УДК 616.314-089.843
DOI https://doi.org/10.32782/2786-7684/2025-1-9

Михайличенко Богдан Григорович,
аспірант кафедри стоматології,
Національний університет охорони здоров'я імені П.Л. Шупика
ORCID ID: 0009-0007-0001-1921
м. Київ, Україна

Мочалов Юрій Олександрович,
доктор медичних наук, професор,
професор кафедри хірургічної стоматології та клінічних дисциплін,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0002-5654-1725
м. Ужгород, Україна

Сучасний погляд на досвід застосування дентальних імплантатів зменшеного діаметра при повному знімному протезуванні. Огляд літератури

Вступ. В сучасних умовах у технології дентальних імплантатів з'явилися альтернативні концепції щодо конструкції та клінічних рішень, такі як імплантати малого діаметра (ІМД, NDI, «англ.»), які стали являти все більший клінічний та науковий інтерес. Такі види медичних виробів та їх застосування продовжують досліджуватися на багатьох рівнях організації науково-дослідної діяльності у численних країнах.

Мета роботи: проаналізувати доступні джерела науково-медичної інформації щодо досвіду застосування дентальних імплантатів малого діаметра, передумов та наслідків упровадження таких інновацій в клінічну практику.

Матеріали та методи дослідження. Було проведено інформаційний пошук у доступних електронних бібліотеках та агрегаторах науково-медичної інформації. Глибина пошуку становила 10 років. Ключові слова: «мініімплантати», «стоматологічні імплантати», «дентальні імплантати малого діаметра», «доступна кістка», «умовно знімні зубні протези з опорою на імплантати».

Результати досліджень та їх обговорення. Рівень поширення повної вторинної адентії щелеп у населення значно відрізняється між країнами, і, правду кажучи, він відчутно знизився протягом останніх кількох десятиліть у більшості країн. Загально відомою в стоматології є проблема втрати кісткової тканини після видалення зубів, яку на жаль, не можливо передбачити на етапі видалення зубів. У ряді досліджень було продемонстровано, що знімні протези на дентальних імплантатах забезпечують пацієнтам кращі результати, ніж знімні конструкції, у плані жувальної ефективності, відсутності обмежень у виборі їжі та якості життя, пов'язаної з рівнем стоматологічного здоров'я. У технології дентальних імплантатів з'явилися альтернативні концепції щодо конструкції та клінічних рішень, такі як імплантати малого діаметра (ІМД, NDI, «англ.»), які стали являти все більший клінічний та науковий інтерес. Такі конструкції надали можливості уникнути аугментації або іншої інвазивної хірургії щелеп в ході підготовки до дентальної імплантації, але загальний масив даних щодо результатів їх застосування є надто малим, аби сформувати конкретні та зважені клінічні рекомендації. Дентальні мініімплантати можуть бути чудовим вирішенням в окремих клінічних ситуаціях, але їх використання може бути пов'язане з рядом потенційних проблем: перелом імплантату – мініімплантати мають менший діаметр, що може зробити їх більш схильними до руйнування під час підвищених оклюзійних навантажень, особливо в латеральних ділянках зубного ряду; порушення остеоінтеграції – мініімплантати мають знижену площу кістково-імплантатного контакту, що може призводити до слабшої інтеграції, і негативно впливає на виживання таких конструкцій; вищий рівень відторгнення – дослідження показали, що мініімплантати мають більший відсоток відторгнення порівняно зі стандартними імплантатами, і він може досягати від 6% до 13%; знижені механічні властивості – мініімпланти з огляду на особливості своєї конструкції, нездатні витримувати високі оклюзійні навантаження, тому з часом можуть виникати їх лінійні стабільні деформації та переломи; складніший протокол ортопедичного етапу лікування – використання мініімплантатів в якості опори для більших протезів, наприклад у зоні молярів, часто потребує кількох імплантатів, що може ускладнювати загальний перебіг реабілітації.

Висновки. Майбутнє зубних мініімплантатів виглядає багатообіцяльним, з огляду на ряд досягнень та тенденцій, що визначають їх подальший розвиток. Окреслені перспективи й напрямки перетворюють технологію дентальних мініімплантатів на більш ефективні, доступні та зручні для пацієнтів рішення.

Ключові слова: стоматологія, порожнина рота, дентальні імплантати, протезування, мініімплантати.

Mykhajlychenko Bohdan Hryhorovych, Postgraduate Student at the Department of Dentistry, P.L. Shupik National University **of Health Care,** ORCID ID: 0009-0007-0001-1921, Kyiv, Ukraine

Mochalov Iurii Oleksandrovych, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor at the Department of Surgical Dentistry **and Clinical Disciplines,** Uzhhorod National University, ORCID ID: 0000-0002-5654-1725, Uzhhorod, Ukraine

The current view of the experience of using reduced diameter dental implants in complete removable dental prosthesis. A review

Introduction. In modern conditions, alternative design and clinical solutions concepts have emerged in dental implant technology, such as small-diameter implants, which have become of increasing clinical and scientific interest. Such types of medical devices and their applications continue to be studied at many levels of research and development in many countries.

Aim of the work: to analyze available sources of scientific and medical information on the experience of using small-diameter dental implants, the prerequisites and consequences of introducing such innovations into clinical practice.

Materials and methods of the study. An information search was conducted in available electronic libraries and scientific and medical information aggregators. The search depth was 10 years. Keywords: "mini-implants", "dental implants", "small-diameter dental implants", "available bone", "conditionally removable dentures with support on implants".

