

УДК 616.31+616.314.22+616-089-07

DOI <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2022-46-4.10>

Б.Л. Пелехан,

аспірант кафедри стоматології ПО,
Івано-Франківський національний медичний
університет, вул. Галицька, 2, м. Івано-Франківськ,
Україна, індекс 76000, bpelechan@gmail.com

М.М. Рожко,

Член-кореспондент НАМН України, доктор медичних
наук, професор кафедри стоматології ПО,
Івано-Франківський національний медичний
університет, вул. Галицька, 2, м. Івано-Франківськ,
Україна, індекс 76000

РЕЗОРБЦІЯ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ НАВКОЛО ВНУТРІШНЬОКІСТКОВИХ ДЕНТАЛЬНИХ ІМПЛАНТАТІВ У ПАЦІЄНТІВ ІЗ ПОВНОЮ ВІДСУТНІСТЮ ЗУБІВ НА НИЖНІЙ ЩЕЛЕПІ

Мета дослідження: на основі рентгенологічного та статистичного методів дослідження зафіксувати показники резорбції кісткової тканини навколо внутрішньокісткових опор ортопедичних конструкцій, виготовлених з метою лікування повної відсутності зубів на нижній щелепі. **Матеріали і методи:** під нашим спостереженням перебувало 75 пацієнтів, яким проведено первинне ($n=41$ (54,7%)) та повторне ($n=34$ (45,3%)) ортопедичне лікування повної відсутності зубів на нижній щелепі шляхом виготовлення ортопедичної конструкції з опорою на чотири внутрішньокісткові дентальні імпланти.

Пацієнтів розподілено на 3 групи у відповідності до типу зафіксованої ортопедичної конструкції з опорою на чотири внутрішньокісткові дентальні імпланти. У кожній з груп було 2 підгрупи (А – первинно-проліковані пацієнти; Б – пацієнти, яким проведено повторне ортопедичне лікування повної відсутності зубів на нижній щелепі). Для досягнення мети дослідження, нами проведено конусно-променеву комп'ютерну томографію.

У програмі 3D VolumeViewer проведено аналіз результатів рентгенологічного дослідження шляхом вимірювання рівнів резорбції кісткової тканини навколо внутрішньокісткових дентальних імплантів через 12 місяців після фіксації ортопедичних конструкцій. Визначалися показники рівнів резорбції кісткової тканини у підгрупі пацієнтів, зафіксовані для певного імплантата згідно локалізації. **Результати дослідження.** Медіанні показники рівнів резорбції кісткової тканини відрізнялися в групах спостереження. Зокрема, найвищий рівень зафіксовано навколо «Імплантат 1» групи ІА, що достовірно ($p_{I-II} < 0,01$) в 3 рази вище, ніж навколо імплантата аналогічної локалізації в групі ІІІА. Найнижчі медіанні рівні резорбції зафіксовано у групі ІІІБ ($p_{I-III} < 0,01-0,05$). Не встановлено статистичної достовірності різниць між показниками резорбції навколо імплантів в межах однієї

групи ($p_T > 0,05$) та порівнюючи навколо імплантів в межах підгруп однієї групи ($p_{A-B} > 0,05$).

Висновки

1. Тип зафіксованої ортопедичної конструкції безпосередньо впливає на ступінь розвитку резорбції кісткової тканини навколо внутрішньокісткових опор.

2. Найнижчий рівень резорбції зафіксовано навколо кожного із імплантів у групі ІІІА та ІІІБ, що достовірно ($p_{A-B} < 0,01-0,05$) у 2-3 рази нижчий, ніж навколо імплантів з аналогічною локалізацією в комірковій частині груп І та ІІ.

3. Не виявлено достовірних змін показників при порівнянні первинно-пролікованих та повторно-пролікованих пацієнтів шляхом виготовлення одного типу ортопедичної конструкції з опорою на чотири внутрішньокісткові дентальні імпланти.

Ключові слова: повна відсутність зубів, імпланти, конусно-променева комп'ютерна томографія.

B.L. Pelechan,

Graduate Student at the Department of Dentistry
of Postgraduate Education, Ivano-Frankivsk National
Medical University, 2 Galytka street, Ivano-Frankivsk,
Ukraine, postal code 76000, bpelechan@gmail.com

M.M. Rozhko,

Corresponding Member of the NAMS of Ukraine, Professor
at the Department of Dentistry of Postgraduate Education,
Ivano-Frankivsk National Medical University, 2 Galytka
street, Ivano-Frankivsk, Ukraine, postal code 76000

BONE TISSUE RESORPTION AROUND INTRAOSSEOUS DENTAL IMPLANTS IN PATIENTS WITH MANDIBLE EDENTULOUSNESS

The objective of the research was to determine the indicators of bone tissue resorption around the intraosseous supports of prosthodontic structures manufactured to treat mandible edentulousness on the basis of radiological and statistical methods of the research.

Materials and methods: 75 patients who had undergone primary ($n=41$ (54.7%)) and repeated ($n=34$ (45.3%)) prosthodontic treatment of mandible edentulousness by manufacturing four implant-supported dental prostheses were under our follow-up.

