

УДК 616-314-76:616-314-77

DOI <https://doi.org/10.35220/2523-420X/2026.1.29>**Ю.Я. Гундяк,**

аспірант кафедри ортопедичної стоматології,  
ДВНЗ «Ужгородський вул. Університетська,  
16а, м. Ужгород, Україна, індекс 88000,  
[yurii.hundiak@uzhnu.edu.ua](mailto:yurii.hundiak@uzhnu.edu.ua)  
ORCID ID: 0009-0006-7463-3515

**М.Ю. Гончарук-Хомин,**

PhD, доктор філософії, доцент,  
доцент кафедри терапевтичної стоматології,  
Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський  
національний університет», академічний редактор  
*Pesquisa Brasileira em Odontopediatria  
e Clínica Integrada,*  
вул. Університетська, 16а, м. Ужгород, Україна,  
індекс 88000, [myroslav.goncharuk-khomyn@uzhnu.edu.ua](mailto:myroslav.goncharuk-khomyn@uzhnu.edu.ua)  
ORCID ID: 0000-0002-7482-3881

**А.Т. Кенюк,**

кандидат медичних наук,  
доцент кафедри ортопедичної стоматології,  
Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський  
національний університет»,  
вул. Університетська, 16а, м. Ужгород, Україна,  
індекс 88000, [andrii.keniuk@uzhnu.edu.ua](mailto:andrii.keniuk@uzhnu.edu.ua)  
ORCID ID: 0000-0001-6093-0785

## ПОРІВНЯННЯ СТАТИЧНИХ ОКЛЮЗІЙНИХ СПІВВІДНОШЕНЬ ЗА КРИТЕРІЄМ ГРАФІЧНИХ КОЛІЗІЙ ЗАРЕЄСТРОВАНИХ В ХОДІ ІНТРАОРАЛЬНОГО СКАНУВАННЯ У ПАЦІЄНТІВ З ТА БЕЗ ПАТОЛОГІЇ ПАРОДОНТУ

**Мета дослідження.** Оцінити відмінності статичних оклюзійних співвідношень за критерієм графічних колізій, зареєстрованих з використанням технології інтраорального сканування, у пацієнтів з та без патології пародонтиту. **Методи дослідження.** Дослідження було реалізоване у форматі порівняльного аналізу даних інтраорального сканування з попередньо визначеною стратифікацією пацієнтів залежно від стану тканин пародонта. На основі цілеспрямованого відбору було сформовано досліджувану та контрольну групи пацієнтів: до досліджуваної групи було залучено 32 осіб з діагностованою патологією пародонтиту I-II стадії, до контрольної групи – 37 пацієнтів без клінічних та рентгенологічних ознак запальних або деструктивних уражень тканин пародонта. Цифрове внутрішньоротове сканування верхньої та нижньої щелеп проводилося одним лікарем-стоматологом за стандартизованою стратегією із використанням інтраорального сканера Medit i500 згідно рекомендації виробника. Для оцінки відмінностей статичних оклюзійних співвідношень

отримані цифрові моделі верхньої та нижньої щелеп суміщені за білатеральними цифровими реєстрами оцінювали за критерієм наявності оклюзійних колізій, як випадків графічної взаємопенетрації тривимірних об'єктів. **Наукова новизна.** При аналізі результатів суміщення трьохмірних моделей верхньої та нижньої щелеп за даними цифрового оклюзійного реєстрату, отриманого стандартизованим білатеральним протоколом сканування, було виявлено статистично значущі відмінності у кількості оклюзійних колізій між групами пацієнтів з наявною та відсутньою патологією пародонтиту ( $p < 0,05$ ). У пацієнтів із пародонтитом I-II стадії середня кількість ділянок графічної взаємопенетрації тривимірних цифрових моделей щелеп на кожну досліджувану пару щелеп була вищою порівняно з аналогічним показником у контрольній групі ( $p < 0,05$ ). Водночас у пацієнтів із пародонтитом відзначалася тенденція до більш поширеного розподілу колізій із залученням фронтальної ділянки зубного ряду, хоча враховуючи загально виражену варіативність розподілу оклюзійних колізій у досліджуваній групі, статистично значущої різниці за показником локалізації графічних колізій таких конкретно у фронтальній ділянці в порівнянні із контрольною групою встановити не вдалось ( $p > 0,05$ ). **Висновки.** Проведений порівняльний аналіз засвідчив наявність статистично значущих відмінностей у кількості оклюзійних колізій, ідентифікованих за результатами цифрового внутрішньоротового сканування, між пацієнтами з пародонтитом I-II стадії та особами без клінічних ознак патології тканин пародонту. З урахуванням цілеспрямованого виключення впливу дефектів зубних рядів та інших потенційних чинників, здатних модифікувати характер оклюзійних співвідношень в цифровому середовищі, встановлено, що функціональний стан тканин пародонта може розглядатися як незалежний фактор, асоційований зі змінами параметрів цифрового суміщення моделей верхньої та нижньої щелеп в ході процедури інтраорального сканування. **Ключові слова:** оклюзія, інтраоральне сканування, пародонтит, діагностика, оклюзійні контакти, ортопедичне лікування