Study results and discussion. The prevalence of complete secondary edentulousness in the population varies considerably between countries and has decreased significantly over the last few decades in most countries. The problem of bone loss after tooth extraction is well-known in dentistry, but unfortunately, it cannot be predicted at the time of tooth extraction. Several studies have shown that removable dentures on dental implants provide patients with better results than removable structures in terms of chewing efficiency, freedom from food restrictions, and dental health-related quality of life. In dental implant technology, alternative concepts in design and clinical solutions, such as small-diameter implants, have emerged and are of increasing clinical and scientific interest. Such designs have made it possible to avoid augmentation or other invasive jaw surgery in preparation for dental implantation, but the overall data on the results of their use is too small to form specific and weighted clinical recommendations. Dental mini-implants can be an excellent solution in specific clinical situations, but their use may be associated with a number of potential problems: implant fracture – mini-implants have a smaller diameter, which can make them more prone to fracture during increased occlusal loads, especially in the lateral areas of the dentition; impaired osseointegration – mini-implants have a reduced area of bone-implant contact, which can lead to weaker integration and negatively affect the survival of such designs; higher rejection rate – studies have shown that mini-implants have a higher percentage of rejection compared to standard implants, and it can reach from 6% to 13%; reduced mechanical properties – mini-implants, due to the peculiarities of their design, are unable to withstand high occlusal loads, so over time their linear stable deformations and fractures may occur; a more complex protocol of the orthopedic stage of treatment – the use of mini-implants as a support for larger prostheses, for example in the molar area, often requires several implants, which can complicate the overall course of rehabilitation.

Conclusions. The future of dental mini-implants looks promising, given several achievements and trends that determine their further development. The outlined prospects and directions transform dental mini-implant technology into more effective, affordable, and convenient solutions for patients.

Key words: dentistry, oral cavity, dental implants, prosthetics, mini-implants.

Вступ. В сучасних умовах, на фоні специфічних змін демографічних показників у розвинутих країнах світу (зокрема, старіння населення країн Західної Європи та розвинених країн Азії), зростає кількість осіб із повною втратою зубів, що впливає на обсяги стоматологічних робіт та видів стоматологічної допомоги. Особи із повною адентією щелеп у багатьох країнах світу належать до найбідніших верств населення, тому дентальна імплантація для них не є доступною технологією; для багатьох навіть «низькотехнологічні» методи лікування, які включають виготовлення незнімних мостоподібних зубних протезів та знімних пластинчастих, також є недоступними. В сучасних умовах у технології дентальних імплантатів з'явилися альтернативні концепції щодо конструкції та клінічних рішень, такі як імплантати малого діаметра (ІМД, NDI, «англ.»), які стали являти все більший клінічний та науковий інтерес. Такі конструкції надали можливості уникнути аугментації або іншої інвазивної хірургії щелеп у ході підготовки до дентальної імплантації, але загальний масив даних щодо результатів їх застосування є надто малим, аби сформувати конкретні та зважені клінічні рекомендації. На сьогодні, такі види медичних виробів та їх застосування продовжують досліджуватися на багатьох рівнях організації науково-дослідної діяльності у численних країнах [1–4].

Методологія та методи дослідження. Мета роботи – проаналізувати доступні джерела науково-медичної інформації щодо досвіду застосування дентальних імплантатів малого діаметра, передумов та наслідків упровадження таких інновацій в клінічну практику. Для досягнення мети роботи було проведено інформаційний пошук у доступних електронних бібліотеках та агрегаторах науково-медичної інформації. Глибина пошуку становила 10 років, процес здійснювали за наступними ключовими словами: «мініімплантати», «стоматологічні імплантати», «дентальні імплантати малого діаметра», «доступна кістка», «умовно знімні зубні протези з опорою на імплантати».

Виклад основного матеріалу дослідження

Проблема імплантації при повній адентії щелеп. У багатьох публікаціях можна віднайти думку, що поширення беззубості тісно пов'язане зі старінням населення країни, хоча добре відомо, що зуби можуть зберігатися протягом усього життя у багатьох людей. Рівень поширення повної вторинної адентії щелеп у населення значно відрізняється між країнами, і, правду кажучи, він відчутно знизився протягом останніх кількох десятиліть у більшості країн. Наприклад, загальнонаціональне дослідження у Швеції, яке тривало понад 20 років, показало, що поширеність повної адентії щелеп у осіб віком 55–84 років становила 43% у 1980–81 роках та вже 14% у 2002. У наймолодшій віковій групі (55–64 років) лише 4% населення були беззубими у 2002 році. Дані 2012 року вказують, що поширеність беззубості серед 70-річних пацієнтів у Швеції становила лише 3% [3, 5–8].

Протягом останніх 40 років в результаті проведених досліджень на національному рівні у багатьох країнах встановлено, що втрата зубів пов'язана з низкою факторів, таких як соціально-економічні, традиції, ресурси здоров'я ротової порожнини, а не лише до особливостей організації надання стоматологічної допомоги населенню. До появи знімних та умовно-знімних протезів з опорою на остеоінтегровані зубні імплантати повні знімні зубні протези були єдиним доступним методом лікування для вищевказаної категорії стоматологічних пацієнтів [9–11].

Стосовно України, то на фоні поширеності основних стоматологічних захворювань, результатів реформування системи охорони здоров'я, що призвели до зниження доступності стоматологічної допомоги для населення, складної соціально-економічної ситуації, зумовленої повномасштабним вторгненням, можна прийти до висновку, що потреба в повних знімних зуб-

них протезах у населення навряд чи зменшиться найближчим часом. І це все, незважаючи на впровадження у практику сучасних технологій стоматологічного лікування, в т.ч. зубозберігальних втручань та стоматологічної імплантації. І подібна тенденція спостерігається у багатьох країнах світу.

Особи із повною адентією щелеп у багатьох країнах світу належать до найбідніших верств населення, тому дентальна імплантація для них не є доступною технологією; для багатьох навіть «низькотехнологічні» методи лікування, які включають виготовлення незнімних мостоподібних зубних протезів та знімних пластинчастих, також є недоступними. Свого часу P.-I. Brånemark зі співавторами презентували в якості клінічного рішення для лікування повної адентії фіксований зубний протез на 5–6 імплантатах як життєздатний спосіб лікування беззубої щелепи. І протягом багатьох років це була панівна концепція з надзвичайно успішними довгостроковими результатами. Проте в середині 1980-х років була презентована технологія фіксації знімних протезів для нижньої щелепи на дентальних імлантатах. Бувши менш дорогими та менш складними, але все ж успішними, такі види робіт незабаром стали популярними в багатьох країнах. Знімні зубні пластинчасті протези з опорою на дентальні імплантати для верхньої щелепи загалом виявилися менш успішними, ніж такі роботи з опорою на два імплантати для нижньої щелепи [6, 7, 12, 13].