The patients were divided into 3 groups according to the type of the fixed implant-supported dental prosthesis. Each group consisted of 2 subgroups (subgroup A included primary treated patients; subgroup B consisted of the patients who underwent repeated prosthodontic treatment of mandible edentulousness). We performed cone-beam computed tomography in order to achieve the objective of the research.

The results of an X-ray examination were analyzed using the 3D VolumeViewer program by measuring the levels of bone tissue resorption around intraosseous dental implants. Measurements were conducted around 300 implants in total. Each placed intraosseous dental implant was marked for the comparison of the results. Indicators of bone tissue resorption levels stated for a certain implant according to location were determined.

X-ray examination was conducted in 12 months after the fixation of dental prostheses.

Results of the research. Median indicators of bone tissue resorption levels differed in observation groups. In particular, the highest level was recorded around "Implant 1" in group IIA which was reliably ($p_{I-III} < 0.01$) 3 times higher than around the implant of similar location in group IIIA. The lowest median levels of resorption were recorded in group IIIB ($p_{I-III} < 0.01-0.05$). The statistical reliability of differences between the indicators of resorption around the implants within one group ($p_I > 0.05$) and comparing around the implants within subgroups of the same group ($p_{A-B} > 0.05$) was not determined.

Conclusions

1. The type of fixed dental prosthesis directly affected the degree of development of bone tissue resorption around intraosseous supports.

2. The lowest resorption level was recorded around each of the implants in group IIIA and IIIB which was reliably ($p_{A-B} < 0.01-0.05$) 2-3 times lower than around implants with similar location in the cellular part of groups I and II.

3. No significant changes in indicators were found when comparing primary-treated and repeatedly treated patients by manufacturing one type of four implant-supported dental prostheses.

Key words: cone-beam computed tomography; edentulousness; implants.

Постановка проблеми. Ремоделювання кісткової тканини контролюється балансом роботи остеобластів та остеокластів. Чітке функціонування остеобласт-остеокласт призводить до синхронізації процесів резорбції та формування кісткової тканини, що підтримує структурну цілісність та гомеостаз [1]. Стабільність кісткової тканини навколо остеointегрованих внутрішньокісткових дентальних імплантатів (ВДІ) розвивається під впливом біологічних та механічних чинників, забезпечених на етапі встановлення ВДІ та функціонування ортопедичних конструкцій [2].

«Оклюдійне перевантаження» – сили, які перевищують адаптивну здатність тканин ротової порожнини [3]. У 2018 році у Консensusному звіті робочої групи Всесвітнього семінару щодо захворювань тканин пародонта та періімпланти-тів – термін «оклюдійне перевантаження» замінено на «травматичні оклюдійні сили» [4]. Мета ортопедичного лікування повної відсутності зубів з опорою на ВДІ – забезпечити відсутність травматичних оклюдійних сил, які створюють перешкоди стабільності внутрішньокісткових опор.

Вибір концепції оклюдійного співвідношення є необхідним для адекватного розподілу навантаження [5]. Проте конструктивні особливості ортопедичної конструкції відіграють вагомий роль у стабільності елементів зубо-щелепного апарату.

Таким чином, рентгенологічно визначені показники втрати кісткової тканини дозволяють

кількісно оцінити в тому числі роль ортопедичних конструкцій на функціонування внутрішньокісткових опор.

Мета дослідження: на основі рентгенологічного та статистичного методів дослідження зафіксувати показники резорбції кісткової тканини навколо внутрішньокісткових опор ортопедичних конструкцій, виготовлених з метою лікування повної відсутності зубів на нижній щелепі.

Матеріали і методи. Під нашим спостереженням перебувало 75 пацієнтів, яким проведено первинне ($n=41$ (54,7%)) та повторне ($n=34$ (45,3%)) ортопедичне лікування повної відсутності зубів на нижній щелепі шляхом виготовлення ортопедичної конструкції з опорою на чотири внутрішньокісткові дентальні імплантати.

Пацієнтів розподілено на 3 групи у відповідності до типу зафіксованої ортопедичної конструкції з опорою на чотири внутрішньокісткові дентальні імплантати. У кожній з груп було 2 підгрупи (А – первинно-проліковані пацієнти; Б – пацієнти, яким проведено повторне ортопедичне лікування повної відсутності зубів на нижній щелепі).

До групи I ввійшли 25 пацієнтів, яким зафіксовано повні умовно-знімні ортопедичні конструкції з опорою на чотири внутрішньокісткові дентальні імплантати на нижній щелепі [6]: IA – $n=16$; IB – $n=9$.

До групи II ввійшли 25 пацієнтів, яким зафіксовано повні знімні ортопедичні конструкції з балковою системою фіксації з опорою на чотири внутрішньокісткові дентальні імплантати на нижній щелепі, виготовлені за загальноприйнятою методикою [7]: IIA – $n=11$; IIB – $n=14$.

