



УДК 616.71-007.234:616-089.843

DOI 10.11603/2311-9624.2022.4.13587

©М. А. Даценко

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці

e-mail: identist83@gmail.com

Сучасні погляди на процеси остеointegraції дентальних імплантатів у хворих на системний остеопороз

ІНФОРМАЦІЯ

Надійшла до редакції/Received:
10.11.22 р.

Ключові слова: остеointegraція; дентальна імплантація; системний остеопороз.

АНОТАЦІЯ

Резюме. Якісна та кількісна оцінка кісткової тканини щелеп необхідна в усіх розділах стоматології – від пародонтології до ендодонтії та протезування, але особливо важлива у дентальній імплантології. Результати аналізу літератури з питань протезування із використанням різних систем імплантатів показують, що стан кісткової тканини істотно впливає на термін користування зубними протезами. Разом з тим, питання остеointegraції при остеопорозі залишаються маловивченими.

Мета дослідження – проаналізувати дані наукових літературних джерел стосовно проблеми остеointegraції дентальних імплантатів у хворих на системний остеопороз.

Матеріали і методи. Застосовано бібліосемантичний метод для з'ясування стану проблеми, вивчення аналізу результатів попередніх наукових досліджень на основі джерел літератури та електронних ресурсів.

Результати досліджень та їх обговорення. У літературі наводяться окремі клінічні спостереження успішного застосування зубних імплантатів у пацієнтів, які страждають від системного остеопорозу. Є повідомлення про успішну імплантацію у глюкокортикоїдно-залежних пацієнтів, а також в осіб, які страждають від остеопорозу в поєднанні з хронічним поліартритом. Результати багатовекторних досліджень показали, що у пацієнтів з ознаками системного остеопорозу (знижена мінеральна щільність кісткової тканини поперекового відділу хребта та стегнової кістки) та остеопоротичними проявами у структурі альвеолярної кістки, імплантати успішно функціонували протягом багатьох років. Ряд авторів спостерігав відторгнення лише одного імплантата, що, на думку авторів, відповідає літературним даним, та не може бути приписано системному остеопорозу.

Висновки. Проблема підвищення ефективності застосування дентальних імплантатів у пацієнтів із системним остеопорозом залишається дуже актуальною та суттєвою для клінічної практики. Затребуваність дентальної імплантації серед населення України висока, проте найчастіше лікарі змушені відмовляти пацієнтам із остеопорозом в імплантації через високий відсоток невдалих наслідків.

Вступ. Остеопороз, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, посідає четверте місце серед інших захворювань, поширених на Землі, поступаючись лише хворобам серцево-судинної системи, онкологічним та ендокринним [1]. Остеопороз виникає в результаті повільної та непомітної втрати кальцію, при цьому відбувається зменшення об'єму та міцності кісток [2]. Ця хвороба розвивається поступово, проявляється болем, сильною втомою, надмірним зубним нальотом, пародонтозом, крихкістю та розм'якшенням нігтів, передчасним посивінням, нічними судомами ніг [3].

Кісткова тканина щелеп за будовою та хімічним складом мало чим відрізняється від інших кісток скелета [4]. Однак в альвеолярній кістці процеси внутрішньої перебудови пербігають активніше, ніж у інших кістках скелета. В нормі висота альвеолярного гребеня підтримується фізіологічною рівновагою між формуванням і резорбцією кістки, які регулюються не тільки системними, а й місцевими факторами [5].

В останні роки значну увагу приділяли уточненню взаємозв'язку між метаболічними захворюваннями кісткової тканини та змінами в кістковій тканині щелеп [6]. Здавалося би, системні процеси, що відбуваються в організмі, не можуть не впливати на стан тканин зубощелепної системи. Проте взаємозв'язок між остеопорозом та станом порожнини рота залишається дискусійним питанням.

Якісна та кількісна оцінка кісткової тканини щелеп необхідна у всіх розділах стоматології – від пародонтології до ендодонтії та протезування, але особливо важлива у дентальній імплантології. Аналіз літератури з питань протезування з використанням різних систем імплантатів показує, що стан кісткової тканини істотно впливає на термін користування зубними протезами [7]. Разом з тим, питання остеointegraції при остеопорозі залишаються маловивченими.

Метою дослідження було проаналізувати дані наукових літературних джерел стосовно проблеми остеointegraції дентальних імплантатів у хворих на системний остеопороз.

