

CLINICAL ASPECTS OF THE USE OF DENTAL IMPLANTS IN PATIENTS
WITH METABOLIC SYNDROME

Dnipro State Medical University (Dnipro, Ukraine)

nekhanevichzh@gmail.com

d metabolic disorders in a single patient. In addition to smoking, which is considered a decisive risk factor for vascular diseases (coronary heart disease), there are four other equally important factors: obesity, hypertension, lipid metabolism disorders accompanied by hypertriglyceridemia and decreased HDL levels, insulin resistance, or impaired glucose tolerance, the main cause of type 2 diabetes mellitus. However, such patients also require restoration of the dentition in cases of secondary edentulism through implant placement, the risks of integration of which are significantly reduced in these conditions. The aim of the study was to increase the clinical effectiveness of dental implantation in patients with metabolic syndrome through comprehensive preoperative preparation and the use of implants with an SLA-type surface. The study included 60 patients (aged 42 to 68 years) diagnosed with metabolic syndrome (MS), who had 90 intraosseous implants (Neobiotech, Straumann, Osstem) installed. Before the operation, medication was used to correct metabolic disorders, and antioxidant and vascular therapy was performed. Postoperative observation lasted 12 months. Implant survival was 94.6% in patients with MS, which was not statistically different from the control group (98.2%).

The average marginal bone loss per year was 1.02 ± 0.24 mm. A negative correlation was found between HbA1c levels and implant stability index (ISQ) – $r = -0.62$, $p < 0.05$. Metabolic syndrome is not an absolute contraindication to dental implantation. Compensation for metabolic disorders, the use of implants with a modified SLA surface, and the application of objective methods for osseointegration control enable high clinical outcomes.

Key words: metabolic syndrome, implant stability, osseointegration, SLA implant surface.

Connection of the publication with planned research work.

The research was conducted as part of the SRW “Development of surgical methods for treatment and rehabilitation of patients with inflammatory-destructive diseases and traumatic injuries of the maxillofacial region” (state registration 012U109664).

Introduction.

Over the past decades, dental implantation has become the leading method of restoring dental arches, providing long-term functional and aesthetic rehabilitation for patients with secondary edentulism [1]. At the same time, the success of implant treatment depends not only on the design features of the dental implant but also on the patient's systemic condition [2, 3].

Metabolic syndrome is considered one of the key risk factors for the development of complications after dental implantation. The combination of insulin resistance, abdominal obesity, arterial hypertension, and dyslipidemia forms a chronic metabolic burden, accompanied by oxidative stress, microcirculatory disorders, and alterations in bone remodeling [4, 5].

According to current understanding, elevated levels of glucose and free fatty acids lead to protein glycation and the accumulation of advanced glycation end products (AGEs), which stimulate the secretion of pro-inflammatory cytokines (IL-1 β , IL-6, TNF- α) [6]. As a result, the balance between osteoblastic and osteoclastic activity is disrupted, bone tissue formation is reduced, and the process of osseointegration of the implant is slowed down [7].

Along with systemic factors, the local condition of the mucous membrane and periodontal tissues plays a significant role. Patients with MS have reduced regenerative potential, delayed epithelialization, and increased “susceptibility” to inflammatory reactions. This necessitates comprehensive preoperative preparation to stabi-

lize the metabolic profile, improve microcirculation, and stimulate osteogenesis [3, 8].

In recent years, considerable attention has been paid not only to systemic measures, but also to the characteristics of implant surfaces, which directly affect cell adhesion and osteoid matrix formation. Among them, the SLA (Sandblasted Large-grit Acid-etched) surface is the “gold standard” because it provides optimal microtopography for osteoblast attachment and stable bone-implant contact [9, 10].

Despite numerous studies on animal models, clinical data on the success of implantation in patients with metabolic syndrome remain limited. Therefore, it is important to create a standardized clinical protocol that accounts for both systemic and local risk factors and allows for an objective assessment of osseointegration stability.

The aim of the study.

To improve the effectiveness of dental implantation in patients with metabolic syndrome through comprehensive preoperative preparation and the use of implants with an SLA-type surface.

Object and research methods.

The study was conducted between 2019 and 2024 at the Department of Surgical Dentistry, Implantology, and Periodontology of Dnipro State Medical University. The work was carried out in accordance with the Helsinki Declaration (2013), after obtaining written informed consent from all patients. The study included 60 patients (31 men and 29 women) aged 42 to 68 years with a confirmed diagnosis of metabolic syndrome (according to IDF criteria, 2023). The control group consisted of 25 healthy patients who also underwent implantation with similar implant systems. All patients received 90 intraosseous implants (Neobiotech, Osstem (Korea), Straumann (Switzerland)). Before the operation, medication was used to correct metabolic disorders, and antioxidant and vascular therapy was performed. Postoperative ob-

Table 1 – Protocol for preoperative preparation of patients with metabolic syndrome

Stage	Duration	Medicine	Expected result
Glycemia control	6 weeks before surgery	Metformin 500-1000 mg/day, low GI	HbA1c $\leq$ 7,0%
Antioxidant therapy	3-4 weeks	Alpha-lipoic acid, vitamins E and C, coenzyme Q10	Reduction of oxidative stress
Lipid profile correction	4 weeks	Omega-3 fatty acids, statins	Improvement of microcirculation
Osteogenesis support	6 weeks	Vitamin D3 (2000 IU/day), calcium citrate	Mineralization optimization
Local tissue preparation	7 days	PRF membranes, ozone therapy	Stimulation of mucosal regeneration

servation lasted 12 months. All patients had stable arterial hypertension, compensated lipid metabolism disorders, and glycated hemoglobin (HbA1c) levels within the range of 6.0-7.5%. People with decompensated diabetes mellitus, osteoporosis, severe cardiovascular and oncological diseases were excluded from the study.

