

ОСОБЛИВОСТІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ В ДІЛЯНКАХ ІМПЛАНТАЦІЇ У ПАЦІЄНТІВ З ГЕНЕРАЛІЗОВАНИМ ПАРОДОНТИТОМ ТА МЕТАБОЛІЧНИМИ ОСТЕОПАТІЯМИ

Інститут стоматології Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика.

Вступ. При метаболічних остеопатіях на тлі генералізованого пародонтиту кісткова тканина зазнає структурних та біомеханічних змін на різних рівнях її організації і вивчення цих змін є сучасним завданням.

Мета. Вивчити фізико-механічні властивості кісткової тканини в ділянках імплантації у пацієнтів з генералізованим пародонтитом та метаболічними остеопатіями.

Матеріал і методи. Вивчали фізико-механічні властивості кісткової тканини 72 біопатів кістки, отриманих під час імплантації у 36 пацієнтів. Застосовували ультразвукову денситометрію, наноіндентування зразків кістки, статистичні методи аналізу.

Результати. Визначено достовірне зниження пружних властивостей КТ щелеп у пацієнтів з остеопенією ($p < 0,05$) та остеопорозом ($p < 0,001$) на тлі ГП по відношенню до хворих з нормальною щільністю КТ та без ГП.

Висновки. Доведено наявність локальних змін архітеконики та міцності КТ у пацієнтів з ГП та діагностованими метаболічними остеопатіями в II та III групах, встановлено найбільшу втрату щільності КТ альвеолярного відростку та достовірне ($p < 0,001$) зниження пружних властивостей, за модулем Юнга, кортикальної ($4,31 \pm 0,12$ ГПа) та губчастої ($0,41 \pm 0,10$ ГПа) кістки у пацієнтів III групи порівняно до хворих I групи без уражень пародонта ($10,10 \pm 0,06$ ГПа та $0,84 \pm 0,05$ ГПа).

Ключові слова: генералізований пародонтит, метаболічні остеопатії, модуль Юнга кістки, дентальна імплантація.

Вступ. За життя людини змінюються умови рухової активності кістки чи скелета, змінюється механічне навантаження на кісткову тканину. Функціональне навантаження визначає структуру кісткової тканини (КТ). В умовах зниженого механічного навантаження на КТ формується остеопороз, в умовах підвищеного навантаження - робоча гіпертрофія. Процеси фізіологічної перебудови, спрямовані на зміни структури КТ відповідно до механічного навантаження в даний момент часу, є адаптаційними [1, 2]. Під впливом жувального навантаження та тону м'язів в альвеолярному відростку, тілі щелеп створюються механічні напруження, які зумовлюють функціональну фізіологічну перебудову КТ відповідно до навантаження. Певний раціон та кількість їжі формують стійкий діапазон рухів нижньої щелепи та жувального тиску на опорно-утримувальний апарат зубів та КТ навколо дентальних імплантатів (ДІ). Тому в процесі життєдіяльності людини формується певний стереотип жувального навантаження [2]. Відповідно до стереотипу жувального навантаження формується структурна організація альвеолярного відростка

та щелеп. Різноманітні соматичні захворювання можуть спричиняти зміни морфології та механічних властивостей КТ, таких як, наприклад, остеопороз та остеопенія. При метаболічних остеопатіях КТ зазнає змін (структурних та біомеханічних) на різних рівнях її структурної організації, що призводить до зміни архітекtonіки та мікроструктури КТ, а також зміни її мінеральної насиченості. Зазвичай структурні зміни кістки на різних рівнях тісно пов'язані одне з одним та несуть за собою зміни своїх фізико-механічних властивостей та, як наслідок, зміни в можливостях адаптуватись до нових умов навантажень [2-4].

При метаболічних остеопатіях відбувається підвищення порозності КТ, змінюється її мікроструктура, змінюється «сталій» (для КТ в умовах фізіологічної норми) перебіг біологічних процесів резорбції та формування КТ, змінюється репаративно-регенеративний потенціал [5-7]. Крім цього при остеопорозі відбувається зменшення маси КТ в одиниці об'єму. Остеопороз супроводжується стоншенням кортикального шару, розширенням центральних каналів остеонів, утворенням порожнин резорбції та їх подальшим злиттям, що збільшує порозність кортикального шару КТ. У губчастому шарі виникає атрофія кісткових трабекул, розширення міжтрабекулярних просторів, трабекули стоншуються і втрачають зв'язки між собою, у них частіше виникають мікропереломи, тріщини, щілини, значно зменшується площа з'єднання кісткових трабекул із кортикальною кісткою [3,4]. Здатність губчастої КТ сприймати і перерозподіляти навантаження зникає, при функціональному навантаженні протезів, що спираються на імплантати, утворюються ділянки локальної концентрації напружень, які зумовлюють швидке руйнування її мікроструктур. Кортикальний шар при системному остеопорозі змінюється меншою мірою і повільніше і він є основним фактором утримування навантаження від імплантатів на КТ. Враховуючи те що величина модуля пружності КТ та її міцність при метаболічних остеопатіях може зазнавати змін внаслідок втрати мінерального компонента і порушень нормальної архітекtonіки та дезінтеграції складної біомеханічної системи, якою є КТ [8], проведення досліджень біомеханічних властивостей КТ в ділянках імплантації є актуальними для науки та практичної стоматології.