Дентальні імплантати та втрата кісткової тканини альвеолярного відростка. Загально відомою в стоматології є проблема втрати кісткової тканини після видалення зубів, яку на жаль, не можливо передбачити на етапі видалення зубів. Після видалення зуба процес втрати об'єму та маси кісткової тканини не можливо спрогнозувати, хоча максимально процес розвивається протягом першого року та відчутно відрізняється між щелепами. І така ситуація негативно впливає на функціонування повний знімних пластинчатих протезів. Домінантних факторів впливу на такий процес не було виявлено; вважають, що залученими можуть бути комбінації анатомічних, метаболічних, психосоціальних, механічних і ще невідомих факторів. І повні механізми з'ясовані не повністю. Тому періодично у стоматології пропонували різні ідеї щодо збереження об'єму кісткової тканини щелеп, наприклад навіть збереження коренів навіть нефункціональних зубів, що позитивно впливає на збереження кісткової тканини, та ін. [6, 14–16].

Фактори можливого значення для втрати кісткової тканини щелеп після екстракцій зубів:

1) Вік
2) Тривалість періоду беззубості
3) Стать
4) Кількість використаних зубних протезів
5) Морфологія обличчя
6) Звичка носити протези
7) Харчування
8) Парафункції щелеп і язика
9) Загальний стан здоров'я
10) Оклюзійне навантаження
11) Прийом окремих груп лікарських засобів
12) Якість зубних протезів
13) Остеопороз
14) Рівень гігієни порожнини рота
15) Наявність системних захворювань [6].

Загалом, втрата кісткової тканини у щелеп зі встановленими функціональними зубними імплантатами є нижчою, що пояснюють наявністю більш фізіологічних механічних стимулів на кісткову тканину, що забезпечує її адекватний метаболізм. І подібного явище не відзначають при застосуванні знімних пластинчатих конструкцій, без імплантатів. Такий ефект збереження кісткової тканини протезів на імплантатах слід враховувати при прийнятті клінічних рішень для пацієнта з адентією [17].

Знімні зубні протези з опорою на дентальні імплантати. У ряді досліджень було продемонстровано, що знімні протези на дентальних імплантатах забезпечують пацієнтам кращі результати, ніж знімні конструкції, у плані жувальної ефективності, відсутності обмежень у виборі їжі та якості життя, пов'язаної з рівнем стоматологічного здоров'я. На сьогодні, знімний протез на нижню щелепу з фіксацією на двох імплантатах, є добре відомим і ефективним варіантом навіть у довгостроковій перспективі. У окремих авторів було навіть висловлено припущення, що такий вид конструкцій має першим методом лікування при повній адентії нижнього зубного ряду. Хоча рівень платоспроможності таких пацієнтів не завжди дозволяє отримати такі види стоматологічних робіт, і доволі часто пацієнти мають достатній рівень задоволеності повними знімними протезами.

Проблема фіксації повного знімного протеза на двох імплантатах вирішується шляхом застосування шинованих та нешинованих ретенційних систем. У шинованих системах використовують балкову конструкцію та ретенційні кліпси для балок. При нешинованих системах – кулькові фіксатори та магніти. Незважаючи на відмінності між системами ретенції, знімні зубні протези нижньої щелепи на імплантатах забезпечують відновлення функції, вищий рівень комфорту і адекватно сприймаються пацієнтом, порівняно з повними знімними протезами [18].

Застосування такого підходу на верхній щелепі загалом показало меншу частку позитивних результатів лікування. Але ряд авторів вважають, що первинні негативні результати ймовірно були частково пов'язані з тим фактом, що застосування імплантатів для фіксації повних знімних протезів часто відбувалося у формі «порятунку», коли ставали нефункціональними незнімні зубні протези. Результати такого лікування значно покращилися, коли повні знімні протези для верхньої щелепи з фіксацією на дентальні імплантати виготовляли у плановому порядку, відповідно до жорстких лікувально-діагностичних протоколів. верхні зубні протези верхньої щелепи були виготовлені як планове лікування відповідно до суворих протоколів. Тим не менш, очевидно, що знімні зубні протези з опорою на дентальні імплантати є менш надійними конструкціями порівняно з передбачуваними перевагами знімних протезів на нижніх щелепах з опорою на два імплантати. У систематичних оглядах наявні висновки,

що знімні протези на верхню щелепу з опорою на 4 або більше імплантати, у шинованій конструкції, – забезпечують достатню виживаність (> 95% протягом першого року використання) як для імплантатів, так і для самих протезів. Але довгострокових результатів застосування таких клінічних рішень поки ще зібрано мало, аби прийти до вірогідних висновків щодо ефективності таких конструкцій. Використання чотирьох або менше імплантатів і кулькової системи кріплення загалом показало себе менш успішним [5, 7, 19, 20].

І загалом варто пам'ятати щодо особливостей обрахунку випадків успішності зубного протезування з опорою на дентальні імплантати – відзначається значне переважання випадків дентальної імплантації у пацієнтів із частковою адентією щелеп та включеними дефектами зубних рядів над випадками повної адентії щелеп. Наприклад, анкетування стоматологів-практиків у Швеції показало, що таке співвідношення становило 17 до 3. Але в Нідерландах ситуація була протилежною – 93% імплантатів були встановлені у повністю беззубих щелепах. У Кореї співвідношення становило 1 до 1. Загалом, подібні опитування проводили у 10 країнах світу, проте свіжих даних майже немає [5, 7].