До групи III ввійшли 25 пацієнтів, яким зафіксовано повні знімні ортопедичні конструкції з балковою системою фіксації з опорою на чотири внутрішньокісткові дентальні імплантати на нижній щелепі, виготовлені за удосконаленою методикою [8]: IIIA – $n=14$; IIIB – $n=11$.

Для досягнення мети дослідження, нами проведено конусно-променево комп'ютерну томографію у кабінеті функціональної діагностики на базі Центру стоматології Університетської клініки ІФНМУ на конусному комп'ютерному томографі Morita Veraviewerocs 3D R100 (J Morita MFG corp.). У програмі 3D VolumeViewer проведено аналіз результатів рентгенологічного дослідження шляхом вимірювання рівнів резорбції кісткової тканини навколо внутрішньокісткових дентальних імплантатів. Загалом проведено вимірювання навколо 300 імплантатів.

Кожен встановлений внутрішньокістковий дентальний імплантат позначався для порівняння результатів. Тому, «Імплантат 1» вважався дистальний імплантат справа (в уявній проекції зуба 4.4.), «Імплантат 2» – медіальний імплантат справа (в уявній проекції зуба 4.2), «Імплантат 3» – медіальний імплантат зліва (в уявній проекції зуба 3.2.), «Імплантат 4» – дистальний імплантат зліва (в уявній проекції зуба 3.4.) (рис. 1).

Визначалися показники рівнів резорбції кісткової тканини у підгрупі пацієнтів, зафіксовані для певного імплантата згідно локалізації.

Рентгенологічне обстеження проведено через 12 місяців після фіксації ортопедичних конструкцій.

При проведенні статистичної обробки отриманих результатів була використана програма STATISTICA 10. З допомогою можливостей описової статистики усі отримані в дослідженні кількісні дані спочатку перевірили на тип їх розподілу за тестом Шапіро-Уїлка (Shapiro-Wilk's W test).

З метою описання центральної тенденції кількісних даних, які не відповідали нормальному закону Гауса, використано медіанне значення (Median, Me) та міжквартильний розмах між 25 і 75 процентілями, тобто між нижнім та верхнім квартилями (Lower Quartile – Upper Quartile: 25%-75%).

Для оцінки достовірності отриманих результатів, порівнюючи рівні резорбції навколо імплантатів в межах підгрупи, між первинно та повторно-пролікованими пацієнтами, у цих випадках використано непараметричний метод Манн-Уїтні (Mann-Whitney U test). З метою оцінки достовірності різниці даних усіх трьох груп порівняння в кожній із точок вивчення використано непараметричний метод для трьох і більше незалежних груп порівняння – дисперсійний аналіз Крускал-

Уоліса з медіанним тестом (Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks & Median Test) [9]. Статистичний метод дослідження проведено на кафедрі соціальної медицини та громадського здоров'я ІФНМУ (зав. каф. – д.мед.н., професор Децик О.З.).

Результати дослідження

Установлені ВДІ – опори ортопедичних конструкцій, були одного виробника, виготовлені з титану III класу, конічної форми, із внутрішнім конічним з'єднанням та ефектом переключення платформи.

При встановленні ВДІ дотримано біологічні та біомеханічні принципи імплантологічного лікування, обумовлені правилами доказової медицини. Зокрема, для об'єктивізації результатів дослідження, всі ВДІ були встановлені на рівні кістки при існуючій чи забезпеченій товщині м'яких тканин періімплантних ділянок не менше 2 мм.

Існували також узагальнені технічні вимоги до ортопедичних елементів конструкцій: внутрішньоаясенний контур сформований титановим абатментом, висота титанових основ відповідала товщині м'яких тканин. Ортопедичні конструкції неодмінно володіли пасивністю припасування на гвинтовій фіксації, виготовлені згідно раннього протоколу ортопедичного навантаження.

Методологія проведення хірургічного етапу імплантологічного лікування універсалізуючи, дозволила нівелювати роль локалізації з'єднання, конструкційних особливостей імплантатів та товщини м'яких тканин. Цим самим дозволивши встановити вплив ортопедичних конструкцій на стан кісткової тканини навколо внутрішньокісткових дентальних імплантатів.

На таблиці 1 наведено медіанні значення показників резорбції кісткової тканини навколо внутрішньокісткових дентальних імплантатів.