Мета. Вивчити фізико-механічні властивості кісткової тканини в ділянках імплантації у пацієнтів з генералізованим пародонтитом та метаболічними остеопатіями і пацієнтів без уражень пародонта.

Матеріали і методи. З метою вивчення фізико-механічних властивостей КТ 36 пацієнтам віком 30 – 76 років, з яких 16 жінок (44,4%) та 20 чоловіків (55,6%), було проведено дослідження щільності КТ шляхом ультразвукової денситометрії, а також визначення параметрів модуля Юнга для шарів біоплатів КТ, отриманих під час свердлення кісткового ложа під ДІ. З метою порівняння фізико-механічних властивостей КТ у пацієнтів з нормальною мінеральною щільністю КТ та діагностованими остеопенією та остеопорозом за результатами ультразвукової денситометрії їх було розподілено на три групи. До I групи увійшли 12 осіб з нормальною мінеральною щільністю КТ (Т-критерій від $-1SD$ до $+1SD$) та без генералізованого пародонтиту; до II групи увійшли 12 пацієнтів з остеопенією КТ (Т-критерій від $-1SD$ до $-2,5SD$) та діагнозом ГП; до III групи увійшли 12 пацієнтів з остеопенією КТ (Т-критерій від $-2,5SD$) та діагнозом ГП. Функціональний стан КТ вивчали за допомогою ультразвукового денситометра «Achilles+», виробництва фірми Lunar Corp.

СТОМАТОЛОГІЯ

(США) за параметрами рекомендованими ВООЗ. Аналіз змін в структурно-функціональному стані КТ проводили за параметрами: щільність КТ (%) та Т критерій (од.). Верифікацію проводили згідно рекомендацій ВООЗ, ступінь втрати мінеральної щільності КТ за Т-критерієм від «-1SD» до «-2,5 SD» — остеопенія, більш ніж на «-2,5 SD» остеопороз КТ. Т-критерій вище «+1SD» вказував на остеосклеротичні зміни КТ, а нормальний стан КТ відповідав діапазону між «-1SD» та «+1SD» [8].

За допомогою використання багатофункціонального комп'ютер керованого приладу для наноіндентування «Мікрон-гамма» досліджували фізико-механічні властивості шарів КТ методом безперервного вдавлювання індентора, сканування (отримували міцнісний портрет поверхні КТ в ділянці дослідження). Метод безперервного вдавлювання дозволив вивчити мікротвердість КТ з нормальними і зміненими фізико-механічними властивостями в діапазоні малих і надмалих навантажень зразків з низькою щільністю. За допомогою наноіндентування ми вимірювали твердість та визначали пружні характеристики КТ - модуль Юнга (E, (GPa)).

Статистичну обробку отриманих результатів проводили на персональному комп'ютері, використовуючи програмне забезпечення Microsoft Excel і Statistica.

Результати дослідження та їх обговорення. З метою вивчення фізико-механічних властивостей КТ в 36 пацієнтів було проведено визначення параметрів модуля Юнга для шарів 72 біоптатів КТ, отриманих під час свердлення кісткового ложа під ДІ (табл. 1). За допомогою використання багатофункціонального комп'ютер-керованого приладу для наноіндентування «Мікрон-Гамма» досліджували фізико-механічні властивості шарів КТ методом безперервного вдавлювання індентора, сканування (отримували міцнісний портрет поверхні КТ в ділянці дослідження) (рис.). Результати дослідження зведені до таблиці.