**Yu. Ya. Gundjak,**

PhD student at the Department of Prosthetic Dentistry,  
SHEI «Uzhhorod National University»,  
16a Universytetska street, Uzhhorod, Ukraine, postalcode  
88000, [yurii.hundiak@uzhnu.edu.ua](mailto:yurii.hundiak@uzhnu.edu.ua)  
ORCID ID: 0009-0006-7463-3515

**M. Yu. Goncharuk-Khomyn,**

PhD, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department  
of Restorative Dentistry,  
SHEI «Uzhhorod National University», Academic Editor  
of *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria  
e Clínica Integrada,*  
16a Universytetska street, Uzhhorod, Ukraine,  
postalcode 88000,  
[myroslav.goncharuk-khomyn@uzhnu.edu.ua](mailto:myroslav.goncharuk-khomyn@uzhnu.edu.ua)  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7482-3881>



**A.T. Keniuk,**

Candidate of Medical Sciences,

Associate Professor at Department of Prosthetic Dentistry,

SHEI «Uzhhorod National University»,

16a Universytetska street, Uzhhorod, Ukraine, postalcode

88000, andrii.keniuk@uzhnu.edu.ua

ORCID ID: 0000-0001-6093-0785

## COMPARISON OF STATIC OCCLUSAL RELATIONSHIPS BY THE CRITERIA OF OCCLUSAL COLLISIONS REGISTERED DURING INTRAORAL SCANNING AMONG PATIENTS WITH AND WITHOUT PERIODONTITIS PATHOLOGY

**Purpose of the study.** To evaluate differences in static occlusal relationships assessed by the criterion of graphical collisions and registered using intraoral scanning technology among patients with and without periodontitis pathology. **Research methods.** Study was conducted as comparative analysis of intraoral scanning data with prior stratification of patients according to their periodontal tissue status. Based on purposive sampling, study and control groups were formed. Study group included 32 patients diagnosed with stage I-II periodontitis due to the EFP diagnostic criteria, while control group comprised 37 patients without clinical or radiographic signs of inflammatory or destructive periodontal tissue lesions. Digital intraoral scanning of the maxilla and mandible was performed by single dentist following standardized scanning protocol using the Medit i500 intraoral scanner in accordance with the manufacturer's recommendations. To assess differences in static occlusal relationships, obtained digital models of the upper and lower jaws were aligned using bilateral digital bite registrations and evaluated based on the presence of occlusal collisions, defined as instances of graphical interpenetration of three-dimensional objects. **Scientific novelty.** Analysis of the alignment results obtained for three-dimensional maxillary and mandibular models, based on digital occlusal registrations after standardized bilateral scanning protocol, revealed statistically significant differences in the number of occlusal collisions between patients with and without periodontitis ( $p < 0,05$ ). In patients with I-II stages of periodontitis mean number of graphical interpenetration areas per examined jaws pair was significantly higher compared to the control group ( $p < 0,05$ ). Additionally tendency toward more widespread distribution of collisions involving the anterior dental segment was observed among patients with periodontitis. However, considering the overall variability in distribution of occlusal collisions within the study group, no statistically significant difference in anterior localization of collisions compared to the control group was identified ( $p > 0,05$ ).

**Conclusions.** Comparative analysis demonstrated statistically significant differences in the number of occlusal collisions identified through digital intraoral scanning between patients with stage I-II periodontitis and individuals without clinical signs of periodontal tissue pathology. Given the deliberate exclusion of dental arch defects and other potential factors capable of modifying

occlusal relationships in digital environment, it was established that the functional status of periodontal tissues may be considered an independent factor associated with changes in digital alignment parameters of maxillary and mandibular models during intraoral scanning.