Матеріали і методи. Застосовано бібліосемантичний метод для з'ясування стану проблеми, вивчення аналізу результатів попередніх наукових досліджень на основі джерел літератури та електронних ресурсів.

Результати досліджень та їх обговорення. Спочатку остеопороз розглядали як фактор

ризиків відторгнення зубних імплантатів, але експериментальні та клінічні дослідження вказують на те, що імплантація може бути успішною при остеопорозі, хоча механізми остеointegraції при цьому захворюванні все ще нез'ясовані до кінця [8].

Наведено дані про хороше приживлення імплантатів у щурів із дефіцитом кальцію [9] та у кроликів зі стероїдним остеопорозом [10]. Результати експериментального дослідження [11] також підтверджують можливість успішної остеointegraції імплантатів, проте автори зазначають, що процес формування кістки навколо імплантата у кроликів з остеопорозом був більш тривалим, ніж у контрольній групі.

Дослідження [12] свідчать про те, що в умовах дефіциту кальцію та при стероїдному остеопорозі маса та мінеральна щільність кістки, що оточує імплантат, значно знижені порівняно з такими у здорових тварин. У щурів, які зазнали оварієктомії, формування кісткової тканини навколо імплантата та контакт кістки з імплантатом також були значно гіршими, ніж у контрольній групі [13].

Клінічні дослідження, присвячені вивченню остеointegraції імплантатів у пацієнтів із метаболічними захворюваннями кісткової тканини, також суперечливі.

Так, автори [14], які вивчили літературу з остеопорозу та його вплив на втрату кісткової маси щелеп, вважають, що для двоетапного використання ендосальних імплантатів у пацієнтів з остеопорозом немає жодних протипоказань. Аналогічної думки дотримуються [15], які вважають, що остеопороз не знижує якість остеointegraції зубних імплантатів. Хоча процес остеointegraції частково залежить від стану кісткового ложа, рівень сформованої навколо імплантатів кісткової маси у пацієнтів з остеопорозом не відрізняється від групи здорових осіб, а відсоток відторгнень імплантатів не корелює ні з віком, ні зі статтю пацієнтів.

У літературі наведено окремі клінічні спостереження успішного застосування зубних імплантатів у пацієнтів, які страждають від системного остеопорозу [16]. Є повідомлення про успіх імплантації у глюкокортикоїдзалежних пацієнтів [17], а також в осіб, які страждають від остеопорозу в поєднанні з хронічним поліартритом [18]. Результати дослідження [19] показали, що у пацієнтів з ознаками системного остеопорозу (знижена мінеральна щільність кісткової тканини поперекового

відділу хребта та стегнової кістки) та остеопоротичними проявами у структурі альвеолярної кістки, імплантати успішно функціонували протягом багатьох років. Ряд дослідників [20] спостерігав відторгнення лише одного імплантата (1,2 %), що, на думку авторів, відповідає літературним даним, та не може бути приписано системному остеопорозу.

L. Minsk, A. M. Poison підтверджують припущення, що наявність остеопорозу не є протипоказанням для використання ендосальних імплантатів, оскільки в їх дослідженні у всіх жінок, незалежно від наявності остеопорозу та гормонального статусу, спостерігалися практично однакові результати після проведення зубної імплантації [21].

Проте [22] зазначають, що у жінок із постменопаузальним остеопорозом, які не одержують замісну терапію гормональними препаратами, зростає відсоток відторгнення імплантатів на верхній щелепі. Дослідження [23] показали, що на верхній щелепі остеоінтеграція імплантатів взагалі гірша, ніж на нижній щелепі. Головною причиною є стан кісткової тканини – зменшена кількість кістки в поєднанні з тонким, кортикальним шаром та низькою щільністю кістки.

У дослідженні [24] отримані дані, що при поєднанні дентальної імплантації із синусліфтингом, зменшена відносна щільність маси кістки, порівняно з віковою нормою, значно знижує відсоток успіху операції.

A. K. Garg та ін. (2017), Wilson T. G. Jr, F. L. Higginbottom (2018) вважають, що ортопедичне лікування із застосуванням імплантатів у пацієнтів похилого віку має безліч проблем, більшість з яких пов'язана зі зміною тканин організму в процесі старіння. Клініцист повинен знати про фізичні, метаболічні та ендокринні порушення, пов'язані зі старінням, і як ці зміни можуть вплинути на остеоінтеграцію імплантатів [25].