Застосування дентальних імплантатів зменшеного діаметра. Як уже говорилося вище, виражена атрофія кісткової тканини щелеп є поширеним і непередбачуваним явищем. І зменшення розмірів альвеолярного гребеня може себе проявляти у формі зменшенням ширини та висоти кістки внаслідок травми, вади розвитку, дисплазії, носіння знімного протеза, локалізованого чи генералізованого пародонтиту. Така клінічна ситуація може бути складним обмеженням в ході прийому клінічного рішення для встановлення зубного імплантату. У багатьох випадках таким пацієнтам можуть знадобитися додаткові хірургічні процедури для збільшення недостатнього об'єму кістки та реконструкції зон майбутнього механічного навантаження кісткової тканини. У цьому контексті в літературі можна знайти доволі широкий спектр процедур кісткової пластики, залежно від розташування та розміру дефекту, таких як аугментація дна верхньощелепної пазухи та вертикальна та/або латеральна аугментація альвеолярного гребня. Однак вищевказані хірургічні втручання на кістковій тканині щелеп вимагають додаткового часу та витрат в ході комплексної реабілітації, та вимагають належного хірургічного досвіду в лікарів, аби мінімізувати ризики таких ускладнень, як післяопераційний больовий синдром, інфекції, пошкодження нервів, переломи кісток, крововиливи, розриви ран і неповноцінність імплантату чи аугментації [8, 17, 21, 22].

Крім того, необхідно пам'ятати що у пацієнтів із обтяженим загальносоматичним анамнезом (як то досвід лікування злоякісних пухлин різної локалізації, застосування бі-фосфонатів, захворювання ендокринної системи та ін.) операції на кістковій тканині можуть мати вищий ризик ускладнень. Тому в технології дентальних імплантатів з'явилися альтернативні концепції щодо конструкції та клінічних рішень, такі як імплантати малого діаметра (ІМД, NDI, «англ.»), які стали являти все більший клінічний та науковий інтерес. Такі конструкції надали можливості уникнути аугментації або іншої інвазивної хірургії щелеп в ході підготовки до дентальної імплантації, але загальний масив даних щодо результатів їх застосування є надто малим, аби сформувати конкретні та зважені клінічні рекомендації [23, 24].

Саме визначення «ІМД» є непереконливим в опублікованих дослідженнях, але загалом вважається, що імплантат малого діаметру має ширину ≤ 3,5 мм. Ця загальна класифікація не повністю враховує різні клінічні показання щодо застосування ІМД. Тому варто зважати на класифікації Klein et al. (2014) яка включає ці параметри. Зазначена класифікація ІМД поділяє їх на наступні категорії:

1) Категорія 1: <3,0 мм («мініімплантати»)
2) Категорія 2: 3,0–3,25 мм
3) Категорія 3: 3,30–3,50 мм [25].

Для всіх трьох вищевказаних категорій імплантатів було опубліковано достатню кількість клінічних досліджень з багатообіцяльними показниками виживаності та успіху конструкцій. Однак клінічні результати застосування ІМД та звичайних імплантатів залишаються суперечливими. Якісна оцінка видів публікацій та організації клінічних досліджень показує доволі посередній рівень доказовості результатів, з огляду на усталені загальні правила доказової медицини та клінічної епідеміології. Загалом, можна прийти до висновків, що середній рівень виживання міні-імплантатів (перший клас) протягом року становить 94,7 ± 5%, що є нижчим, ніж у звичайних внутрішньокісткових імплантатів. Але варто пам'ятати, що вищевказані конструкції встановлювали у клінічно більш складних ситуаціях, при вираженій атрофії альвеолярного гребня щелеп. Тому хірургічна ситуація була більш складною. Але, досліджень щодо порівняння виживання та успішності ІМД, порівняно зі стандартними дентальними імплантатами за попередньої аугментації альвеолярних відростків, є недостатньо. Показано, що середня маргінальна втрата кісткової тканини (т. зв. «саусеризація») навколо міні-імплантатів протягом першого року становила від 0,6 мм до 1,43 мм. Це нагадує результати звичайних дентальних імплантатів [11, 23, 25].

В роботі Lemos et al., (2016) було показано, що рівень виживання міні-імплантатів протягом 30 місяців спостереження становив 92,32%, а рівень саусеризації кісткової тканини був меншим за 1,5 мм [26]. Значно більше досліджень була присвячено визначенню рівня задоволеності та якості життя пацієнта після протезування з опорою на мініімплантати Elsyad, 2016; Enkling та ін., 2017 р.). Тому застосування щонайменше 4 або 6 міні-імплантатів у нижньощелепній або верхньощелепній дугах для фіксації протезів вважається багатообіцяльним альтернативним лікуванням, коли встановлення стандартного імплантату через сильну атрофію кістки неможливе (Bidra & Almas, 2013; Lemos). та ін., 2017). У переважній більшості описаних випадків повідомляли про протоколи негайного відновлення та негайного навантаження імплантатів. Щодо відповідної системи утримання (наприклад, штанга, кулька чи локатор), то немає переконливих доказів переваги однієї системи над іншими щодо задоволеності пацієн-

тів, виживання, втрати кісткової тканини навколо імплантату та інших клінічних факторів [13, 16, 20, 27].

Стосовно дентальних імплантатів малого діаметра другої категорії (3,0–3,25 мм), то середня виживаність імплантату становила 97,3 ± 5% протягом періоду спостереження 29 ± 17 місяців. У деяких роботах наводять результати, подібні до застосування стандартних імплантатів. Такі види конструкцій зазвичай встановлюють в бокових відділах нижньої та верхньої щелепи, які часто мають обмежений міжзубний простір та тонкий альвеолярний гребінь. Також, близькість до інших зубів негативно впливає на відновлення міжзубних ясенних сосочків та м'яких тканин, може спричиняти втрату проксимальної висоти. Таким чином, при оцінці реставрацій передніх зубів, естетичний результат і стабільність м'яких тканин навколо імплантату є основними предметами інтересу, окрім виживання імплантату [5–7, 28, 29].

Pier et al., (2014, 2016) продемонстрували високі середні естетичні показники рожевої естетики та стабільності м'яких тканин обличчя після 3-річного спостереження. Але такі позитивні багатообіцяльні результати повинні бути підтверджені більшими багатоцентровими дослідженнями. Що стосується хірургічного протоколу та протоколу навантаження, то в переглянутих дослідженнях було недостатньо даних, аби рекомендувати перевагу одного з клінічних протоколів [30, 31].