**Key words:** occlusion, intraoral scanning, periodontitis, diagnostics, occlusal contacts, prosthetic treatment

**Постановка проблеми.** Цифрові протоколи стоматологічної реабілітації сприяють оптимізації алгоритмів комплексного стоматологічного лікування пацієнтів з пародонтитом [1, 2, 3, 4]. Інтраоральне сканування є невід'ємним елементом цифрового протоколу, котрий, забезпечує отримання високоточних тривимірних моделей зубних рядів, які окрім функції оптичного відбитка, в подальшому можуть бути опрацьовані в діагностичних цілях, а також з метою планування послідовності подальших лікувальних маніпуляцій [6, 7, 8]. При цьому точність інтраоральних сканів у розрізі відтворюваності розмірних та просторових параметрів зубних рядів є клінічно-прийнятною при відсутності умов, котрі критично можуть компрометувати процес захоплення та обробки зображень в ході реалізації протоколу внутрішньоротового сканування [9, 10]. Окрім власне діагностичної функції, результати інтраорального сканування також можуть бути використані з метою аналізу оклюзійних параметрів, що підтверджено відповідними клінічними та лабораторними дослідженнями [11]. У систематичному огляді Morsy N. та колег було відмічено, що цифрові реєстри міжоклюзійних співвідношень у порівнянні із різними референтними методами забезпечують точність відтворення таких у цифровому середовищі на рівні 76% чутливості та 80% специфічності, що авторами було окреслено як клінічно прийнятний діапазон значень [11]. При цьому слід зазначити, що відтворюваність статичних міжоклюзійних співвідношень, зареєстрованих системною інтраорального сканування у цифровому середовищі залежить не лише від технічних характеристик використовуваної системи, але й стану зубощелепового апарату [12, 13].

Пародонтит навіть на початкових стадіях розвитку супроводжується структурними й функціональними змінами комплексу підтримуючого апарату зуба, зокрема втратою рівня оточуючого прикріплення, порушенням еластичних властивостей пародонтальної зв'язки та, як наслідок, зростанням мікрорухомості одиниць зубного ряду, розвитком явищ оклюзійної травми, фремітусу та патологічно-індукованої міграції зубів

[14, 15, 16]. З огляду на те, що цифрова реєстрація міжоклюзійних співвідношень базується на фіксації статичного взаєморозміщення щелеп у конкретний момент часу, навіть мінімальні варіації положення зубів під час формування оклюзійного контакту та прикладення жувального навантаження можуть впливати на характер суміщення тривимірних моделей щелеп [17]. Попередньо, зокрема, було повідомлено про вплив фремітусу на варіації точності відтворення міжоклюзійних статичних співвідношень в ході реалізації процедури інтраорального сканування, а також було описано підходи до мінімізації впливу такого з метою оптимізації параметрів цифрових міжоклюзійних реєстратів [18, 19].

Незважаючи на зростаючу кількість досліджень, присвячених точності інтраорального сканування, питання впливу пародонтальної патології та асоційованих з нею змін стоматологічного статусу на параметри цифрової реєстрації оклюзійних співвідношень залишається недостатньо висвітленими. Особливої актуальності дані аспекти набувають в контексті комплексного лікування пацієнтів із пародонтитом, де оптимізація оклюзійних співвідношень має ключове значення для профілактики функціонального перевантаження та раннього виявлення ознак оклюзійної травми з метою їх своєчасного менеджменту.

**Мета дослідження.** Оцінити відмінності статичних оклюзійних співвідношень за критерієм оклюзійних колізій, зареєстрованих з використанням технології інтраорального сканування, у пацієнтів з та без патології пародонтиту.

**Матеріали та методи.** Дослідження було реалізоване у форматі порівняльного аналізу даних інтраорального сканування з попередньо визначеною стратифікацією пацієнтів залежно від стану тканин пародонта на базі Університетської стоматологічної поліклініки навчально-наукового інституту стоматології та лабораторної медицини ДВНЗ «Ужгородський національний університет».

Формування пулу пацієнтів здійснювалося цілеспрямовано із включенням до такого лише повнолітніх осіб без дефектів зубних рядів (критерій включення), що дозволило виключити вплив самих дефектів на стабільність оклюзійних контактів, зареєстрованих із використанням системи інтраорального сканування. Крім того, залучення до процесу сканування пацієнтів без дефектів зубних рядів сприяло можливості цільового дослідження впливу стану тканин пародонта на результат суміщення цифрових моделей верх-

ньої та нижньої щелепи згідно даних отриманого реєстрату міжоклюзійних співвідношень.