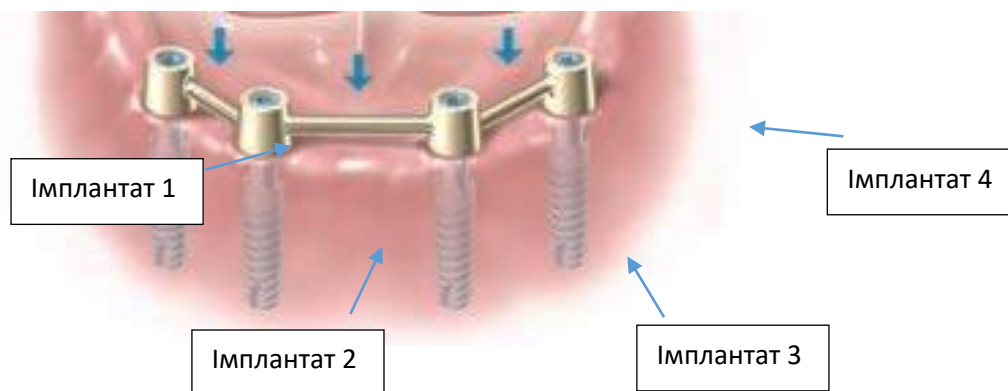


Рис. 1. Схема маркування імплантатів

Розглядаючи отримані показники по групах, навколо остеоінтегрованих ВДІ у пацієнтів групи ІА (рис. 2), слід зазначити характерний вищий рівень резорбції навколо «Імплантат 4» (-0,64[-1,13-(-0,36)] мм ($p_T > 0,05$).

На рисунку 3 наведено статистичні показники, отримані внаслідок аналізу результатів КПКТ групи ІБ.

Рівень резорбції кісткової тканини у пацієнтів групи ІБ зафіксовано на -0,69[-1,26-(-0,54)] мм навколо «Імплантат 1» та на -0,81[-1,37-(-0,57)] мм навколо «Імплантат 4».

Достовірної різниці між показниками групи ІА та ІБ не зафіксовано ($p_{A-B} > 0,05$). Проте, слід зазначити переважно вищі рівні резорбції навколо дистальних внутрішньокісткових опор справа та зліва.

На рисунку 4 наведені статистичні показники навколо ВДІ пацієнтів групи ІА, яким зафіксо-

вано повні знімні ортопедичні конструкції з балковою системою фіксації з опорою на чотири ВДІ при потребі первинного ортопедичного лікування повної відсутності зубів на нижній щелепі.

Увагу привертають отримані показники навколо «Імплантат 1» (-1,21[-1,62-(-0,48)]мм) та «Імплантат 4» (-1,17[-1,46-(-0,74)]мм). Показники навколо «Імплантат 2» (-0,74[-1,15-(-0,47)]мм) та «Імплантат 3» (-0,84[-1,24-(-0,59)]мм) наближаються до рівня резорбції у 1 мм.

Рівні резорбції навколо дистальних імплантатів справа та зліва вірогідно \sim у 2 рази вищі за показники навколо імплантатів з аналогічною локалізацією у групі ІА ($p_{I-III} < 0,01$).

На рисунку 4 наведені статистичні дані, отримані при аналізі результатів у групі ІБ.

У групі ІБ вищі рівні резорбції зафіксовано навколо «Імплантат 3» (-0,84[-1,25-(-0,46)] мм)

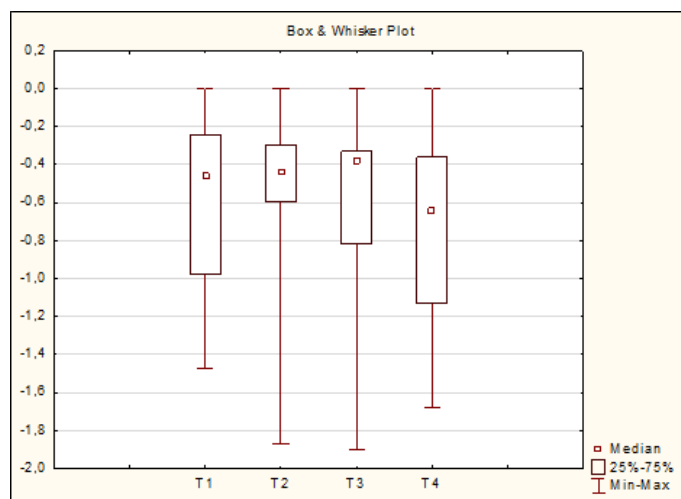


Рис. 2. Статистичні показники резорбції навколо ВДІ групи ІА

Таблиця 1

Показники резорбції кісткової тканини навколо ВДІ, мм

Група	n	T1			T2			T3			T4			p _T
		Me	25%	75%	Me	25%	75%	Me	25%	75%	Me	25%	75%	
ІА	16	-0,46	-0,98	-0,25	-0,44	-0,60	-0,30	-0,38	-0,82	-0,33	-0,64	-1,13	-0,36	>0,05
ІБ	9	-0,69	-1,26	-0,54	-0,54	-0,58	-0,43	-0,48	-0,69	-0,46	-0,81	-1,37	-0,57	>0,05
p _{A-B}		>0,05			>0,05			>0,05			>0,05			x
ІА	11	-1,21	-1,62	-0,48	-0,74	-1,15	-0,47	-0,84	-1,24	-0,59	-1,17	-1,46	-0,74	>0,05
ІБ	14	-0,68	-0,88	-0,57	-0,67	-1,10	-0,46	-0,84	-1,25	-0,46	-0,92	-1,49	-0,68	>0,05
p _{A-B}		>0,05			>0,05			>0,05			>0,05			x
ІІА	14	-0,32	-0,45	-0,19	-0,38	-0,47	-0,27	-0,35	-0,47	-0,28	-0,32	-0,41	0,00	>0,05
ІІБ	11	-0,30	-0,62	0,00	-0,40	-0,51	-0,14	-0,39	-0,66	-0,23	-0,37	-0,57	0,00	>0,05
p _{A-B}		>0,05			>0,05			>0,05			>0,05			x
A (p _{I-III})		<0,01			<0,05			<0,01			<0,01			x
Б (p _{I-III})		<0,05			<0,05			<0,05			<0,01			x