Characteristics of implants.

A total of 90 dental implants from three manufacturers were installed:

- **Neobiotech IS-II Active (Korea)** – 34 implants.
- **Straumann BLT SLA Active (Switzerland)** – 31 implants.
- **Osstem TS III SA (Korea)** – 25 implants.

All designs had an SLA surface (sandblasted, large-grit, acid-etched) – this is sandblasting of the implant followed by acid etching, which provides microporosity within the range of 1.8-2.2 μ m. The implants ranged in diameter from 3.5 to 4.5 mm and in length from 9 to 12 mm.

Preoperative preparation.

Two months prior to dental implantation, all patients underwent comprehensive medical correction of metabolic disorders in collaboration with an endocrinologist. The preoperative preparation protocol is presented in **table 1**.

In the postoperative period, antibacterial prophylaxis (amoxicillin/clavulanate 875 mg $\times$ 2 times a day for 5 days), rinsing with a 0.05% chlorhexidine bigluconate solution, and nonsteroidal anti-inflammatory drugs (ibuprofen 200 mg $\times$ 2 times a day).

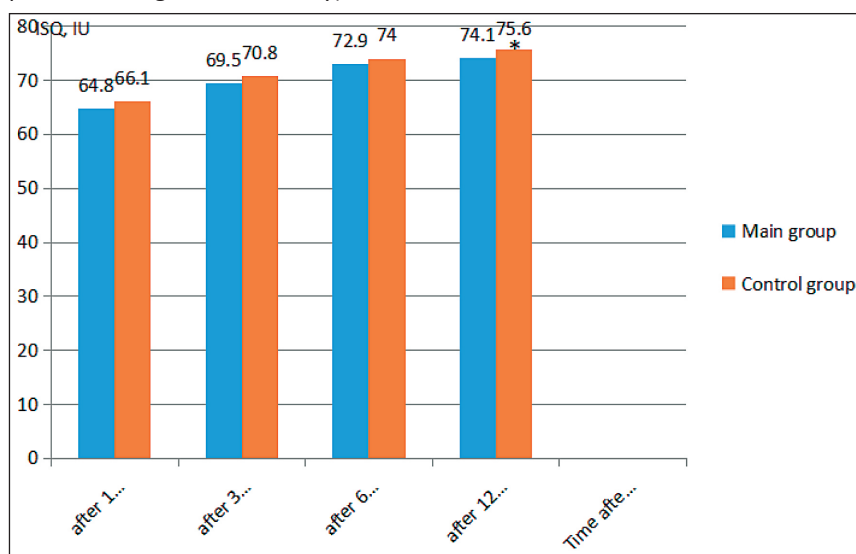


Figure – Dynamics of implant stability indices (ISQ, mean values) at 1, 3, 6, and 12 months.
Note: * – $p > 0.05$.

Methodology for assessing implant stability.

Osseointegration was monitored 1, 3, 6, and 12 months after implant placement. Two methods were used:

- **AnyCheck NeoBiotech (Korea)** – non-invasive assessment of bone contact elasticity using dynamic resonance frequency;
- **Osstell ISQ (Sweden)** – classic assessment of implant stability using resonance frequency.

The threshold values for successful integration were considered to be ISQ $\geq$ 70 and AnyCheck $\geq$ 75% of the control value. To objectify the results, X-ray control (3D computed tomography) was performed at 3 and 12 months.

Mathematical data processing was performed on a personal computer using Microsoft Excel 2010 (license number 02260-018-0000106-48794) and Statistica 6.1 (serial number AGAR909E415822FA) software packages. To assess the reliability of group differences, a two-tailed Student's t-test was used, with results considered statistically significant at $p < 0.05$, corresponding to the 95% confidence level generally accepted in biological and medical research. To compare means with a normal distribution, the Student's t-test was used; for non-normal distributions, the Mann-Whitney U-test was used.

Research results and their discussion.

Implant survival was 94.6% in patients with MS, which was not statistically different from the control group (98.2%). The average marginal bone loss per year was 1.02 ± 0.24 mm. A negative correlation was found between HbA1c levels and implant stability index (ISQ) – $r = -0.62$, ($p < 0.05$). No complications requiring reintervention were found in the first 10 days after surgery. Three patients (5.0%) had moderate mucosal edema, which disappeared after local therapy on the third day. In 2 (3.3%) cases, a short-term increase in body temperature to 37.8°C was observed during the first 2 days, which did not significantly affect the course of the reparative process.