Дентальні імплантати ІМД 3-ї категорії (3,30–3,50 мм) показали середню виживаність 97,5 ± 2,4% протягом періоду спостереження 39 ± 24 місяців. Мета-аналіз літератури показав подібні результати до виживаності стандартних дентальних імплантатів. Показання до використання дентальних імплантатів у включених дослідженнях часто були змішаними та погано визначеними. Але ряд досліджень успішності застосування ІМД 3-ї категорії в дистальних відділах щелеп показали багатообіцяльні результати [6, 7, 32, 33].

Доволі перспективними виглядає застосування титан-цирконієвих (TiZr) імплантатів малого діаметра для заміщення відсутніх зубів жувальної групи (Badran та ін., 2017; F. E. Lambert та ін. ., 2015; Толентіно та ін., 2016). Однак даних про довгострокові спостереження в таких випадках поки що мало [34, 35].

Наприклад, 36-місячне рандомізоване контрольоване клінічне дослідження показало, що успішність дентальних імплантатів з діаметром 3,3-мм, встановлених як опора для одиничних коронок у латеральних відділах щелеп, не відрізнялася від такої у 4,1-мм стандартних конструкцій щодо рівня крайової кістки, виживання імплантату та показників успіху. Ретроспективне когортне дослідження із середнім часом спостереження 120 міс показало високі довгострокові показники виживаності, достатню задоволеність пацієнтів, прийнятну частоту ускладнень і крайову втрату кісткової тканини для імплантатів з діаметром 3,3 мм [9, 36–38].

Але варто пам'ятати про додаткові ризики застосування ІМД у латеральних відділах щелеп внаслідок зменшення поверхні остеоінтеграції, підвищеної ймовірності переломів порівняно зі стандартними імплантатами та надмірної резорбції альвеолярної кістки в періімплантатній зоні внаслідок різниці опору металу та кортикальної пластинки, що створює додаткові стресові моменти. Тому можна твердити, що рівень ризику резорбції кісткової тканини в періімплантатній зоні в ІМД є релевантним до стандартних дентальних імплантатів. Але для підтвердження цих результатів необхідні триваліші подальші дослідження [30, 31].

Дійсно, вищий ризик протезних ускладнень спостерігався у ІМД. Вони включали перелом абатмента та імплантату, ослаблення або перелом гвинта, сколи кераміки (Assaf, et al., 2015). Такі підвищені ризики зумовлені недостатніми біомеханічними показниками імплантатів малого діаметра. І про це варто пам'ятати лікарю в ході процесу прийняття клінічних рішень, а також про це необхідно повністю інформувати пацієнта [32, 36, 41–46].

Основні доступні на ринку конструкції імплантатів малого діаметра та матеріали їх виготовлення. Аналіз доступних на стоматологічному ринку дентальних імплантатів малого діаметру показав, що загалом у публікаціях та на маркет-плейсах в мережі Інтернет можна виділити 21 систему ІМД, які загалом є подібними за формою, розмірами та обрисами:

1. Dentium SlimOneBody
2. Duravit® MINI
3. ERA Mini Implant (Sterngold Dental, LLC)
4. Hiossen Implant MS system
5. Hybrid mini (BIONIKA)
6. ILZ Mini Implant
7. Imperial Mini Implant System (AMERICAN BIO IMPLANTS)
8. IMTEC Lew Mini Dental Implants
9. Inclusive® Mini Implant System (Glidewell)
10. Leone monoimplant
11. LOCATOR Overdenture Implant System (LODI)
12. MDI
13. MDL Small Diameter Implants (BioHorizons)
14. MiNi™ (Megagen)
15. MIS (Dentsply Sirona)
16. Mode Mini Implant
17. MS Implant (Osstem)
18. StarVent™
19. Straumann® Mini Implant System
20. TFI System
21. XIVE (Dentsply Sirona)

Доволі відчутний прогрес у технології стоматологічних імплантатів малого діаметра відбувся після розробки та впровадження у практику нових матеріалів. Зокрема, високоміцного (клас 5) альфа-сплаву титану та цирконію з високим рівнем остеоінтеграції, який група Straumann запатентувала як сплав Roxilid (Ti85Zr15) понад десять років тому. Комбінація нового матеріалу імплантатів з удосконаленими матеріалами для фіксації супраконструкції – поліефіретеркетон (PEEK), дозволила підвищити допустимі рівні механічного навантаження на конструкції. Переважна більшість інших систем міні-імплантатів виготовляють зі стандартного титанового сплаву Grade IV, але в матеріалах систем фіксації можуть бути відмінності, хоча найчастіше використовують систему кулькових з'єднань «патриця-матриця» зі

змінними полімерними кільцевими ущільнювачами [47–52].

Висновки. Отже, підбиваючи підсумки, можна твердити, що дентальні мініімплантати справді стають все більш популярними та широко використовуваними. Менші розміри роблять їх менш інвазивними та часто більш придатними для пацієнтів з дефіцитом доступної для імплантації кісткової тканини або тих, хто шукає швидше та доступніше клінічне рішення. Основними перевагами мініімплантатів можна вважати: менша інвазивність хірургічного етапу: мініімплантати вимагають меншої щільності кісткової тканини, їх легше встановити, що означає менший дискомфорт і швидке загоєння для пацієнтів; рентабельність – вони, як правило, дешевші, ніж традиційні імплантати, що робить їх більш доступними для широкого кола пацієнтів; універсальність – мініімплантати можна використовувати для стабілізації знімних зубних протезів, установки незнімних одиничних коронок або навіть для анкоражу в ортодонтичному лікуванні; краще сприйняття пацієнтом – мінімально інвазивний характер процедури та скорочений час повної реабілітації роблять мініімпланти більш привабливими для пацієнтів, які можуть мати сумніви щодо традиційних імплантатів.