Таблиця

Результати визначення фізико-механічних властивостей КТ 72 зразків біоптатів, забраних у пацієнтів у ділянках свердлення кісткового ложа під ДІ методом наноіндентування приладом «Мікрон-Гамма»

Тип кісткової тканини	Встановлений модуль Юнга, GPa		
	пацієнти з нормальною щільністю КТ (Т-критерій від -1SD до +1SD) I група, 24 зразки	пацієнти з остеопенією КТ (Т-критерій від -1SD до -2,5SD) II група, 24 зразки	пацієнти з остеопорозом КТ (Т-критерій від -2,5SD) III група, 24 зразки
Кортикальна КТ	10,10±0,06	8,28±0,09*	4,31±0,12*
Губчаста КТ	0,84±0,05	0,61±0,06*	0,41±0,10*

*Примітка: *достовірність відмінностей з показниками пацієнтів із нормальною щільністю КТ (p≤0,05).*

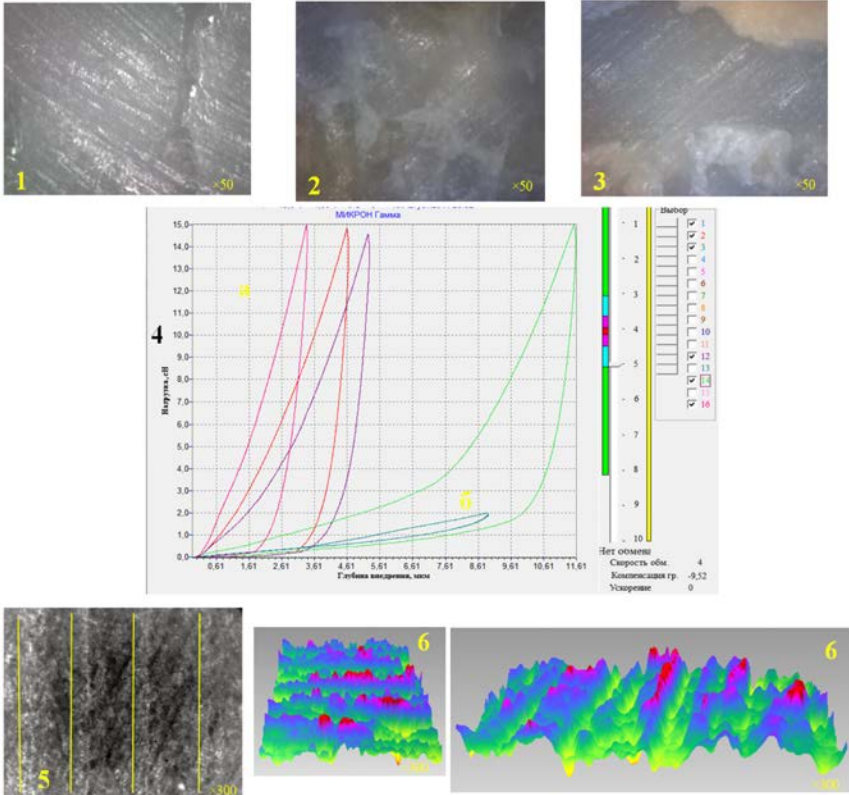


Рис. Етап дослідження біомеханічних властивостей біопатів КТ у пацієнтів з метаболічними остеопатіями

Примітка: 1- мікрофотографія поверхні зразка КТ, кортикальний шар («Мікрон-Гамма», збільшення $\times 50$); 2 - мікрофотографія поверхні зразка КТ, губчастий шар («Мікрон-Гамма», збільшення $\times 50$); 3 - перехідна зона губчастий та кортикальні шари КТ («Мікрон-Гамма», збільшення $\times 50$); 4 - діаграми навантаження зразків КТ у вікні інтерфейсу наноіндентометра «Мікрон-Гамма», (а) - діаграми навантаження ККТ, (б) - діаграми навантаження губчастої КТ; 5 - результат динамічного сканування індентором поверхонь зразків КТ на предмет вивчення анізотропії їх фізико-механічних властивостей («Мікрон-Альфа», автоматична фотофіксація поверхні зразка КТ з трасами динамічного сканування, $\times 300$); 6 - міцніший портрет поверхні, 3D реконструкція трас динамічного сканування з навалами («Мікрон-Альфа»).

Застосування методу наноіндентування дозволило визначити модуль пружності КТ зі зміненими фізико-механічними властивостями в діапазоні малих і надмалих навантажень 72 зразків КТ з низькою щільністю. За допомогою наноіндентування було визначено достовірне зниження пружних

властивостей КТ щелеп у пацієнтів з остеопенією ($p < 0,05$) та остеопорозом ($p < 0,001$) по відношенню до хворих зі встановленою за допомогою ультразвукової денситометрії нормальною щільністю КТ та без уражень пародонту.