S. R. Bryant, G. A. Zarb (2012), навпаки, повідомляють про високу ефективність дентальної імплантації у людей похилого віку, хоча ця біотехнологія була спочатку розрахована на пацієнтів середніх років. Результати багаторічних досліджень в Університеті Торонто показують, що процес остеоінтеграції імплантатів у пацієнтів похилого віку відбувається так само як і в молодих людей, незважаючи на наявні системні захворювання, у тому числі остеопороз [26].

M. Chanavaz (2019), E. S. Elsubeihi, G. A. Zarb (2016) вважають, що сучасні стандарти орто-

педичного лікування з опорою на імплантати не повинні виключати пацієнтів з відносними чи абсолютними протипоказаннями, не досліджуючи можливості покращення та стабілізації їхнього загального стану.

L. F. Coorer та ін. (2020) вважають, що зубні імплантати можна успішно застосовувати у пацієнтів з остеопорозом, якщо дотримуватися наступних принципів. До розміщення імплантатів рекомендують комплексне обстеження пацієнтів із метою оцінки стану кісткової тканини та метаболічних порушень. Хворі повинні пройти огляд ортопеда, ендокринолога або гінеколога та у разі необхідності отримати курс лікування. Протягом післяопераційного періоду рекомендують приймання фізіологічних доз вітаміну D та кальцію. Пацієнти повинні дотримуватись збалансованої дієти та спробувати кинути курити, оскільки куріння – фактор ризику для розвитку остеопорозу [27] та відторгнення імплантатів [28].

G. Alsaadi та ін. (2017) встановили, що остеопороз та куріння були тісно пов'язані з раннім відторгненням імплантатів. Автори вважають, що за наявності у пацієнта несприятливих системних чи місцевих чинників, необхідно обирати альтернативні методи протезування. D. Hwang, H. L. Wang (2017) вважають, що системні фактори та шкідливі звички впливають на остеоінтеграцію імплантата різною мірою. Остеопороз автори відносять до відносних протипоказань.

M. Esposito та ін. (2018), A. S. el Askary та ін. (2019), M. R. Norton (2011) проаналізували фактори, пов'язані із втратою зубних імплантатів. Серед основних причин ранніх втрат імплантатів автори виділяють: надмірну хірургічну травму в поєднанні зі зниженою здатністю до загоєння, передчасне навантаження та інфекцію. Крім того, на остеоінтеграцію при остеопорозі можуть впливати поверхневі властивості імплантата (шорсткість та тип покриття).

Від процесу ремоделювання кісткової тканини значною мірою залежить міцність фіксації імплантатів після встановлення протеза. При остеопорозі не рекомендують безпосереднє або «тимчасове» навантаження зубних імплантатів, оскільки при низькій якості кісткової тканини, в період загоєння, можуть з'явитися мікрорухи та дезінтеграція імплантата, навіть при мінімальних навантаженнях. Особливо це важливо на початковому етапі формування кістково-імплантаційного інтерфейсу [29].

З метою підвищення якості остеоінтеграції імплантата при остеопорозі потрібен додатковий час для мінералізації кістки. Період від розміщення імплантатів до фіксації ортопедичної конструкції у пацієнтів з остеопорозом має бути розширений на 2 місяці, тобто 8 проти 6 місяців на верхній щелепі та 6 проти 4 місяців на нижній щелепі [30].

Оклюзійне навантаження має бути рівномірно розподілено, щоб уникнути перевантаження імплантата, яке може спричинити його втрату. Якщо в період остеоінтеграції навколо імплантата відбувається пришвидшена резорбція кістки без клінічних ознак перимплантиту, необхідно перш за все виключити оклюзійне перевантаження та отримати консультації фахівців, наприклад ендокринолога, для переоцінки режиму терапії остеопорозу [31].

Для кісток різної якості визнані рекомендації щодо застосування різних типів імплантатів та супраконструкцій. При виборі імплантата перевагу необхідно віддати тим конструкціям, які забезпечуватимуть хороший контакт з кісткою, щоб гарантувати первинну стабілізацію імплантата менш щільної остеопорозної кістки [32].

В експериментальному дослідженні L. G. Persson та ін. (2018) встановлено, що механічна обробка поверхні імплантата підвищує остеоінтеграцію, разом з тим, як зростання кістки на гладкій поверхні імплантатів є істотно нижчим. M. Schuler та ін. (2016), G. P. Schincaglia та ін. (2017) вважають, що одним із підходів до поліпшення загоєння та остеоінтеграції імплантатів при остеопорозі є підвищення біосумісності імплантатів шляхом спеціальної обробки їхньої поверхні.