The level of primary stability (1 month after installation) averaged ISQ = 64.8 ± 3.5 (66.1 ± 3.2 control group). After 3 months, this indicator increased to 69.5 ± 2.8 (70.8 ± 2.5), and at 6 months – to 72.9 ± 2.6 (74.0 ± 2.2), respectively. Twelve months after implantation, the average ISQ value in the patients with metabolic syndrome group was 74.1 ± 2.3 , which was not statistically different from the control group (75.6 ± 2.0 , $p > 0.05$), as shown in the **figure**. No cases of clinical implant rejection were recorded.

Control CT scans after 12 months showed that the average marginal bone loss was 1.02 ± 0.24 mm in the MS group versus 0.68 ± 0.19 mm in the control group

($p < 0.05$). A decrease in bone density around the implant neck was observed in 8 cases (13.3%), but no clinical mobility was noted.

A significant negative correlation was found between HbA1c levels and ISQ scores ($r = -0.62$, $p < 0.05$), indicating a direct influence of the glycemic profile on the osseointegration process. **Table 2** shows the changes in key indicators 12 months after implantation.

The results obtained indicate that, with adequate metabolic compensation and careful treatment planning, dental implantation in patients with metabolic syndrome is a clinically successful and predictable procedure. According to the updated criteria of Albrektsson et al. (2023), clinical success was defined as the absence of pain, mobility, and radiographic resorption > 1.5 mm in the first year and > 0.2 mm in subsequent years [9]. In our study, the success rate was 93.3% for patients with MS and 97.5% for the control group. Implant survival in the MS group was 94.6%, which is consistent with international studies (Silva GB et al., 2024; Lee J.Y. et al., 2022), where the average success rate of implantation in metabolically compensated patients ranged from 93 to 96% [3]. A slight increase in the frequency of marginal bone resorption in our study (1.02 ± 0.24 mm) may be associated with local vascular disorders typical for patients with MS, as well as with microcirculation disorders in the wound area (Gómez-Moreno G. et al., 2021) [4]. The results obtained are consistent with those of Di Murro B. et al. (2024), who reported a similar rate of successful implantation (93.8%) in patients with MS, provided that metabolic disorders were corrected [8]. Thus, a multidisciplinary approach is a prerequisite for clinical success in this patient population.

To sum up, before dental implantation in patients with MS, it is recommended to consult an endocrinologist to correct the glycemic profile; preference should be given to implants with SLA or nano-SLA surfaces, which promote early bone contact formation; it is advisable to include antioxidant and microcirculatory support in the preoperative protocol; implant stability should be moni-

Table 2 – Clinical results 12 months after implantation

Indicator	Patients with MS (n=60)	Control group (n=25)	p
Implant survival (%)	94.6	98.2	> 0.05
Marginal bone loss (mm)	1.02 ± 0.24	0.68 ± 0.19	< 0.05
Cases of peri-implantitis (%)	6.6	3.5	> 0.05
HbA1c level (%)	6.8 ± 0.4	5.3 ± 0.3	< 0.05
ISQ (after 12 months)	74.1 ± 2.3	75.6 ± 2.0	> 0.05

Notes: $p < 0.05$ – statistically significant difference from the control group indicators.

tored dynamically at 1, 3, 6, and 12 months using devices such as AnyCheck NeoBiotech.

Conclusions.

1. Metabolic syndrome is not a contraindication to dental implantation, provided that metabolic disorders are corrected beforehand and the patient's general condition is stabilized.

2. Comprehensive preoperative optimization (normalization of glycemia, antioxidant and vascular therapy) significantly increases the effectiveness of osseointegration of dental implants.

3. Implants with an SLA surface (Neobiotech, Straumann, Osstem) ensure reliable biomechanical bone-implant contact, even in patients with metabolic syndrome.

4. Objective assessment of implant stability using AnyCheck NeoBiotech is an informative and non-invasive method of monitoring osseointegration, which correlates with Osstell ISQ results.

5. The clinical success rate of implantation was 94.6%, which is not statistically different from patients without metabolic disorders, provided that a multidisciplinary approach to treatment is followed.

Prospects for further research.

The results of the study allow assessing the need for a comprehensive treatment approach involving doctors from related specialties, as well as improving preoperative preparation to achieve high surgical treatment outcomes in patients with metabolic syndrome.

DOI 10.29254/2077-4214-2025-4-179-433-439

УДК 616.314-089.843:616-008.9-008.6

Самойленко І. А., Неханевич Ж. М., Юнкін Я. О., Дорогіна О. С., Гудар'ян С. О.

КЛІНІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ДЕНТАЛЬНИХ ІМПЛАНТАТІВ У ПАЦІЄНТІВ ІЗ МЕТАБОЛІЧНИМ СИНДРОМОМ

Дніпровський державний медичний університет (м. Дніпро, Україна)

nekhanevichzh@gmail.com

Метаболічний синдром (МС) (синдром Рейвена) – патогенетично взаємозв'язані метаболічні порушення у стані одного хворого. Окрім куріння, що розглядається як вирішальний фактор ризику захворювань судин (ішемічна хвороба серця), виділяють не менш важливі чотири чинники: ожиріння, гіпертонія, порушення обміну жирів, що супроводжується гіпертригліцеридемією та зниженням рівню ЛПВЩ, резистентність до інсуліну, або порушення толерантності до глюкози, основна причина цукрового діабету 2 типу. Але такі пацієнти також потребують відновлення зубо-щелепного апарату при вторинній адентії шляхом встановлення імплантатів, ризику для інтеграції яких значно знижуються в таких умовах. Метою роботи було підвищити клінічну ефективність дентальної імплантації у пацієнтів із метаболічним синдромом шляхом комплексної передопераційної підготовки та використання імплантатів із поверхнею типу SLA. У дослідження включено 60 пацієнтів (від 42 до 68 років) із діагностованим метаболічним синдромом (МС), яким було встановлено 90 внутрішньокісткових імплантатів (Neobiotech, Straumann, Osstem). Перед операцією проводилась медикаментозна корекція метаболічних порушень, антиоксидантна та судинна терапія. Післяопераційне спостереження тривало 12 місяців. Виживаність імплантатів