Примітка: p – достовірність різниці даних: p_{A-B} – між первинними і повторними, p_{I-III} – між I, II і III групами, p_T – між T1-T4

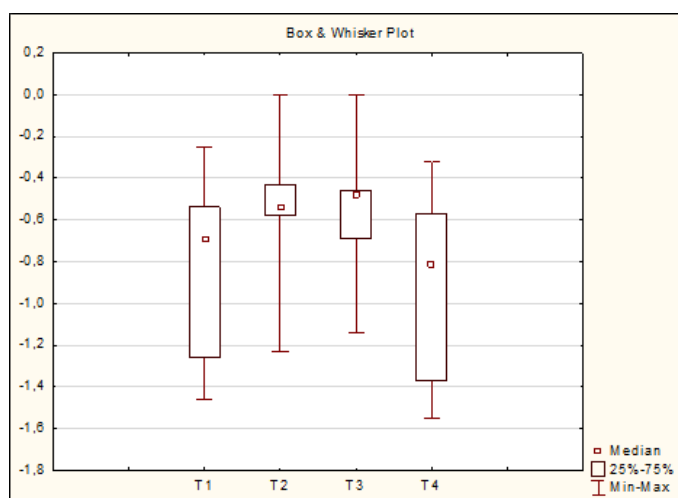


Рис. 3. Статистичні показники резорбції навколо ВДІ групи ІВ

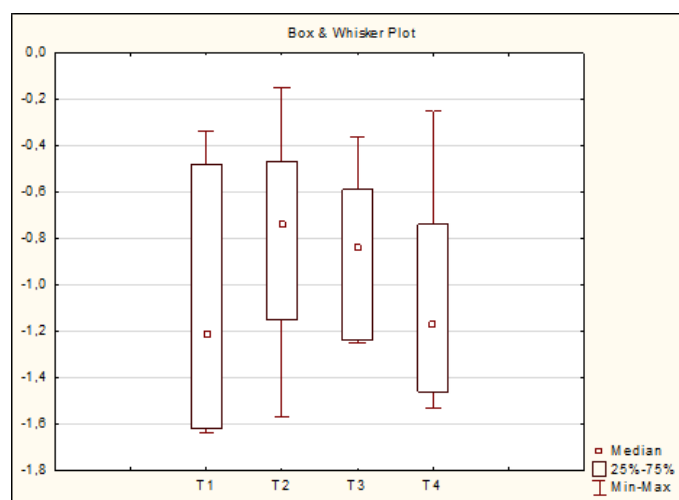


Рис. 4. Статистичні показники резорбції навколо ВДІ групи ІА

та «Імплантат 4» (-0,92[-1,49-(-0,68)] мм), що є вищим від показників навколо «Імплантат 1» (-0,68[-0,88-(-0,57)] мм) та «Імплантат 2» (-0,67[-1,10-(-0,46)] мм) ($p_T > 0,05$). Вважаємо, такі критерії є свідченням переважання жувальним навантаженням лівої сторони.

На рисунку 6 наведено статистичні дані, отримані внаслідок обстежень пацієнтів групи ІІА, яким проведено первинне лікування повної відсутності зубів на нижній щелепі шляхом виготовлення удосконаленої повної знімної ортопедичної конструкції з балковою системою фіксації з опорою на чотири внутрішньокісткові дентальні імплантати.

Слід зазначити відсутність достовірної різниці у порівнянні між собою рівнів резорбції навколо остеоінтегрованих ВДІ у пацієнтів групи ІІА. Щільність результатів у межах -0,32[-0,41-(-0,00)] мм – 0,38[-0,47-(-0,27)] мм ($p_T > 0,05$) свідчить про рівномірність фізіологічних процесів

перебудови та рівня стабільності кісткової тканини через 12 місяців функціонування ортопедичних конструкцій.

Порівнюючи показники у групі ІІА із показниками у групах ІА та ІАА, достовірним є зниження рівнів резорбції у 2-3 рази при виготовленні удосконаленої ортопедичної конструкції ($p_{I-II} < 0,01-0,05$).

На рисунку 7 наведено статистичні показники пацієнтів групи ІІБ.

Тенденції показників навколо ВДІ у групі ІІБ схожі із отриманими у групі ІІА ($p_{A-B} > 0,05$). Відповідна щільність показників свідчить про позитивний вплив ортопедичної конструкції на фізіологічну стабільність кісткової тканини навколо ВДІ і у пацієнтів, яким проведено повторне ортопедичне лікування повної відсутності зубів.