Дентальні мініімплантати можуть бути чудовим вирішенням в окремих клінічних ситуаціях, але їх використання може бути пов'язане з рядом потенційних проблем. А саме: перелом імплантату – мініімплантати мають менший діаметр, що може зробити їх більш схильними до руйнування під час підвищених оклюзійних навантажень, особливо в латеральних ділянках зубного ряду; порушення остеоінтеграції – мініімплантати мають знижену площу кістково-імплантатного контакту, що може призводити до слабшої інтеграції, і негативно впливає на виживання таких конструкцій; вищий рівень відторгнення – дослідження показали, що мініімплантати мають більший відсоток відторгнення порівняно зі стандартними імплантатами, і він може досягати від 6% до 13%; знижені механічні властивості – мініімпланти з огляду на особливості своєї конструкції, нездатні витримувати високі оклюзійні навантаження, тому з часом можуть виникати їх лінійні стабільні деформації та переломи; складніший протокол ортопедичного етапу лікування – використання мініімплантатів в якості опори для більших протезів, наприклад у зоні молярів, часто потребує кількох імплантатів, що може ускладнювати загальний перебіг реабілітації.

Майбутнє зубних мініімплантатів виглядає багатообіцяльним, з огляду на ряд досягнень та тенденцій, що визначають їх подальший розвиток. Тому варто визначити ряд ключових напрямків, достойних уваги: застосування цифрових технологій в ході протоколу лікування Розумні технології: інтеграція розумних технологій – 3D-діаггностика та моніторинг у реальному часі, що підвищує точність і передбачуваність процедур; імплантація одного дня – така тенденція імплантації набирає все більших обертів у клінічній практиці, і вона дозволяє пацієнтам отримувати значний рівень стоматологічної реабілітації за одне відвідування; нові біосумісні матеріали виготовлення – поява інноваційних сплавів та матеріалів (як то цирконій і титанові сплави) покращують остеоінтеграцію та збільшують виживання конструкцій; цифрові відбитки – цифрові відбитки замінюють традиційні способи виконання клінічних ортопедичних етапів, пропонуючи більш зручну та ефективну альтернативу для пацієнтів; індивідуалізація лікувальних протоколів – персоналізовані рішення у практиці стають все більш поширеними, гарантуючи, що кожен пацієнт отримає максимально комплаєнтне клінічне рішення; екологічні практики – галузь загалом рухається до екологічно чистих практик, включаючи матеріали, які можна переробити, й екологічну упаковку.

Саме окреслені перспективи й напрямки перетворюють технологію дентальних мініімплантатів на більш ефективні, доступні та зручні для пацієнтів рішення.

REFERENCES

1. Chatzopoulos GS, Wolff LF. Dental implant failure and factors associated with treatment outcome: A retrospective study. J Stomatol Oral Maxillofac Surg. 2023;124(2):101314. doi: 10.1016/j.jormas.2022.10.013

2. Temmerman A, Keestra J a. J, Coucke W, Teughels W, Quirynen M. The outcome of oral implants placed in bone with limited bucco-oral dimensions: a 3-year follow-up study. Journal of Clinical Periodontology. 2015;42(3):311-8. doi: 10.1111/jcpe.12376

3. Teodorescu C, Preoteasa E, Preoteasa CT, Murariu-Măgureanu C, Teodorescu IM. The Biomechanical Impact of Loss of an Implant in the Treatment with Mandibular Overdentures on Four Nonsplinted Mini Dental Implants: A Finite Element Analysis. Materials. 2022;15(23):8662. doi: 10.3390/ma15238662

4. Sheng TJ, Shafee MF, Ariffin Z, Jaafar M. Review on Poly-Methyl Methacrylate as Denture Base Materials. Malays. J. Microsc. 2018;14:1-16. Available from: https://www.researchgate.net/publication/332867942_Review_on_poly-methyl_methacrylate_as_denture_base_materials

5. Schiegnitz E, Al-Nawas B. Narrow-diameter implants: A systematic review and meta-analysis. Clinical Oral Implants Research. 2018; 29(S16):21-40. doi: 10.1111/clr.13272

6. Carlsson GE. Implant and root supported overdentures – a literature review and some data on bone loss in edentulous jaws. The Journal of Advanced Prosthodontics. 2014;6(4):245. doi: 10.4047/jap.2014.6.4.245

7. González-Valls G, Roca-Millan E, Céspedes-Sánchez JM, González-Navarro B, Torrejon-Moya A, López-López J. Narrow diameter dental implants as an alternative treatment for atrophic alveolar ridges. Systematic Review and Meta-Analysis. Materials. 2021;14(12):3234. doi: 10.3390/ma14123234

8. Celebic A, Kovacic I, Petricevic N, Alhajj MN, Topic J, Junakovic L, et al. Clinical Outcomes of Three versus Four Mini-Implants Retaining Mandibular Overdenture: A 5-Year Randomized Clinical Trial. Medicina. 2023;60(1):17. doi: 10.3390/medicina60010017

9. De Souza AB, Sukekava F, Tolentino L, César-Neto JB, Garcez-Filho J, Araújo MG. Narrow- and regular-diameter implants in the posterior region of the jaws to support single crowns: A 3-year split-mouth randomized clinical trial. Clin Oral Implants Res. 2018;29(1):100-107. doi: 10.1111/clr.13076.

10. De Souza RF, Ribeiro AB, Della Vecchia MP, Costa L, Cunha TR, Reis AC, et al. Mini vs. Standard Implants for Mandibular Overdentures. Journal of Dental Research. 2015;94(10):1376-84. doi: 10.1177/0022034515601959

11. Di Girolamo M, Calcaterra R, DI Gianfilippo R, Arcuri C, Baggi L. Bone level changes around platform switching and platform matching implants: a systematic review with meta-analysis. Oral Implantol (Rome). 2016 Nov 13;9(1):1-10. doi: 10.11138/orl/2016.9.1.001

12. Assaf A, Daas M, Boittin A, Eid N, Postaire M. Prosthetic maintenance of different mandibular implant overdentures: A systematic review. J Prosthet Dent. 2017;118(2):144-152.e5. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.10.037