Результати досліджень [33] дозволяють стверджувати, що застосування імплантатів з трикальційфосфатним покриттям у пацієнтів з остеопорозом дає дуже добрий результат. G. Alsaadi та ін. (2017) порівняли результати остеоінтеграції імплантатів з поверхнею, котра зазнала машинної обробки, та з поверхнею TiUnite. За даними авторів, покращена поверхня імплантату типу TiUnite сприяє підвищенню ефективності лікування. M. Yoshinari та ін. (2012) показали, що використання імплантатів із плазмонапиленням покриттям фос-

фату кальцію на поверхні у поєднанні з терапією бісфосфонатами сприяло підвищенню остеоінтеграції імплантатів у пацієнтів з остеопорозом.

Місцеве використання бісфосфонатів для зменшення резорбції кістки після проведення дентальної імплантації у пацієнтів з остеопорозом пропонують A. Yaffe та ін. (2017). Крім того, M. Degidi, A. Piattelli (2018) повідомляють, що призначення бісфосфонатів у пацієнтів з остеопорозом дозволяє навіть здійснювати безпосереднє навантаження на зубні імплантати, всупереч літературним даним. K. Jefcoat та ін. (2016) також представили відомості, що застосування при дентальній імплантації бісфосфонатів останнього покоління (алендронат та різендронат) є ефективним та безпечним.

Проте останніми роками стало з'являтися дедалі більше даних про викликаний бісфосфонатами остеонекроз щелеп, що стало актуальною і поширеною проблемою їх застосування [34].

Пацієнткам із постменопаузальним остеопорозом для покращення процесу остеоінтеграції рекомендують призначати замісну гормональну терапію [35]. Однак у дослідженні [36] не виявлено жодної істотної відмінності в процесах остеоінтеграції імплантатів у жінок, які отримують естрогени порівняно з жінками без замісно гормональної терапії.

У літературі розглядаються також аспекти регенеративної терапії, що ґрунтується на використанні стовбурових клітин та факторів росту [37], але питання їх застосування мало вивчені.

Висновки. Проблема підвищення ефективності застосування дентальних імплантатів у пацієнтів із системним остеопорозом залишається дуже актуальною та дуже суттєвою для клінічної практики. Затребуваність дентальної імплантації серед населення України висока, проте найчастіше лікарі змушені відмовляти пацієнтам із остеопорозом в імплантації через високий відсоток невдалих наслідків.

Перспективи подальших досліджень будуть спрямовані на розробку комплексної терапії при використанні методу дентальної імплантації у хворих на системний остеопороз.

©M. A. Datsenko

Bukovyna State Medical University, Chernivtsi

Modern views on the processes of osteointegration of dental implants in patients with systemic osteoporosis

Summary. Qualitative and quantitative evaluation of the bone tissue of the jaws is necessary in all sections of dentistry - from periodontology to endodontics and prosthetics, but it is especially important in dental implantology. Analysis of the literature on prosthetics using various implant systems shows that the state of bone tissue significantly affects the period of use of dental prostheses. At the same time, the issues of osseointegration in osteoporosis remain poorly studied.

The aim of the study – to analyze data from scientific literary sources regarding the problem of osseointegration of dental implants in patients with systemic osteoporosis.

Materials and Methods. The bibliosemantic method was used to clarify the state of the problem, study the analysis of the results of previous scientific research based on literature sources and electronic resources.

Results and Discussion. In the literature, there are separate clinical observations of the successful use of dental implants in patients suffering from systemic osteoporosis. There are reports of successful implantation in glucocorticoid-dependent patients, as well as in patients suffering from osteoporosis in combination with chronic polyarthritis. The results of multi-vector studies showed that in patients with signs of systemic osteoporosis (decreased bone mineral density of the lumbar spine and femur) and osteoporotic manifestations in the structure of the alveolar bone, implants functioned successfully for many years. A number of authors observed rejection of only one implant, which, according to the authors, corresponds to literature data and cannot be attributed to systemic osteoporosis.

Conclusions. Thus, the problem of increasing the effectiveness of the use of dental implants in patients with systemic osteoporosis remains very relevant and significant for clinical practice. The demand for dental implantation among the population of Ukraine is high, but most often doctors are forced to refuse implantation to patients with osteoporosis due to the high percentage of unsuccessful consequences.

