павличко Р. Р. Фактори ризику виникнення ускладнень в дентальній імплантації / Р.Р. Павличко // Клінічна стоматологія. – 2013. – №. 3-4. – С. 99-99.

6. Peri-implant bone tissue assessment by comparing the outcome of intra-oral radiograph and cone beam computed tomography analyses to the histological standard / L. Corpas, R. Jacobs, M. Quirynen [et al.] // Clinical oral implants research. - 2011. - №22(5). - P. 492-499.
7. Carlsson G. E. Implant and root supported overdentures-a literature review and some data on bone loss in edentulous jaws / G.E. Carlsson // The journal of advanced prosthodontics. - 2014. - Т. 6, №. 4. - С. 245-252.
8. Pjetursson B. E. Quality of reporting of clinical studies to assess and compare performance of implant-supported restorations / B.E. Pjetursson, M. Zwahlen, N.P. Lang // Journal of clinical periodontology. - 2012. - Т. 39, №. 12. - С. 139-159.
9. Баркова А. В. Особливості обробки зображень стандарту dicom на етапі планування дентальної імплантації / Баркова А. В., Даниленко Т. В. // Український журнал телемедицини та медичної телематики. - 2012. - №. 10. - С. 27-32.

**Стаття надійшла
1.09.2016 р.**

Резюме

Кісткова тканина як об'єкт дослідження і суперімпозиції результатів томографічних досліджень є унікальним із точки зору можливостей аналізу, який за своєю структурою дозволяє однаково ефективно використовувати алгоритми накладання зображень як за поверхневими параметрами, так і за воксельними характеристиками. Використання принципу суперімпозиції результатів комп'ютерно-томографічних досліджень, зроблених відразу після встановлення імплантатів та в 9-12-місячний термін функціонування протетичних конструкцій, забезпечує можливості для визначення показників змін періімплантатної кісткової тканини з урахуванням циркулярної природи редукції кісткового гребеня й об'ємного характеру його резорбції. Отримані дані дозволяють індивідуалізувати підхід до оцінки якості комплексу проведених ятрогенних втручань із можливістю аналізу впливу різних факторів на стан періімплантатної кісткової тканини, в тому числі й адекватності вибору схем ортопедичної реабілітації стоматологічних хворих з опорою на імплантати.

Ключові слова: рівень періімплантатної кісткової тканини, суперімпозиція зображень.

Резюме

Костная ткань как объект исследования и суперимпозиции результатов томографических исследований является уникальным с точки зрения возможностей анализа, который по своей структуре позволяет одинаково эффективно использовать алгоритмы наложения изображений как по поверхностным параметрам, так и по воксельным характеристикам. Использование принципа суперимпозиции результатов компьютерно-томографических исследований, сделанных сразу после установки имплантатов и в 9-12-месячный период функционирования протетической конструкции, обеспечивает возможности для определения показателей изменений периимплантатной костной ткани с учетом циркулярной природы редукции костного гребня и объемного характера его резорбции. Полученные данные позволяют индивидуализировать подход к оценке качества комплекса проведенных ятрогенных вмешательств с возможностью анализа влияния различных факторов на состояние периимплантатной костной ткани, в том числе и адекватности выбора схем ортопедической реабилитации стоматологических пациентов с опорой на имплантаты.

Ключевые слова: уровень периимплантатной костной ткани, суперимпозиция изображений.

UDC 616.314-76-77-089.843

CLINICAL AND EXPERIMENTAL ARGUMENTATION OF MODIFIED METHOD FOR PERI-IMPLANT BONE REDUCTION EVALUATION DURING VARIOUS SCHEMES OF PROSTHETIC REHABILITATION

Kenyuk A.T.

SHEE "Uzhhorod National University", Department of Prosthodontics, Uzhgorod

Summary

Peri-implant bone loss is circular and volumetric by its main features, but in the most of researches level of bone reduction is measured via two-dimensional approach from the medial and distal sides of the implant structure. The effectiveness of this approach have been well documented by the significant number of scientists and clinicians, but the research of algorithm that provides specification of changes in the hard tissue around the established titanium element remains topical issues of modern implantology.

So, the aim of the paper was to determine the possibility of registering peri-implant bone changes through 9-12 months after the fixation of definitive prosthetic restorations in the system of non-removable implant supported prosthetics and system using full and partial overdentures as superstructures and supported by the implants. Evaluation process was held by the principle of image superimposition. Another objective of our study was to analyze the feasibility of the modified approach for determination volumetric loss of hard tissue due to the influence of artifacts on the quality of the tomographic slices.

In order to determine peri-implant bone changes was used a modified algorithm of images superimposition which includes converting of each patient's pairs of .dcm files to .stl format with further fragmentation zones of interest with a radius of 1 cm around each dental implant. Overlaying process of received fragments were held in adapted graphics software MeshLab by combining structured surface superimposition with the relevant points of comparison. Circular definition of bone changes was highlighted by color difference for each of the analyzed objects, after which was conducted calculation of conventional parameters corresponded to the volumetric reduction of bone.

Bone tissue as an object of research and superimposition of tomographic evaluation results, is unique in terms of analysis capacities that by its structure allows the efficient use of surface parameters and the voxel characteristics algorithms for image overlaying. Using the superimposition principle of computer-tomographic studies made immediately after implants installation and in the 9-12 months of prosthetics functioning provides opportunities to identify indicators of peri-implant bone changes considering the circular nature of the bone crest reduction and its volumetric nature of resorption. The obtained data allow to individualize the approach of assessing the quality of complex iatrogenic interventions conducted with the ability to analyze the impact of various factors on peri-implant bone changes, including the adequacy of choosing specific schemes of prosthetic rehabilitation of dental patients supported by implants structures.

Keywords: level peri-implant bone, images superimposition.