Обговорення результатів дослідження

Ремоделювання кісткової тканини навколо остеоінтегрованих дентальних імплантатів вважа-

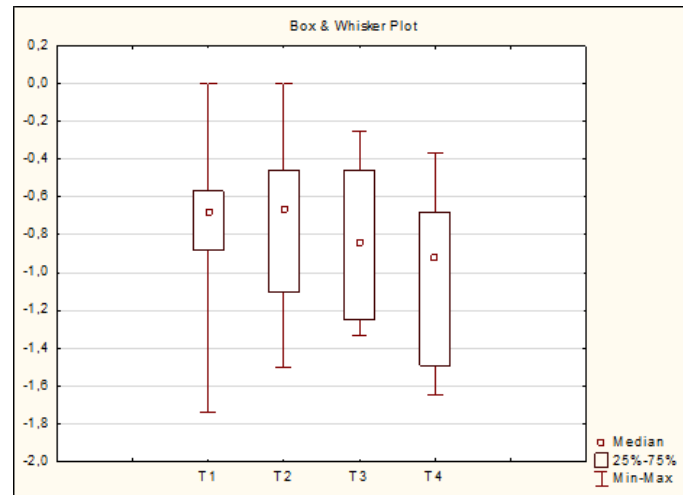


Рис. 5. Статистичні показники резорбції навколо ВДІ групи ІБ

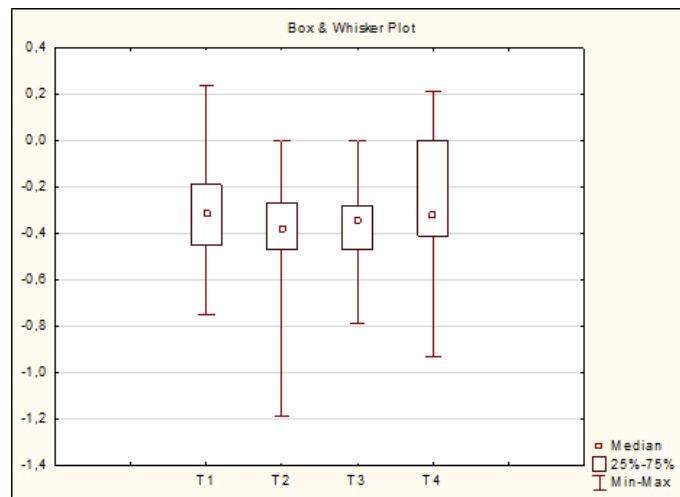


Рис. 6. Статистичні показники резорбції навколо ВДІ групи ІІА

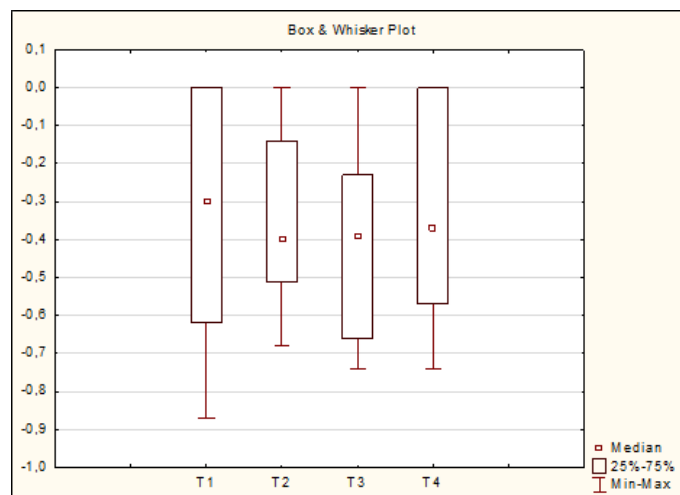


Рис. 7. Статистичні показники резорбції навколо ВДІ групи ІІБ

ється фізіологічним наслідком остеointegraційних процесів. Особливу увагу надають ранньому ремоделюванню кісткової тканини, яка відбувається протягом першого року функціонування

[10]. Тригерами ремоделювання, за визначенням Linkevicius T et al. (2013) [11], є сукупність факторів, які включають товщину м'яких тканин перімплантної ділянки, локалізація з'єднання

імплантат-абатмент, макроструктура імплантата, адекватність дії жувального навантаження при функціонуванні ортопедичних конструкцій.

У нашому дослідженні за рахунок встановлення загальних критеріїв (мінімальна товщина м'яких тканин > 2 мм, встановлені імплантати на рівні кістки, наявність ефекту переключення платформ, імплантати одного бренду), ми дослідили виключно дію ортопедичної конструкції на ремоделювання кісткової тканини навколо внутрішньокісткових опор.

Сучасна стоматологічна наука на основі доказової медицини, спираючись на результати проведених досліджень, рекомендує встановити критерій успішності імплантологічного лікування при рівні резорбції кісткової тканини не вище 1 мм за перший рік функціонування [12].