Висновки. На основі проведених клініко-лабораторних та спеціальних досліджень встановлені певні особливості структурно-функціонального стану КТ в ділянках імплантації у хворих на ГП у порівнянні з пацієнтами без уражень пародонта. Доведено наявність локальних змін архітекtonіки та міцності КТ у пацієнтів з ГП та діагностованими метаболічними остеопатіями в II та III групах, встановлено найбільшу втрату щільності КТ альвеолярного відростку та достовірне ($p < 0,001$) зниження пружних властивостей, за модулем Юнга, кортикальної ($4,31 \pm 0,12$ ГПа) та губчастої ($0,41 \pm 0,10$ ГПа) кістки у пацієнтів III групи порівняно до хворих I групи без уражень пародонта ($10,10 \pm 0,06$ ГПа та $0,84 \pm 0,05$ ГПа). Отримані результати дозволяють розробити план заходів з підвищення біомеханічних характеристик і стимуляції компенсаторних процесів КТ АВ в ділянках дентальної імплантації з метою попередження її втрати та запобігання декомпенсаторних процесів КТ при її навантаженні зубними протезами навколо ДІ у пацієнтів з ГП і метаболічними остеопатіями.

Перспективи подальших досліджень. Виходячи з вищевказаного, будуть проведені експериментальні дослідження щодо вивчення індивідуальних скінченно-елементних моделей зубощелепного апарату пацієнтів з ГП, метаболічними остеопатіями та дентальними імплантатами, а отримані параметри пружних властивостей КТ у даному дослідженні будуть використані для завдання фізико-механічних властивостей кісток альвеолярного відростку в цих моделях.

Література

1. Бруско А. Т. Функциональная перестройка костей и ее клиническое значение / А.Т. Бруско, Г. В. Гайко. – Л.: Луганский гос. мед. ун-т., 2005. – 212 с.
2. Мазур І. П. Біомеханічні аспекти кісткової тканини нижньої щелепи: клініко-експериментальне дослідження. Частина II / І. П. Мазур, П. В. Леоненко // Імплантологія. Пародонтологія. Остеологія. – 2010. – № 2 (18). – С. 8–16.
3. Мазур І. П. Клініко-патогенетичні особливості перебігу захворювань пародонта при порушенні системного кісткового метаболізму та їх корекція: автореф. дис. на здобуття наук. степеня д-ра мед. наук : спец. 14.01.22 «Стоматологія» / І. П. Мазур. – Одеса, 2006. – 32 с.
4. Поворознюк В. В. Костная система и заболевания пародонта / В. В. Поворознюк, И. П. Мазур. – К., 2003. – 446 с.
5. Clinical Periodontology and Implant Dentistry. Lindle J., Lang N., Karring T. Fifth edition. - Blackwell Munksgaard. -2008. - V.1. - P.371.
6. Поворознюк В. В. Остеопороз та захворювання пародонта: Зв'язок є чи ні? / В. В. Поворознюк, В. М. Макаренко // Імплантологія. Пародонтологія. Остеологія. – 2007. – № 3 (7). – С. 6–8.
7. Мазур І. П. Влияние генерализованных заболеваний пародонта на структурно-функциональное состояние нижнечелюстной кости / И. П. Мазур, В. Н. Макаренко // Вісник стоматології. – 2007. – Т. 58, № 4. – С. 70–75.
8. Остеопороз: эпидемиология, клиника, диагностика, профилактика и лечение / Н. А. Корж [и др.]. — Х.: Золотые страницы, 2002. — 648 с.

П. В. Леоненко

Особенности физико-механических свойств костной ткани в участках имплантации у пациентов с генерализованным пародонтитом и метаболическими остеопатиями

**Институт стоматологии Национальной медицинской академии
последипломного образования шимени П.Л. Шупика**

Вступление. При метаболических остеопатиях на фоне генерализованного пародонтита костная ткань подвергается структурным и биомеханическим изменениям на разных уровнях ее организации и изучение этих изменений является современной задачей.

Цель. Изучить физико-механические свойства костной ткани в участках имплантации у пациентов с генерализованным пародонтитом и метаболическими остеопатиями.

Материал и методы. Изучали физико-механические свойства костной ткани 72 биоптатов кости, полученных во время имплантации у 36 пациентов. Применяли ультразвуковую денситометрию, наноиндентирование образцов кости, статистические методы анализа.

Результаты. Определено достоверное снижение упругих свойств КТ челюстей у пациентов с остеопенией ($p < 0,05$) и остеопорозом ($p < 0,001$) на фоне ГП по отношению к больным с нормальной плотностью КТ и без ГП.