становила 94,6% у пацієнтів із МС, що не відрізнялося статистично від контрольної групи (98,2%). Середня втрата маргінальної кістки за рік становила $1,02 \pm 0,24$ мм. Визначено негативну кореляцію між рівнем HbA1c та показником стабільності імплантату (ISQ) – $r = -0,62$, $p < 0,05$. Метаболічний синдром не є абсолютним протипоказом до дентальної імплантації. Забезпечення компенсації метаболічних порушень, використання імплантатів із модифікованою SLA-поверхнею та застосування об'єктивних методів контролю остеointegraції дозволяє досягти високих клінічних результатів.

Ключові слова: метаболічний синдром, стабільність імплантату, остеointegraція, SLA-поверхня імплантата.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Дослідження проводилось у межах реалізації науково-дослідної теми «Розробка хірургічних методів лікування та реабілітації у хворих на запально-деструктивні захворювання та травматичні ушкодження щелепно-лицевої області» (державна реєстрація 012U109664).

Вступ.

За останні десятиліття дентальна імплантація набула статусу провідного методу відновлення зубних рядів, що забезпечує довготривалу функціональну та естетичну реабілітацію пацієнтів з вторинною адентією [1]. Водночас, успіх імплантаційного лікування залежить не лише від конструкційних особливостей дентального імплантату, а й від системного стану організму пацієнта [2, 3].

Метаболічний синдром розглядається як один із ключових факторів ризику розвитку ускладнень після дентальної імплантації. Поєднання інсулінорезистентності, абдомінального ожиріння, артеріальної гіпертензії та дисліпідемії формує хронічне метаболічне навантаження, що супроводжується оксидативним стресом, мікроциркуляторними порушеннями та змінами ремоделювання кісткової тканини [4, 5].

Згідно з сучасними уявленнями, підвищений рівень глюкози та вільних жирних кислот призводить до глікозилювання білків і накопичення кінцевих продуктів глікації (AGEs), що стимулюють секрецію прозапальних цитокінів (IL-1 β , IL-6, TNF- α) [6]. У результаті порушується баланс між остеобластичною та остеокластичною активністю, знижується неутворення кісткової тканини та сповільнюється процес осеоінтеграції імплантату [7].

Поряд із системними факторами, значну роль відіграє локальний стан слизової оболонки та пародонтальних тканин. У пацієнтів із МС спостерігається зниження регенераторного потенціалу, сповільнена епітелізація і підвищена «схильність» до запальних реакцій. Це обумовлює необхідність комплексної передопераційної підготовки, спрямованої на стабілізацію метаболічного профілю, покращення мікроциркуляції та стимуляцію остеогенезу [3, 8].

Значну увагу останніми роками приділяють не лише системним заходам, а й характеристикам поверхонь імплантатів, що безпосередньо впливають на адгезію клітин і формування остеоїдного матриксу. Серед них SLA (Sandblasted Large-grit Acid-etched) поверхня є «золотим стандартом», оскільки забезпечує оптимальну мікротопографію для прикріплення остеобластів і формування стабільного контакту кістка-імплантат [9, 10].

Незважаючи на численні дослідження на тваринних моделях, клінічні дані щодо успішності імпланта-

ції у пацієнтів із метаболічним синдромом залишаються обмеженими. Тому актуальним є створення стандартизованого клінічного протоколу, який би враховував як системні, так і локальні фактори ризику та дозволяв об'єктивно оцінювати стабільність остеointegraції.

Мета дослідження.

Підвищити ефективність дентальної імплантації у пацієнтів із метаболічним синдромом шляхом комплексної передопераційної підготовки та використання імплантатів із поверхнею типу SLA.

Об'єкт і методи дослідження.

Дослідження проведено протягом 2019-2024 років на базі кафедри хірургічної стоматології, імплантології та пародонтології Дніпровського державного медичного університету. Робота виконувалась із дотриманням Гельсінської декларації (2013), після отримання письмової інформованої згоди від усіх пацієнтів. У дослідження включено 60 пацієнтів (31 чоловіків і 29 жінок) віком від 42 до 68 років із підтвердженим діагнозом метаболічного синдрому (відповідно до критеріїв IDF, 2023). Контрольну групу становили 25 здорових пацієнтів, яким також проведено імплантацію аналогічними імплантологічними системами. Всім пацієнтам було встановлено 90 внутрішньокісткових імплантатів (Neobiotech, Osstem (Корея), Straumann (Швейцарія)). Перед операцією проводилась медикаментозна корекція метаболічних порушень, антиоксидантна та судинна терапія. Післяопераційне спостереження тривало 12 місяців. Усі пацієнти мали стабільний перебіг артеріальної гіпертензії, компенсовані порушення ліпідного обміну та рівень глікозилюваного гемоглобіну (HbA1c) у межах 6,0-7,5%. З дослідження виключали осіб із декомпенсованим цукровим діабетом, остеопорозом, тяжкими серцево-судинними та онкологічними захворюваннями.