Key words: osseointegration; dental implantation; systemic osteoporosis.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Evidence on physical activity and osteoporosis prevention for people aged 65+ years: a systematic review to inform the WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour / M. B. Pinheiro, J. Oliveira, A. Bauman [et al.] // *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*. – 2020. – No. 17 (1). – P. 150
2. How to manage osteoporosis before the age of 50 / S. Rozenberg, O. Bruyère, P. Bergmann // *Maturitas*. – 2020. – No. 138. – P. 14–25.
3. Osteoporosis in Patients with Chronic Kidney Diseases: A Systemic Review / C. Y. Hsu, L. R. Chen, K. H. Chen [et al.] // *International journal of molecular sciences*. – 2020. – No. 21 (18). – P. 6846
4. Maxillary and mandibular all-on-four implant designs: A review / R. Durkan, P. Oyar, G. Deste [et al.] // *Nigerian journal of clinical practice*. – 2019. – No. 22 (8). – P. 1033–1040.
5. Mandibular implant-supported overdenture: A systematic review and meta-analysis for optimum selection of attachment system / P. V. Sutariya, H. M. Shah, S. D. Patel [et al.] // *Journal of Indian Prosthodontic Society*. – 2021. – No. 21(4). – P. 319–327.
6. Bone quality and quantity of the mandibular symphyseal region in autogenous bone grafting using cone-beam computed tomography: a cross-sectional study / Y. Safi, R. Amid, M. Kadkhodazadeh [et al.] // *Head & face medicine*. – 2021. – No. 17 (1). – P. 26.
7. Gupta R. *Dental Implants* / R. Gupta, N. Gupta, Kurt K. Weber // *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing*, 2021.
8. Toy V. E. Evaluation of long-term dental implant success and marginal bone loss in postmenopausal women / V. E. Toy, M. O. Uslu // *Nigerian journal of clinical practice*. – 2020. – No. 23 (2). – P. 147–153.
9. Data on biomechanics and elemental maps of dental implant-bone complexes in rats / B. Wang, K. Kim, S. Srirangapatanam [et al.] // *Data in brief*. – 2020. – No. 31. – P. 105969.
10. Effects of ibuprofen-loaded TiO₂ nanotube dental implants in alloxan-induced diabetic rabbits / Y. G. Kim, W. T. Kim, B. H. Jung [et al.] // *Journal of periodontal & implant science*. – 2021. – No. 51 (5). – P. 352–363.
11. Simulation analysis of impact damage to the bone tissue surrounding a dental implant / X. Ma, X. Diao, Z. Li [et al.] // *Scientific reports*. – 2020. – No. 10 (1). – P. 6927.
12. Dental Implants with a Calcium Ions-Modified Surface and Platelet Concentrates for the Rehabilitation of Medically Compromised Patients: A Retrospective Study with 5-Year Follow-Up / M. Mozzati, G. Galesio, G. Menicucci [et al.] // *Materials (Basel, Switzerland)*. – 2021. – No. 14 (11). – P. 2718.
13. Effect of photofunctionalization on titanium bone-implant integration in ovariectomized rats / S. Kemuriyama, H. Aita, T. Maida [et al.] // *Dental materials journal*. – 2022. DOI: 10.4012/dmj.2022-081.