13. Aunmeungtong W, Kumchai T, Strietzel FP, Reichart PA, Khongkhunthian P. Comparative clinical study of conventional dental implants and mini dental implants for mandibular overdentures: a randomized clinical trial. Clinical Implant Dentistry and Related Research. 2016;19(2):328-40. doi:10.1111/cid.12461

14. Al-Shibani N, Al-Aali KA, Al-Hamdan RS, Alrabiah M, Basunbul G, Abduljabbar T. Comparison of clinical peri-implant indices and crestal bone levels around narrow and regular diameter implants placed in diabetic and non-diabetic patients: A 3-year follow-up study. Clin Implant Dent Relat Res. 2019;21(2):247-252. doi: 10.1111/cid.12712

15. Alvarez-Arenal A, Gonzalez-Gonzalez I, deLlanos-Lanchares H, Brizuela-Velasco A, Martin-Fernandez E, Ellacuria-Echebarria J. Influence of Implant Positions and Occlusal Forces on Peri-Implant Bone Stress in Mandibular Two-Implant Overdentures: A 3-Dimensional Finite Element Analysis. J Oral Implantol. 2017;43(6):419-428. doi: 10.1563/aaid-joi-D-17-00170

16. Anitua E, Saracho J, Begoña L, Alkhraisat MH. Long-Term Follow-Up of 2.5-mm Narrow-Diameter implants supporting a fixed prostheses. Clinical Implant Dentistry and Related Research. 2015;18(4):769-77. doi: 10.1111/cid.12350

17. Borges GA, Codello DJ, Del Rio Silva L, Dini C, Barão VAR, Mesquita MF. Factors and clinical outcomes for standard and mini-implants retaining mandibular overdentures: A systematic review and meta-analysis. J Prosthet Dent. 2023;130(5):677-689. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.11.010

18. Alshenaiber R, Barclay C, Silikas N. The Effect of Number and Distribution of Mini Dental Implants on Overdenture Stability: An In Vitro Study. *Materials*. 2022; 15(9):2988. doi:10.3390/ma15092988

19. Elsyad MA. Patient satisfaction and prosthetic aspects with mini-implants retained mandibular overdentures. A 5-year prospective study. Clin Oral Implants Res. 2016;27(7):926-33. doi: 10.1111/clr.12660.

20. Enkling N, Saftig M, Worni A, Mericske-Stern R, Schimmel M. Chewing efficiency, bite force and oral health-related quality of life with narrow diameter implants – a prospective clinical study: results after one year. Clin Oral Implants Res. 2017;28(4):476-482. doi: 10.1111/clr.12822

21. Froum S, Shi Y, Fisselier F, Cho SC. Long-Term Retrospective Evaluation of Success of Narrow-Diameter Implants in Esthetic Areas: A Consecutive Case Series with 3 to 14 Years Follow-up. The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry. 2017;37(5):629-37. doi:10.11607/prd.3266

22. Maiorana C, King P, Quaas S, Sondell K, Worsaae N, Galindo-Moreno P. Clinical and radiographic evaluation of early loaded narrow-diameter implants: 3 years follow-up. Clin Oral Implants Res. 2015;26(1):77-82. doi: 10.1111/clr.12281.

23. Helmy MHE, Alqutaibi AY, El-Ella AA, Shawky AF. Effect of implant loading protocols on failure and marginal bone loss with unsplinted two-implant-supported mandibular overdentures: systematic review and meta-analysis. Int J Oral Maxillofac Surg. 2018;47(5):642-650. doi: 10.1016/j.ijom.2017.10.018

24. Herrmann J, Hentschel A, Glauche I, Vollmer A, Schlegel KA, Lutz R. Implant survival and patient satisfaction of reduced diameter implants made from a titanium-zirconium alloy: A retrospective cohort study with 550 implants in 311 patients. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. 2016;44(12):1940-4. doi:10.1016/j.jcms.2016.09.007

25. Klein MO, Schiegnitz E, Al-Nawas B. Systematic review on success of narrow-diameter dental implants. Int J Oral Maxillofac Implants. 2014;29 Suppl:43-54. doi: 10.11607/jomi.2014suppl.g1.3

26. Lemos CA, Ferro-Alves ML, Okamoto R, Mendonça MR, Pellizzer EP. A systematic review and meta-analysis of short dental implants versus standard dental implants placed in the posterior jaws. J Dent. 2016;47:8-17. doi: 10.1016/j.jdent.2016.01.005

27. Lemos CAA, Verri FR, De Souza Batista VE, Júnior JFS, Mello CC, Pellizzer EP. Complete overdentures retained by mini implants: A systematic review. Journal of Dentistry. 2016;57:4-13. doi:10.1016/j.jdent.2016.11.009

28. Maiorana C, King P, Quaas S, Sondell K, Worsaae N, Galindo-Moreno P. Clinical and radiographic evaluation of early loaded narrow-diameter implants: 3 years follow-up. Clinical Oral Implants Research. 2013;26(1):77-82. doi: 10.1111/clr.12281

29. Maló PS, De Araújo Nobre MA, Lopes AV, Ferro AS. Retrospective cohort clinical investigation of a dental implant with a narrow diameter and short length for the partial rehabilitation of extremely atrophic jaws. Journal of Oral Science. 2017;59(3):357-63. doi:10.2334/josnusd.16-0321

30. Pieri F, Forlivesi C, Caselli E, Corinaldesi G. Narrow- (3.0 mm) Versus Standard-Diameter (4.0 and 4.5 mm) Implants for Splinted Partial Fixed Restoration of Posterior Mandibular and Maxillary Jaws: A 5-Year Retrospective Cohort Study. Journal of Periodontology. 2016; 88(4):338-47. doi: 10.1902/jop.2016.160510

31. Pieri F, Siroli L, Forlivesi C, Corinaldesi G. Clinical, esthetic, and radiographic evaluation of small-diameter (3.0-mm) implants supporting single crowns in the anterior region: a 3-year prospective study. Int J Periodontics Restorative Dent. 2014;34(6):825-32. doi: 10.11607/prd.1588