Отримані нами результати рівнів резорбції кісткової тканини відрізняються між собою у групах пацієнтів. Вдалося встановити достовірні результати, порівнюючи показники навколо ВДІ при виготовленні повних умовно-знімних конструкцій (де сконструйовано за загальноприйнятими рекомендаціями 10-12 штучних зубів на нижній щелепі), повних знімних протезів з балковою системою фіксації (де за загальноприйнятою методикою сконструйовано повний штучний зубний ряд нижньої щелепи) та повних знімних ортопедичних конструкцій з балковою системою фіксації (де за удосконаленою методикою на основі механіко-математичного моделювання у комп'ютерній програмі визначено критично-дозволене місце конструювання штучних зубів для унеможливлення латеральних сил та перевантаження внутрішньокісткових опор).

Важливим фактором, на нашу думку, був доказ дієвості удосконалених ортопедичних конструкцій як при первинному лікуванні повної відсутності зубів, так і при повторному.

Рівні втрати кісткової тканини в цілому у пацієнтів всіх груп відповідали допустимому рівню в 1 мм/ перший рік. Проте, в групах I, II вищий рівень спостерігався навколо дистальних опор справа та зліва. Це є проявом ефекту важеля, який посилюється при зміні розмірів трапеції розташування імплантатів [13]. У такій ситуації рекомендується або обмежити жувальне навантаження, або вкоротити штучний зубний ряд, тобто забезпечити те, що створюється завдяки удосконаленню ортопедичної конструкції в групі III.

Висновки

1. Тип зафіксованої ортопедичної конструкції безпосередньо впливає на ступінь розвитку

резорбції кісткової тканини навколо внутрішньокісткових опор.

2. Найнижчий рівень резорбції зафіксовано навколо кожного із імплантатів у групі IIIA та IIIB, що достовірно ($p_{A-B} < 0,01-0,05$) у 2-3 рази нижчий, ніж навколо імплантатів з аналогічною локалізацією в комірковій частини груп I та II.

3. Не виявлено достовірних змін показників при порівнянні первинно-пролікованих та повторно-пролікованих пацієнтів шляхом виготовлення одного типу ортопедичної конструкції з опорою на чотири внутрішньокісткові дентальні імплантати.

Література:

1. Li Y., Ling J., Jiang Q. Inflammosomes in Alveolar Bone Loss. *Front Immunol.* 2021; № 12. P. 691013. doi: 10.3389/fimmu.2021.691013.
2. Insua A., Monje A., Wang H.L., Miron R.J. Basis of bone metabolism around dental implants during osseointegration and peri-implant bone loss. *J Biomed Mater Res.* 2017; № 7(105). P.2075-2089. doi: 10.1002/jbm.a.36060.
3. Bertolini M.M., Del Bel Cury A.A., Pizzoloto L., Acapa I.R.H., Shibli J.A., Bordin D. Does traumatic occlusal forces lead to peri-implant bone loss? A systematic review. *Braz Oral Res.* 2019. № 33(suppl 1). P. e069. doi: 10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0069.
4. Jepsen S., Caton J.G., Albandar J.M., Bissada N.F., Bouchard P., Cortellini P., et al. Periodontal manifestations of systemic diseases and developmental and acquired conditions: Consensus report of workgroup 3 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol.* 2018. № 89 (Suppl 1). P.237-248. <https://doi.org/10.1002/JPER.17-0733>
5. Guo Y., Kono K., Suzuki Y., Ohkubo C., Zeng J.Y., Zhang J. Influence of marginal bone resorption on two mini implant-retained mandibular overdenture: An *in vitro* study. *J Adv Prosthodont.* 2021. № 13(1). P.55-64. doi: 10.4047/jap.2021.13.1.55.
6. Maló P., Rangert B., Nobre M. "All-on-Four" immediate-function concept with Brånemark System implants for completely edentulous mandibles: a retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2003. № 5 (Suppl 1). P.2-9. doi: 10.1111/j.1708-8208.2003.tb00010.x.
7. Pelekhan B., Rozhko M., Pelekhan L. THE PROSTHODONTIC TREATMENT OF THE MANDIBLE EDENTULOUSNESS. CLINICAL CASE. *Art of medicine.* 2021. № 4 (20). P.140-146. Available from: <https://art-of-medicine.ifnmu.edu.ua/index.php/aom/article/view/710>
8. Pelekhan B., Dutkiewicz M., Shatskyi I., Velychkovych A., Rozhko M., Pelekhan L.

Analytical Modeling of the Interaction of a Four Implant-Supported Overdenture with Bone Tissue. *Materials (Basel)*. 2022. № 15(7). P.2398. doi: 10.3390/ma15072398.

9. Децик О.З. Методичні підходи до узагальнення результатів наукових досліджень. *Галицький лікарський вісник*. 2011. т.18(2). С. 5-8.

10. Linkevicius T., Apse P., Grybauskas S., Puisys A. The influence of soft tissue thickness on crestal bone changes around implants: a 1-year prospective controlled clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009. № 24(4). P.712-719. PMID: 19885413.

11. Linkevicius T., Puisys A., Linkeviciene L., Peciuliene V., Schlee M. Crestal Bone Stability around Implants with Horizontally Matching Connection after Soft Tissue Thickening: A Prospective Clinical Trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015. № 17(3). P.497-508. doi: 10.1111/cid.12155.