Характеристика імплантатів.

Усього встановлено 90 дентальних імплантатів трьох виробників:

- **Neobiotech IS-II Active (Корея)** – 34 імплантати.
- **Straumann BLT SLA Active (Швейцарія)** – 31 імплантат.
- **Osstem TS III SA (Корея)** – 25 імплантатів.

Усі конструкції мали SLA-поверхню (Sand-blased, Large-grit, Acid-etched) – це піскоструминна обробка імплантата з подальшим кислотним травленням, що забезпечує мікропористість у межах 1,8-2,2 μ m. Діаметр імплантатів варіював від 3,5 до 4,5 мм, довжина – від 9 до 12 мм.

Передопераційна підготовка.

За два місяці до дентальної імплантації всім пацієнтам проводили комплексну медикаментозну корекцію метаболічних порушень у співпраці з ліка-

рем-ендокринологом. Протокол передопераційної підготовки наведено у **таблиці 1**.

У післяопераційному періоді призначали антибактеріальну профілактику (амоксацилін/клавулат 875 мг × 2 рази на добу протягом 5 днів), полоскання розчином хлоргексидину біглюконат 0,05% та нестероїдні протизапальні препарати (ібупрофен 200 мг × 2 рази на добу).

Методика оцінки стабільності імплантатів.

Осеоінтеграцію контролювали через 1, 3, 6 і 12 місяців після встановлення імплантату. Використовували два методи:

- **AnyCheck NeoBiotech (Корея)** – неінвазивна оцінка пружності кісткового контакту за допомогою динамічної резонансної частоти;

- **Osstell ISQ (Швеція)** – класична оцінка імплантатної стабільності через резонансну частоту.

Пороговим значенням успішної інтеграції вважали $ISQ \geq 70$ та $AnyCheck \geq 75\%$ від контрольного значення. Для об'єктивізації результатів виконували рентгенологічний контроль (3D комп'ютерну томографію) на 3 і 12 місяці.

Математична обробка даних проводилася на персональному комп'ютері з використанням програмних пакетів Microsoft Excel 2010 (ліцензійний номер 02260-018-0000106-48794) та Statistica 6.1. (серійний номер AGAR909E415822FA). Для оцінки достовірності відмінностей між групами застосовувався двосторонній t-критерій Стюдента-Фішера, при цьому статистично значущими вважали результати з рівнем значущості $p < 0,05$, що відповідає загально визнаному в біологічних та медичних дослідженнях 95% рівню довіри. Для порівняння середніх при нормальному розподілі використовувався t-критерій Стюдента, а при ненормальному розподілі – U-критерій Манна-Уїтні.

Результати дослідження та їх обговорення.

Вживаність імплантатів становила 94,6% у пацієнтів із МС, що не відрізнялося статистично від контрольної групи (98,2%). Середня втрата маргінальної кістки за рік становила $1,02 \pm 0,24$ мм. Визначено негативну кореляцію між рівнем HbA1c та показником стабільності імплантату (ISQ) – $r = -0,62$, ($p < 0,05$) перші 10 днів після операції ускладнень, що потребували повторного втручання, не виявлено. У трьох пацієнтів (5,0%) спостерігалася помірний набряк слизової оболонки, який зник після місцевої терапії на третю добу. У 2 (3,3%) випадках зафіксовано короткочасне підвищення температури тіла до $37,8^\circ C$ у перші дві доби, що значно не вплинуло на перебіг репаративного процесу.

Таблиця 1 – Протокол передопераційної підготовки пацієнтів із метаболічним синдромом

Етап	Тривалість	Препарат	Очікуваний результат
Контроль глікемії	6 тижнів до операції	Метформін 500-1000 мг/добу, дієта з низьким ГІ	$HbA1c \leq 7,0\%$
Антиоксидантна терапія	3-4 тижні	Альфа-ліпоєва кислота, вітаміни E і C, коензим Q10	Зниження оксидативного стресу
Корекція ліпідного профілю	4 тижні	Омега-3 жирні кислоти, статини	Поліпшення мікроциркуляції
Підтримка остеогенезу	6 тижнів	Вітамін D3 (2000 МО/добу), кальцій цитрат	Оптимізація мінералізації
Локальна підготовка тканин	7 днів	PRF-мембрани, озонотерапія	Стимуляція регенерації слизової

Рівень первинної стабільності (через 1 місяць після встановлення) становив у середньому $ISQ = 64,8 \pm 3,5$ ($66,1 \pm 3,2$ контрольна група). Через 3 місяці цей показник зріс до $69,5 \pm 2,8$ ($70,8 \pm 2,5$), а на 6-му місяці – до $72,9 \pm 2,6$ ($74,0 \pm 2,2$) відповідно. Через 12 місяців після імплантації середнє значення ISQ у групі пацієнтів із метаболічним синдромом досягло $74,1 \pm 2,3$, що не відрізнялося статистично від контрольної групи ($75,6 \pm 2,0$, $p > 0,05$), як показано на **рисунку**. Будь-яких випадків клінічного відторгнення імплантатів не зафіксовано.