14. The Correlation of Mineral Density of Jaws With Skeletal Bone and Its Effect on Implant Stability in Osteoporotic Patients: A Review of Patient-Based Studies / S. G. Pisulkar, R. A. Mistry, S. Nimonkar [et al.] // *Cureus*. – 2022. – No. 14 (7). – P. e27481.
15. Influence of osteoporosis and mechanical loading on bone around osseointegrated dental implants: A rodent study / X. Chen, Y. Moriyama, Y. Takemura [et al.] // *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. – 2021. – No. 123. – P. 104771.
16. Hua xi kou qiang yi xue za zhi = Huaxi kouqiang yixue zazhi / L. Cuifen, P. Guoguang, F. Yuanhua, H. Xingxiang // *West China journal of stomatology*. – 2017. – No. 35 (1). – P. 108–111.
17. Dental implants in Sjögren's syndrome patients: A systematic review / D. Almeida, K. Vianna, P. Arriaga [et al.] // *PloS One*. – No. 12 (12). – P. e0189507.
18. Inflammasomes in Alveolar Bone Loss / Y. Li, J. Ling, Q. Jiang [et al.] // *Frontiers in immunology*. – 2021. – No. 12. – P. 691013.
19. Hibi H. Iatrogenic risk of osteonecrosis of the jaw? Bone substitutes for dental implants: a warning from Japan / H. Hibi // *Nagoya journal of medical science*. – 2020. – No. 82 (1). – P. 1–3.
20. Prosthetic failures in dental implant therapy / I. Sailer, D. Karasan, A. Todorovic [et al.] // *Periodontology*. – 2000. – Vol. 2022, No. 88 (1). – P. 130–144.
21. Burtscher D. Dental implant procedures in immunosuppressed organ transplant patients: a systematic review / D. Burtscher, D. Dalla Torre // *International journal of oral and maxillofacial surgery*. – 2022. – No. 51 (3). – P. 380–387.
22. Górski B. Dental Implant Treatment in Patients Suffering from Oral Lichen Planus: A Narrative Review / B. Górski // *International journal of environmental research and public health*. – 2022. – No 19 (14). – P. 8397.
23. Endosseous Dental Implant Materials and Clinical Outcomes of Different Alloys: A Systematic Review / L. Fiorillo, M. Cicciù, T. F. Tozum [et al.] // *Materials (Basel, Switzerland)*. – 2022. – No. 15 (5). – P. 1979.
24. Analgesics for Dental Implants: A Systematic Review / M. Melini, A. Forni, F. Cavallin [et al.] // *Frontiers in pharmacology*. – 2021. – No. 11. – P. 634963.
25. Smoking, radiotherapy, diabetes and osteoporosis as risk factors for dental implant failure: a meta-analysis / H. Chen, N. Liu, X. Xu [et al.] // *PloS One*. – 2013. – No. 8 (8). – P. e71955.
26. Association between Age of Menopause and Thickness of Crestal Cortical Bone at Dental Implant Site: A Cross-Sectional Observational Study / Y. C. Ko, M. T. Tsai, L. J. Fuh [et al.] // *International journal of environmental research and public health*. – 2020. – No. 17 (16). – P. 5868.
27. General Diseases Influence on Peri-Implantitis Development: a Systematic Review / Z. Guobis, I. Pacauskiene, I. Astramskaite [et al.] // *Journal of oral & maxillofacial research*. – 2016. – No. 7 (3). – P. e5.
28. Effects of continual intermittent administration of parathyroid hormone on implant stability in the presence of osteoporosis: an in vivo study using resonance frequency analysis in a rabbit model / Y. Oki, K. Doi, Y. Makihara [et al.] // *Journal of applied oral science : revista FOB*. – 2017. – No. 25 (5). – P. 498–505.
29. Role of Selective Serotonin Reuptake Inhibitors in Prognosis Dental Implants: A Retrospective Study / P. Chandra, S. Roy, A. Kumari [et al.] // *Journal of pharmacy & bioallied sciences*. – 2021. – No. 13 (Suppl. 1). – P. S92–S96.
30. Hydrophilic titanium surface modulates early stages of osseointegration in osteoporosis / R. Siqueira, J. A. Ferreira, F. Rizzante [et al.] // *Journal of periodontal research*. – 2021. – No. 56 (2). – P. 351–362.
31. Gupta R. Early dental implant failure in patient associated with oral bisphosphonates / R. Gupta // *Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research*. – 2012. – No 23 (2). – P. 298.
32. On the effect of antiresorptive drugs on the bone remodeling of the mandible after dental implantation: a mathematical model / M. Ashrafi, F. Ghalichi, B. Mirzakouchak [et al.] // *Scientific reports*. – 2021. – No. 11 (1). – P. 2792.
33. The clinical significance of implant stability quotient (ISQ) measurements: A literature review / H. Huang, G. Wu, E. Hunziker [et al.] // *Journal of oral biology and craniofacial research*. – 2020. – No. 10 (4). – P. 629–638.
34. Osteopathology induced by bisphosphonates and dental implants: clinical observations / C. Jacobsen, P. Metzler, M. Rössle [et al.] // *Clinical oral investigations*. – 2013. – No. 17 (1). – P. 167–175.
35. Dental Pulp Stem Cells on Implant Surface: An In Vitro Study / L. Laino, M. La Noce, L. Fiorillo [et al.] // *BioMed research international*. – 2021. – P. 3582342.