12. Sarmiento H.L., Norton M.R., Fiorellini J.P. A Classification System for Peri-implant Diseases and Conditions. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2016. № 36(5). P.699-705. doi: 10.11607/prd.2918.

13. Chuzhak A., Sulyma V., Ropyak L., Velychkovych A., Vytvytskyi V. Mathematical Modelling of Destabilization Stress Factors of Stable-Elastic Fixation of Distal Trans- and Suprasyndesmotic Fibular Fractures. *J Healthc Eng*. 2021. № 2021. P.6607364. doi: 10.1155/2021/6607364.

References:

1. Li, Y., Ling, J., & Jiang, Q. (2021). Inflammasomes in Alveolar Bone Loss. *Frontiers in immunology*, 12, 691013. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.691013> [in English]

2. Insua, A., Monje, A., Wang, H. L., & Miron, R. J. (2017). Basis of bone metabolism around dental implants during osseointegration and peri-implant bone loss. *Journal of biomedical materials research. Part A*, 105(7), 2075–2089. <https://doi.org/10.1002/jbm.a.36060> [in English]

3. Bertolini, M. M., Del Bel Cury, A. A., Pizzoloto, L., Acapa, I., Shibli, J. A., & Bordin, D. (2019). Does traumatic occlusal forces lead to peri-implant bone loss? A systematic review. *Brazilian oral research*, 33(suppl 1), e069. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0069> [in English]

4. Jepsen, S., Caton, J. G., Albandar, J. M., Bissada, N. F., Bouchard, P., Cortellini, P., Demirel, K., de Sanctis, M., Ercoli, C., Fan, J., Geurs, N. C., Hughes, F. J., Jin, L., Kantarci, A., Lalla, E., Madianos, P. N., Matthews, D., McGuire, M. K., Mills, M. P., Preshaw, P. M., ... Yamazaki, K. (2018). Periodontal manifestations of systemic diseases and developmental and acquired conditions: Consensus report of workgroup 3 of the 2017 World Workshop on the

Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of periodontology*, 89 Suppl 1, S237–S248. <https://doi.org/10.1002/JPER.17-0733> [in English]

5. Guo, Y., Kono, K., Suzuki, Y., Ohkubo, C., Zeng, J. Y., & Zhang, J. (2021). Influence of marginal bone resorption on two mini implant-retained mandibular overdenture: An *in vitro* study. *The journal of advanced prosthodontics*, 13(1), 55–64. <https://doi.org/10.4047/jap.2021.13.1.55> [in English]

6. Maló, P., Rangert, B., & Nobre, M. (2003). "All-on-Four" immediate-function concept with Brånemark System implants for completely edentulous mandibles: a retrospective clinical study. *Clinical implant dentistry and related research*, 5 Suppl 1, 2–9. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2003.tb00010.x> [in English]

7. Pelekhan, B., Rozhko, M., & Pelekhan, L. (2021). THE PROSTHODONTIC TREATMENT OF THE MANDIBLE EDENTULOUSNESS. CLINICAL CASE. *Art of Medicine*, 5(№ 4 (20)), 140-146. <https://doi.org/10.21802/artm.2021.4.20.140> [in Ukrainian]

8. Pelekhan, B., Dutkiewicz, M., Shatskyi, I., Velychkovych, A., Rozhko, M., & Pelekhan, L. (2022). Analytical Modeling of the Interaction of a Four Implant-Supported Overdenture with Bone Tissue. *Materials (Basel, Switzerland)*, 15(7), 2398. <https://doi.org/10.3390/ma15072398>

9. Detsyk, O.Z. (2011) Metodichni pidkhody do uzahalnennya rezultativ naukovykh doslidzhen. *Galytskyi likarskiy visnyk*, 18(2), 5-8 [in Ukrainian].

10. Linkevicius, T., Apse, P., Grybauskas, S., & Puisys, A. (2009). The influence of soft tissue thickness on crestal bone changes around implants: a 1-year prospective controlled clinical trial. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 24(4), 712–719. [in English]

11. Linkevicius, T., Puisys, A., Linkeviciene, L., Peciuliene, V., & Schlee, M. (2015). Crestal Bone Stability around Implants with Horizontally Matching Connection after Soft Tissue Thickening: A Prospective Clinical Trial. *Clinical implant dentistry and related research*, 17(3), 497–508. <https://doi.org/10.1111/cid.12155> [in English]

12. Sarmiento, H. L., Norton, M. R., & Fiorellini, J. P. (2016). A Classification System for Peri-implant Diseases and Conditions. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 36(5), 699–705. <https://doi.org/10.11607/prd.2918> [in English]

13. Chuzhak, A., Sulyma, V., Ropyak, L., Velychkovych, A., & Vytvytskyi, V. (2021). Mathematical Modelling of Destabilization Stress Factors of Stable-Elastic Fixation of Distal Trans- and Suprasyndesmotic Fibular Fractures. *Journal of healthcare engineering*, 2021, 6607364. <https://doi.org/10.1155/2021/6607364> [in English]