Контрольні КТ-знімки через 12 місяців показали, що середня втрата маргінальної кістки становила $1,02 \pm 0,24$ мм у групі МС проти $0,68 \pm 0,19$ мм у контрольній групі ($p < 0,05$). Зниження щільності кісткової тканини навколо шийки імплантату спостерігалось у 8 випадках (13,3%), однак клінічної рухомості не відмічено.

Виявлено достовірний негативний кореляційний зв'язок між рівнем HbA1c і показником ISQ ($r = -0,62$, $p < 0,05$), що свідчить про прямий вплив глікемічного профілю на процес осеоінтеграції. У **таблиці 2** представлено зміни основних показників після 12 місяців після імплантації.

Отримані результати свідчать, що за умов адекватної метаболічної компенсації та ретельного планування лікування дентальна імплантація у пацієнтів із метаболічним синдромом є клінічно успішною та

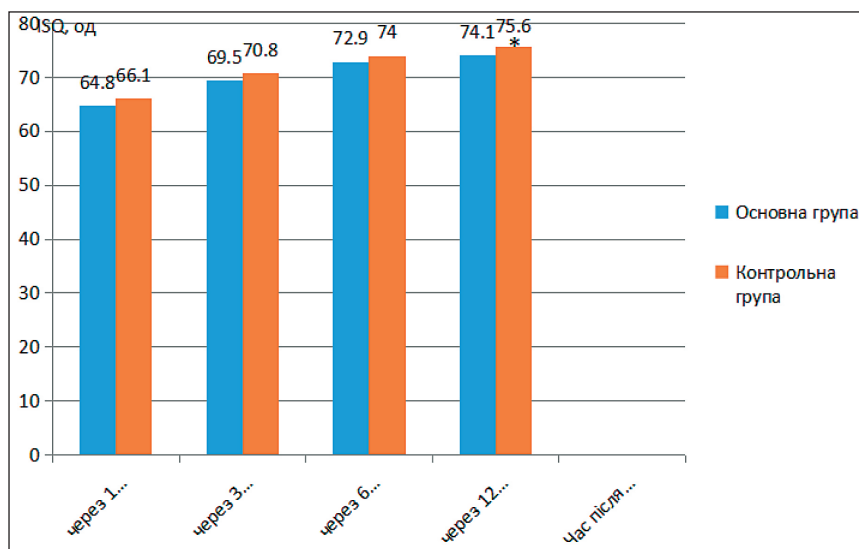


Рисунок – Динаміка показників стабільності імплантатів (ISQ, середні значення) через 1, 3, 6 та 12 місяців.

Примітка: * – $p > 0,05$.

Таблиця 2 – Клінічні результати через 12 місяців після імплантації

Показник	Пацієнти з MC (n=60)	Контрольна група (n=25)	p
Вживаність імплантатів (%)	94.6	98.2	>0.05
Втрата маргінальної кістки (мм)	1.02±0.24	0.68±0.19	<0.05
Випадки періімплантиту (%)	6.6	3.5	>0.05
Рівень HbA1c (%)	6.8±0.4	5.3±0.3	<0.05
ISQ (через 12 міс)	74.1±2.3	75.6±2.0	>0.05

Примітки: p<0.05 – статистично значима відмінність з показниками групи контролю.

передбачуваною процедурою. Згідно з оновленими критеріями Albrektsson та співавт. (2023), клінічний успіх визначався за відсутністю болю, рухомості, рентгенологічної резорбції > 1,5 мм за перший рік і > 0,2 мм на наступні роки [9]. У нашому дослідженні успішність становила 93,3% для пацієнтів із MC і 97,5% для контрольної групи. Вживаність імплантатів у групі з MC становила 94,6%, що узгоджується з даними міжнародних досліджень (Silva GB et al., 2024; Lee J.Y. et al., 2022), де середній рівень успіху імплантації у метаболічно компенсованих пацієнтів коливався в межах 93-96% [3]. Незначне підвищення частоти маргінальної резорбції кістки у нашому дослідженні (1,02±0,24 мм) може бути пов'язане з локальними судинними розладами, типовими для пацієнтів із MC, а також із порушенням мікроциркуляції в ділянці рани (Gómez-Moreno G. et al., 2021) [4]. Отримані результати узгоджуються з даними Di Murro B. та співавт. (2024), які показали подібну частоту успішної імплантації (93,8%) у пацієнтів із MC за умови корекції метаболічних порушень [8]. Таким чином, мультидисциплінарний підхід – обов'язкова умова клінічного успіху у цієї категорії пацієнтів.

Підсумовуючи вищесказане, рекомендовано перед дентальною імплантацією у пацієнтів із MC

необхідно обов'язково залучати лікаря-ендокринолога для корекції глікемічного профілю; перевагу слід надавати імплантатам із SLA або папо-SLA поверхнею, які сприяють ранньому формуванню кісткового контакту; доцільно включати в передопераційний протокол антиоксидантну та мікроциркуляторну підтримку; контроль стабільності імплантатів проводити динамічно – на 1, 3, 6 та 12 місяць, використовуючи прилади типу AnyCheck NeoBiotech.