32. Pisani MX, Presotto AGC, Mesquita MF, Barão VAR, Kemmoku DT, Del Bel Cury AA. Biomechanical behavior of 2-implant- and single-implant-retained mandibular overdentures with conventional or mini implants. J Prosthet Dent. 2018;120(3):421-430. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.12.012

33. Preoteasa E, Imre M, Lerner H, Tancu AM, Preoteasa CT. Narrow Diameter and Mini Dental Implant Overdentures. In Emerging Trends in Oral Health Sciences and Dentistry; Virdi, M.S., Ed.; IntechOpen: Rijeka, Croatia, 2015. doi: 10.5772/59514

34. Badran Z, Struillou X, Strube N, Bourdin D, Dard M, Soueidan A, et al. Clinical performance of Narrow-Diameter Titanium-Zirconium implants. Implant Dentistry. 2017;26(2):316–23. doi: 10.1097/id.0000000000000557

35. Lambert FE, Lecloux G, Grenade C, Bouhy A, Lamy M, Rompen EH. Less invasive surgical procedures using Narrow-Diameter implants: a prospective study in 20 consecutive patients. Journal of Oral Implantology. 2014;41(6):693-9. doi: 10.1563/aaid-joi-d-13-00201

36. Shi J, Xu F, Zhuang L, Gu Y, Qiao S, Lai H. Long-term outcomes of narrow diameter implants in posterior jaws: A retrospective study with at least 8-year follow-up. Clinical Oral Implants Research. 2017;29(1):76-81. doi: 10.1111/clr.13046

37. Temizel S, Heinemann F, Dirk C, Bourauel C, Hasan I. Clinical and radiological investigations of mandibular overdentures supported by conventional or mini-dental implants: A 2-year prospective follow-up study. Journal of Prosthetic Dentistry. 2016;117(2):239-246.e2. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.07.022

38. Schwindling FS, Schwindling FP. Mini dental implants retaining mandibular overdentures: A dental practice-based retrospective analysis. Journal of Prosthodontic Research. 2016;60(3):193-8. doi: 10.1016/j.jpor.2015.12.005

39. Mundt T, Schwahn C, Stark T, Biffar R. Clinical response of edentulous people treated with mini dental implants in nine dental practices. Gerodontology. 2013;32(3):179-87. doi: 10.1111/ger.12066

40. Moráguez O, Vailati F, Grütter L, Sailer I, Belser UC. Four-unit fixed dental prostheses replacing the maxillary incisors supported by two narrow-diameter implants – a five-year case series. Clinical Oral Implants Research. 2016;28(7):887-92. doi: 10.1111/clr.12895

41. Moraschini V, Poubel LA, Ferreira VF, Barboza Edos S. Evaluation of survival and success rates of dental implants reported in longitudinal studies with a follow-up period of at least 10 years: a systematic review. Int J Oral Maxillofac Surg. 2015;44(3):377-88. doi: 10.1016/j.ijom.2014.10.023

42. Marcello-Machado RM, Faot F, Schuster AJ, Nascimento GG, Del Bel Cury AA. Mini-implants and narrow diameter implants as mandibular overdenture retainers: A systematic review and meta-analysis of clinical and radiographic outcomes. J Oral Rehabil. 2018;45(2):161-183. doi: 10.1111/joor.12585

43. Hong HR, Pae A, Kim Y, Paek J, Kim HS, Kwon KR. Effect of implant position, angulation, and attachment height on peri-implant bone stress associated with mandibular two-implant overdentures: a finite element analysis. Int J Oral Maxillofac Implants. 2012;27(5):e69-76. PMID: 23057045.

44. Assaf A, Saad M, Daas M, Abdallah J, Abdallah R. Use of Narrow-Diameter implants in the posterior jaw. Implant Dentistry. 2015; doi:10.1097/id.0000000000000238

45. Gavrila-Ardelean L, Gavrila-Ardelean M. The Flexural Strength of Traditional and Modern Acrylic Prosthetic Bases. Mater. Plast. 2020;57:111-6. doi: 10.37358/MP.20.3.5385

46. Grandi T, Svezia L, Grandi G. Narrow implants (2.75 and 3.25 mm diameter) supporting a fixed splinted prostheses in posterior regions of mandible: one-year results from a prospective cohort study. International Journal of Implant Dentistry. 2017;3(1). doi: 10.1186/s40729-017-0102-6

47. Ioannidis A, Gallucci GO, Jung RE, Borzangy S, Hämmerle CHF, Benic GI. Titanium-zirconium narrow-diameter versus titanium regular-diameter implants for anterior and premolar single crowns: 3-year results of a randomized controlled clinical study. Journal of Clinical Periodontology. 2015;42(11):1060-70. doi: 10.1111/jcpe.12468

48. Müller F, Al-Nawas B, Storelli S, Quirynen M, Hicklin S, Castro-Laza J, et al. Small-diameter titanium grade IV and titanium-zirconium implants in edentulous mandibles: five-year results from a double-blind, randomized controlled trial. BMC Oral Health. 2015;15(1). doi: 10.1186/s12903-015-0107-6

49. Quirynen M, Al-Nawas B, Meijer HJA, Razavi A, Reichert TE, Schimmel M, et al. Small-diameter titanium Grade IV and titanium–zirconium implants in edentulous mandibles: three-year results from a double-blind, randomized controlled trial. Clinical Oral Implants Research. 2014;26(7): 831-40. doi: 10.1111/clr.12367

50. Radi IA, Ibrahim W, Iskandar SMS, AbdelNabi N. Prognosis of dental implants in patients with low bone density: A systematic review and meta-analysis. J Prosthet Dent. 2018;120(5):668-677. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.01.019

51. Sailer I, Karasan D, Todorovic A, Ligoutsikou M, Pjetursson BE. Prosthetic failures in dental implant therapy. Periodontol 2000. 2022;88(1):130-144. doi: 10.1111/prd.12416

52. Zembic A, Tahmaseb A, Jung RE, Wismeijer D. One-year results of maxillary overdentures supported by 2 titanium–zirconium implants – implant survival rates and radiographic outcomes. Clinical Oral Implants Research. 2016;28(7). doi: 10.1111/clr.12863