Выводы. Доказано наличие локальных изменений архитектоники и прочности КТ у пациентов с ГП и диагностированными метаболическими остеопатиями во II и III группах, установлено наибольший урон плотности КТ альвеолярного отростка и достоверное ($p < 0,001$) снижение упругих свойств, по модулю Юнга, кортикальной ($4,31 \pm 0,12$ ГПа) и губчатой ($0,41 \pm 0,10$ ГПа) кости у пациентов III группы по сравнению с больными I группы без поражений пародонта ($10,10 \pm 0,06$ ГПа и $0,84 \pm 0,05$ ГПа).

Ключевые слова: генерализованный пародонтит, метаболические остеопатии, модуль Юнга кости, дентальная имплантация.

P. Leonenko

Features of the physical and mechanical properties of bone in areas of implantation in patients with generalized periodontitis and metabolic osteopathy

**Institute of Dentistry of Shpyk National Medical Academy
of Postgraduate Education**

Introduction. In metabolic osteopathy against the background of generalized periodontitis a bone is exposed to structural and biomechanical changes at different levels of its organization and the study of these changes is of current concern.

The aim. To study the physical and mechanical properties of bone in areas of implantation in patients with generalized periodontitis and metabolic osteopathy.

Material and Methods. We studied the physical and mechanical properties of 72 bone biopsies obtained during implantation in 36 patients. We used ultrasound densitometry, nanoindentation of bone samples, statistical analysis methods.

Results. There was revealed a significant decrease in elastic properties of jaws BT in patients with osteopenia ($p < 0.05$) and osteoporosis ($p < 0.001$) against GP as compared to patients with normal BT density and no GP.

Conclusions. There was revealed the presence of local changes in architectonics and strength of BT in patients with GP and metabolic osteopathy in the second and

third groups. Patients included in the third group were found to have the greatest loss of alveolar process density and significant reduction in elastic properties of cortical (4.31 ± 0.12 GPa) and trabecular (0.41 ± 0.10 GPa) bone by Young's modulus ($p < 0.001$) compared to the patients of the group with no periodontal lesions (10.10 ± 0.06 GPa and 0.84 ± 0.05 GPa).

Key words: generalized periodontitis, metabolic osteopathy, Young's modulus of bone, dental implantation.

Відомості про авторів:

Леоненко Павло Вікторович – д. мед. н., доцент кафедри ортопедичної стоматології Інституту стоматології НМАПО імені П.Л. Шупика. Адреса: Київ, вул. Пімоненка, 10-а, тел.: (044) 484-01-63.

УДК 616.31;617.52-089

© О.А. ОМЕЛЬЯНЕНКО, 2015

О.А. Омеляненко

ФУНКЦІОНАЛЬНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ СТУПЕНЯ АДАПТАЦІЙНО-КОМПЕНСАТОРНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ОПОРНИХ ЗУБІВ ПРИ ПЛАНУВАННІ ОРТОПЕДИЧНОГО ЛІКУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ ІЗ ЗАХВОРЮВАННЯМИ ТКАНИН ПАРОДОНТУ

Інститут стоматології Національної медичної академії післядипломної освіти імені П.Л.Шупика

Вступ. Стаття присвячена питанням діагностики та профілактики захворювань тканин пародонту при комплексному ортопедичному лікуванні хворих з дефектами зубних рядів, розробці нових підходів до вибору конструкцій зубних протезів з урахуванням ступеня структурно-функціональних змін та компенсаторних можливостей зубо-щелепної системи.

Результати. Клініко-лабораторні спостереження продемонстрували структурні порушення мікросудин ясен, які характеризуються порушенням регуляторних механізмів гемодинаміки, призводять до зниження резервних можливостей мікросудин тканин пародонта при генералізованих ураженнях, згідно ступеня тяжкості захворювання пародонту. Функціональними обстеженнями визначені особливості динаміки параметрів мікроциркуляції опорних зубів у пацієнтів з дефектами зубних рядів при різному ступені хронічного генералізованого пародонти ту на адаптаційно-присосувальних етапах ортопедичного лікування. Встановлено різний ступень збереження компенсаторно-присосувальних механізмів зубо-щелепної системи при цьому захворюванні.

Ключові слова: діагностика, захворювання пародонта, дефекти зубних рядів, лікування, конструкції зубних протезів, мікроциркуляція.

Вступ. Захворювання тканин пародонту займають друге місце за частотою та поширеністю серед усіх стоматологічних захворювань. Поширеність захворювань тканин пародонту в Україні у осіб віком від 16 до 35 років становить 74%, а після 40 років - діагностується майже у 100% обстежених [1-3]. Проведені епідеміологічні дослідження довели, що при захворюваннях тканин пародонту часткова втрата зубів є найпоширенішою патологією, яка призводить до розвитку вторинних деформацій зубних рядів,