Висновки.

1. Метаболічний синдром не є протипоказанням до дентальної імплантації, за умов попередньої корекції метаболічних порушень і стабілізації загального стану пацієнта.

2. Комплексна передопераційна оптимізація (нормалізація глікемії, антиоксидантна та судинна терапія) суттєво підвищує ефективність остеоінтеграції дентальних імплантатів.

3. Імплантати з SLA-поверхнею (Neobiotech, Straumann, Osstem) забезпечують надійний біомеханічний контакт кістка-імплантат, навіть у пацієнтів із метаболічним синдромом.

4. Об'єктивна оцінка стабільності імплантатів за допомогою AnyCheck NeoBiotech є інформативним і неінвазивним методом моніторингу осеоінтеграції, який корелює з результатами Osstell ISQ.

5. Клінічний рівень успішності імплантації становив 94,6%, що не відрізняється статистично від пацієнтів без метаболічних порушень, за умов дотримання мультидисциплінарного підходу до лікування.

Перспективи подальших досліджень.

Отримані результати дослідження дають змогу оцінити необхідність комплексного підходу лікування з лікарями суміжних спеціальностей, а також покращити передопераційну підготовку з метою досягнення високих результатів хірургічного лікування пацієнтів з метаболічним синдромом.

References / Література

1. Farmaceutichna enciklopediya. Metabolichnij sindrom. Kharkiv: Natsionalnyy farmatsevtichnyy universytet; 2020. Dostupno: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1406/metabolichnij-sindrom>. [in Ukrainian].
2. Silva GB, Brasileiro HS, Furlan I, Cicareli AJ, Idalgo FA. Major clinical outcomes of the relationship of metabolic syndrome with the success of dental implants: the systematic review. Journal of Medical and Health Sciences. 2024;5(S1). DOI: [10.54448/mdnt24S102](https://doi.org/10.54448/mdnt24S102).
3. Lee JY, Kim YK. Influence of metabolic disorders on bone-implant interface stability: a clinical evaluation using resonance frequency analysis. Clin Oral Implants Res. 2022;33(9):905-913. DOI: [10.1111/clr.13982](https://doi.org/10.1111/clr.13982).
4. Gómez-Moreno G, Guardia J. Metabolic syndrome and peri-implant bone loss: clinical and biochemical correlations. J Periodontol. 2021;92(11):1613-1624. DOI: [10.1002/JPER.21-0208](https://doi.org/10.1002/JPER.21-0208).
5. Dantas MP, Costa FO. Oxidative stress and cytokine profile in patients with metabolic syndrome undergoing implant therapy. Int J Oral Maxillofac Implants. 2022;37(6):1124-1132. DOI: [10.11607/jomi.9823](https://doi.org/10.11607/jomi.9823).
6. Perrin D, Szmukler-Moncler S, Echikou C, Pointaire P, Bernard JP. Bone response to alteration of surface topography and surface composition of sandblasted and acid etched (SLA) implants. Clin Oral Implants Res. 2002;13(5):465-9. DOI: [10.1034/j.1600-0501.2002.130504.x](https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2002.130504.x).
7. Oates TW, Dowell S, Robinson M, McMahan CA. Glycemic control and implant stabilization in type 2 diabetes mellitus. J Dent Res. 2009;88(4):367-71. DOI: [10.1177/0022034509334203](https://doi.org/10.1177/0022034509334203).
8. Di Murro B, Moretti M, De Smaele E, Letizia C, Lubrano C, Passarelli PC, et al. Microbiological Profiles of Dental Implants in Metabolic Syndrome Patients: A Case-Control Study. Antibiotics (Basel). 2021;10(4):452. DOI: [10.3390/antibiotics10040452](https://doi.org/10.3390/antibiotics10040452).
9. Albrektsson T, Wennerberg A. Criteria of clinical success in implant dentistry: update and future perspectives. International Journal of Prosthodontics. 2023;36(1):7-16. DOI: [10.11607/jip.7620](https://doi.org/10.11607/jip.7620).
10. Sargolzaie N, Samizade S, Arab H, Ghanbari H, Khodadadifard L, Khajavi A. The evaluation of implant stability measured by resonance frequency analysis in different bone types. J Korean Association Oral Maxillofac Surgery. 2019;45(1):29-33. DOI: [10.5125/jkaoms.2019.45.1.29](https://doi.org/10.5125/jkaoms.2019.45.1.29).

КЛІНІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ДЕНТАЛЬНИХ ІМПЛАНТАТІВ У ПАЦІЄНТІВ ІЗ МЕТАБОЛІЧНИМ СИНДРОМОМ

Самойленко І. А., Неханевич Ж. М., Юнкін Я. О., Дорогіна О. С., Гудар'ян С. О.