REFERENCES

1. Pinheiro, M.B., Oliveira, J., Bauman, A., Fairhall, N., Kwok, W., & Sherrington, C. (2020). Evidence on physical activity and osteoporosis prevention for people aged 65+ years: a systematic review to inform the WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), 150.
2. Rozenberg, S., Bruyère, O., Bergmann, P., Cavalier, E., Gielen, E., Goemaere, S., Kaufman, J.M., ... Body, J.J. (2020). How to manage osteoporosis before the age of 50. *Maturitas*, 138, 14–25.
3. Hsu, C.Y., Chen, L.R., & Chen, K.H. (2020). Osteoporosis in Patients with Chronic Kidney Diseases: A Systemic Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(18), 6846.
4. Durkan, R., Oyar, P., & Deste, G. (2019). Maxillary and mandibular all-on-four implant designs: A review. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 22(8), 1033–1040.
5. Sutariya, P.V., Shah, H.M., Patel, S.D., Upadhyay, H.H., Pathan, M.R., & Shah, R.P. (2021). Mandibular implant-supported overdenture: A systematic review and meta-analysis for optimum selection of attachment system. *Journal of Indian Prosthodontic Society*, 21(4), 319–327.
6. Safi, Y., Amid, R., Kadkhodazadeh, M., Mortazavi, H., Sharifi, M.P., & Gandomi, S. (2021). Bone quality and