Резюме. Патолофізіологічним підґрунтям зниження остеоінтеграційного потенціалу у пацієнтів із MC є підвищений рівень системного запалення. Надмірна концентрація цитокінів, зокрема TNF-α, IL-1β та IL-6, спричиняє апоптоз остеобластів, активує остеокласти та порушує процес формування кісткового матриксу. Доведено також, що гіперінсулінемія та оксидативний стрес зменшують активність лужної фосфатази й експресію остеокальци-

ну. Крім того, накопичення кінцевих продуктів глікації (AGEs) у тканинах знижує еластичність судинної стінки та пригнічує неоваскуляризацію, що подовжує ранню фазу осеоінтеграції. Включення антиоксидантів (альфа-ліпоєвої кислоти, коензиму Q10, вітаміну D3) до передопераційного протоколу сприяло відновленню редокс-балансу та покращенню трофіки тканин. Відомо, що морфологія поверхні імплантату є ключовим фактором у перебігу осеоінтеграції.

У нашій роботі застосовувалися імплантати з SLA-покриттям (Sandblasted, Large-grit, Acid-etched), яке забезпечує оптимальну мікрошорсткість для адгезії остеобластів і формування первинної стабільності.

Попередні дослідження засвідчили, що саме мікрорельєф SLA забезпечує більшу площу контакту кісткової тканини з імплантатом у пацієнтів із системними метаболічними порушеннями. Водночас роботи інших авторів продемонстрували, що успішність імплантації у пацієнтів із метаболічними розладами визначається не лише характеристиками поверхні, але й рівнем метаболічного контролю, зокрема підтриманням HbA1c <7%. Цей показник був врахований і в нашому протоколі, що дозволило уникнути статистично значущих відмінностей між групами.

Застосування неінвазивного пристрою AnyCheck NeoBiotech показало високу клінічну точність у динамічному контролі осеоінтеграції без необхідності знімати формувач ясен. Порівняння AnyCheck із традиційним Osstell ISQ продемонструвало високу кореляцію результатів ($r=0,88$, $p<0,01$), що підтверджує доцільність його використання в пацієнтів із підвищеним ризиком запальних ускладнень.

Ключові слова: метаболічний синдром, стабільність імплантату, осеоінтеграція, SLA-поверхня імплантата.

CLINICAL ASPECTS OF THE USE OF DENTAL IMPLANTS IN PATIENTS WITH METABOLIC SYNDROME

Samoilenko I. A., Nekhanevych Zh. M., Yunkin Ya. O., Dorogina O. S., Gudaryan S. O.

Abstract. The pathophysiological basis of the decrease in osseointegration potential in patients with MS is an increased level of systemic inflammation. Excessive concentration of cytokines, in particular TNF- α , IL-1 β and IL-6, causes osteoblast apoptosis, activates osteoclasts and disrupts the process of bone matrix formation.

It has also been proven that hyperinsulinemia and oxidative stress reduce alkaline phosphatase activity and osteocalcin expression. In addition, the accumulation of advanced glycation end products (AGEs) in tissues reduces the elasticity of the vascular wall and inhibits neoangiogenesis, which prolongs the early phase of osseointegration. The inclusion of antioxidants (alpha-lipoic acid, coenzyme Q10, vitamin D3) in the preoperative protocol contributed to the restoration of redox balance and improved tissue trophism. It is known that the morphology of the implant surface is a key factor in the course of osseointegration.

In our work, implants with SLA coating (Sandblasted, Large-grit, Acid-etched) were used, which provides optimal microroughness for osteoblast adhesion and the formation of primary stability.

Previous studies have shown that it is the SLA microrelief that provides a larger area of contact between bone tissue and the implant in patients with systemic metabolic disorders. At the same time, works by other authors have demonstrated that the success of implantation in patients with metabolic disorders is determined not only by surface characteristics, but also by the level of metabolic control, in particular, by maintaining HbA1c < 7%. This indicator was also taken into account in our protocol, which allowed us to avoid statistically significant differences between groups.

The use of the non-invasive AnyCheck NeoBiotech device showed high clinical accuracy in dynamic control of osseointegration without the need to remove the gingival former. Comparison of AnyCheck with the traditional Osstell ISQ demonstrated a high correlation of results ($r=0.88$, $p<0.01$), confirming the feasibility of its use in patients with an increased risk of inflammatory complications.

Key words: metabolic syndrome, implant stability, osseointegration, SLA implant surface.

ORCID and contributionship / ORCID автора та його внесок до статті:

Samoilenko I. A.: <https://orcid.org/0000-0003-3581-5229>^B

Nekhanevych Zh. M.: <https://orcid.org/0000-0003-2368-9579>^{AD}

Yunkin Ya. O.: <https://orcid.org/0009-0002-4368-8450>^B

Dorogina O. S.: <https://orcid.org/0000-0003-1595-1872>^E

Gudaryan S. O.: <https://orcid.org/0009-0003-4465-4049>^B

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors declare no conflict of interest / Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Nekhanevych Zhanna Mykhaylivna / Неханевич Жанна Михайлівна

Dnipro State Medical University / Дніпровський державний медичний університет

Ukraine, 49044, Dnipro, 9 Vernadsky str / Адреса: Україна, 49044, м. Дніпро, вул. Вернадського 9

Tel.: +380500161604 / Тел.: +380500161604

E-mail: nekhanevichzh@gmail.com

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статистичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 29.07.2025 / Стаття надійшла 29.07.2025 року

Accepted 11.11.2025 / Стаття прийнята до друку 11.11.2025 року