- quantity of the mandibular symphyseal region in autogenous bone grafting using cone-beam computed tomography: a cross-sectional study. *Head & Face Medicine*, 17(1), 26.
7. Gupta, R., Gupta, N., & Weber, K.K. (2021). *Dental Implants*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
8. Toy, V.E., & Uslu, M.O. (2020). Evaluation of long-term dental implant success and marginal bone loss in postmenopausal women. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 23(2), 147-153.
9. Wang, B., Kim, K., Srirangapatanam, S., Ustriyana, P., Wheelis, S.E., Fakra, S.C., Kang, M., Rodrigues, D.C., & Ho, S.P. (2020). Data on biomechanics and elemental maps of dental implant-bone complexes in rats. *Data in Brief*, 31, 105969.
10. Kim, Y.G., Kim, W.T., Jung, B. H., Yoo, K.Y., Um, H.S., Chang, B.S., Lee, J.K., & Choi, W.Y. (2021). Effects of ibuprofen-loaded TiO nanotube dental implants in alloxan-induced diabetic rabbits. *Journal of Periodontal & Implant Science*, 51(5), 352-363.
11. Ma, X., Diao, X., Li, Z., Xin, H., Suo, T., Hou, B., Tang, Z., Wu, Y., Feng, F., & Luo, H. (2020). Simulation analysis of impact damage to the bone tissue surrounding a dental implant. *Scientific Reports*, 10(1), 6927.
12. Mozzati, M., Gallesio, G., Menicucci, G., Manzella, C., Tumedei, M., & Del Fabbro, M. (2021). Dental Implants with a Calcium Ions-Modified Surface and Platelet Concentrates for the Rehabilitation of Medically Compromised Patients: A Retrospective Study with 5-Year Follow-Up. *Materials (Basel, Switzerland)*, 14(11), 2718.
13. Kemuriyama, S., Aita, H., Maida, T., Kawamura, N., Nezu, T., Iijima, M., Endo, K., & Koshino, H. (2022). Effect of photofunctionalization on titanium bone-implant integration in ovariectomized rats. *Dental Materials Journal*. DOI: 10.4012/dmj.2022-081.
14. Pisulkar, S.G., Mistry, R.A., Nimonkar, S., Dahihandekar, C., Pisulkar, G., & Belkhode, V. (2022). The Correlation of Mineral Density of Jaws With Skeletal Bone and Its Effect on Implant Stability in Osteoporotic Patients: A Review of Patient-Based Studies. *Cureus*, 14(7), e27481.
15. Chen, X., Moriyama, Y., Takemura, Y., Rokuta, M., & Ayukawa, Y. (2021). Influence of osteoporosis and mechanical loading on bone around osseointegrated dental implants: A rodent study. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 123, 104771.
16. Cuifen, L., Guoguang, P., Yuanhua, F., & Xingxiang, H. (2017). Hua xi kou qiang yi xue za zhi = Huaxi kouqiang yixue zazhi = *West China journal of stomatology*, 35(1), 108-111.
17. Almeida, D., Vianna, K., Arriaga, P., & Moraschini, V. (2017). Dental implants in Sjögren's syndrome patients: A systematic review. *PLoS One*, 12(12), e0189507.
18. Li, Y., Ling, J., & Jiang, Q. (2021). Inflammasomes in Alveolar Bone Loss. *Frontiers in Immunology*, 12, 691013.
19. Hibi, H. (2020). Iatrogenic risk of osteonecrosis of the jaw? Bone substitutes for dental implants: a warning from Japan. *Nagoya Journal of Medical Science*, 82(1), 1-3.
20. Sailer, I., Karasan, D., Todorovic, A., Ligoutsikou, M., & Pjetursson, B.E. (2022). Prosthetic failures in dental implant therapy. *Periodontology 2000*, 88(1), 130-144.
21. Burtscher, D., & Dalla Torre, D. (2022). Dental implant procedures in immunosuppressed organ transplant patients: a systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 51(3), 380-387.
22. Górski, B. (2022). Dental Implant Treatment in Patients Suffering from Oral Lichen Planus: A Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14), 8397.
23. Fiorillo, L., Cicciù, M., Tozum, T. F., Saccucci, M., Orlando, C., Romano, G. L., D'Amico, C., & Cervino, G. (2022). Endosseous Dental Implant Materials and Clinical Outcomes of Different Alloys: A Systematic Review. *Materials (Basel, Switzerland)*, 15(5), 1979.
24. Melini, M., Furni, A., Cavallin, F., Parotto, M., & Zanette, G. (2021). Analgesics for Dental Implants: A Systematic Review. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 634963.
25. Chen, H., Liu, N., Xu, X., Qu, X., & Lu, E. (2013). Smoking, radiotherapy, diabetes and osteoporosis as risk factors for dental implant failure: a meta-analysis. *PLoS One*, 8(8), e71955.
26. Ko, Y.C., Tsai, M.T., Fuh, L.J., Tsai, M.J., Wang, X.H., Huang, H.L., & Hsu, J.T. (2020). Association between Age of Menopause and Thickness of Crestal Cortical Bone at Dental Implant Site: A Cross-Sectional Observational Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5868.
27. Guobis, Z., Pacauskiene, I., & Astramskaite, I. (2016). General Diseases Influence on Peri-Implantitis Development: a Systematic Review. *Journal of Oral & Maxillofacial Research*, 7(3), e5
28. Oki, Y., Doi, K., Makihara, Y., Kobatake, R., Kubo, T., & Tsuga, K. (2017). Effects of continual intermittent administration of parathyroid hormone on implant stability in the presence of osteoporosis: an in vivo study using resonance frequency analysis in a rabbit model. *Journal of Applied Oral Science: Revista FOB*, 25(5), 498-505.
29. Chandra, P., Roy, S., Kumari, A., Agarwal, R., Singh, A., & Sharan, S. (2021). Role of Selective Serotonin Reuptake Inhibitors in Prognosis Dental Implants: A Retrospective Study. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 13(1), S92-S96.
30. Siqueira, R., Ferreira, J.A., Rizzante, F., Moura, G.F., Mendonça, D., de Magalhães, D., Cimdões, R., & Mendonça, G. (2021). Hydrophilic titanium surface modulates early stages of osseointegration in osteoporosis. *Journal of Periodontal Research*, 56(2), 351-362.
31. Gupta, R. (2012). Early dental implant failure in patient associated with oral bisphosphonates. *Indian Journal of Dental Research: Official Publication of Indian Society for Dental Research*, 23(2), 298.
32. Ashrafi, M., Ghalichi, F., Mirzakouchaki, B., & Doblare, M. (2021). On the effect of antiresorptive drugs on the bone remodeling of the mandible after dental implantation: a mathematical model. *Scientific Reports*, 11(1), 2792.
33. Huang, H., Wu, G., & Hunziker, E. (2020). The clinical significance of implant stability quotient (ISQ) measurements: A literature review. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 10(4), 629-638.
34. Jacobsen, C., Metzler, P., Rössle, M., Obwegeser, J., Zemmann, W., & Grätz, K.W. (2013). Osteopathology induced by bisphosphonates and dental implants: clinical observations. *Clinical Oral investigations*, 17(1), 167-175.
35. Laino, L., La Noce, M., Fiorillo, L., Cervino, G., Nucci, L., Russo, D., Herford, A. S., Crimi, S., Bianchi, A., Biondi, A., Laino, G., Germanà, A., & Cicciù, M. (2021). Dental Pulp Stem Cells on Implant Surface: An In Vitro Study. *BioMed Research International*, 2021, 3582342.