Критеріями виключення пацієнтів із досліджуваної когорти були наступні: наявність ознак часткової адентії, наявність незнімних ортопедичних конструкцій, стадія активного ортодонтичного лікування, виражені аномалії прикусу, котрі потребують ортодонтичної корекції, наявність системних захворювань, котрі критично впливають на стан пародонта, діагностований пародонтит III та IV стадії згідно критеріїв European Federation of Periodontology (EFP).

На основі цілеспрямованого відбору було сформовано досліджувану та контрольну групи пацієнтів: до досліджуваної групи було залучено 32 осіб з діагностованою патологією пародонтиту I-II стадії згідно критеріїв EFP, до контрольної групи – 37 пацієнтів без клінічних та рентгенологічних ознак запальних або деструктивних уражень тканин пародонта.

Діагностику пародонтиту проводили на основі комплексного клінічного обстеження, що включало визначення глибини пародонтальних кишень, рівня клінічного прикріплення, оцінку кровоточивості при зондуванні, а також аналіз рентгенологічних знімків для виявлення ознак втрати кісткової тканини згідно діагностичних критеріїв EFP. Залучення до дослідження лише пацієнтів з пародонтитом I та II стадії обумовлено тим, що згідно принципів класифікації даної патології саме дані стадії не асоційовані із втратою зубів по причині пародонтиту, в той же час відсутність дефектів зубних рядів в даному дослідженні використовувалось у якості критерію включення, оскільки наявність таких незалежно від етіології їх виникнення провокує відхилення в точності відтворювання статичних міжоклюзійних співвідношень за результатами інтраорального сканування.

Цифрове внутрішньоротове сканування верхньої та нижньої щелеп проводилося одним лікарем-стоматологом за стандартизованою стратегією із використанням інтраорального сканера Medit i500 (Medit Corp., Сеул, Південна Корея) згідно рекомендацій виробника. Цифрові реєстрати оклюзійних співвідношень отримували білатерально в проекції першого та другого верхніх та нижніх молярів, а також перших верхніх та нижніх премолярів у положенні звичної оклюзії згідно рекомендацій виробника. Перед отриманням цифрових реєстратів пацієнтам надавали інструкції щодо формування та утримання стабільного міжзубного контакту без

надмірного накушування з відтворенням стану звичної оклюзії.

Реєстрацію прикусу здійснювали відповідно до передбаченого алгоритму програмного забезпечення системи інтраорального сканування без додаткових маніпуляцій з інтраоральними сканами як графічними об'єктами, а також без активації функції додаткової корекції (оптимізації оклюзії) передбаченої в програмному забезпеченні внутрішньоротового сканера Medit Link (Medit Corp., Сеул, Південна Корея) (Рис. 1).



Рис. 1. Приклад білатеральної реєстрації статичних оклюзійних співвідношень, реалізованої згідно рекомендацій виробника використовуваної системи інтраорального сканування

Усі цифрові файли перед аналітичним етапом проходили процедуру анонімізації. Ідентифікаційні дані у структурі найменувань інтраоральних сканів були закодовані, а інформація, що містилася у метаданих файлів типу \*.ply, видалялися з метою забезпечення конфіденційності та відповідності етичним вимогам.

Для оцінки відмінностей статичних оклюзійних співвідношень, зареєстрованих з використанням технології інтраорального сканування, у пацієнтів з та без патології пародонтиту, отримані цифрові моделі верхньої та нижньої щелеп суміщені за білатеральними цифровими реєстратами оцінювали на предмет наявності оклюзійних колізій, як випадків графічної взаємопенетрації тривимірних об'єктів. Для уніфікації процедури оцінки проводили проєкційне зворотне позиціонування моделі верхньої щелепи з орієнтацією внутрішньої поверхні полігональної сітки у напрямку до дослідника. Візуальну ідентифікацію ділянок пенетрації здійснювали мануально з підрахунком їх кількості для кожної пари сканів (рис. 2).

Даний етап проводився лікарем-стоматологом із 7-річним досвідом роботи з різними системами інтраорального сканування для забезпечення належного рівня стандартизації та відтворюваності застосованого підходу.

Структуризацію та систематизацію отриманих даних проводили в середовищі програмного

забезпечення Microsoft Excel 2021 (Microsoft Office 2021, Microsoft, США) із додатковим використанням плагіну XLSTAT (Addinsoft Inc., Нью-Йорк, США) для реалізації статистичних обчислень. Для оцінки відмінностей між групами застосовували методи інферентної статистики з попередньою перевіркою розподілу даних для підбору відповідних критеріїв оцінки.

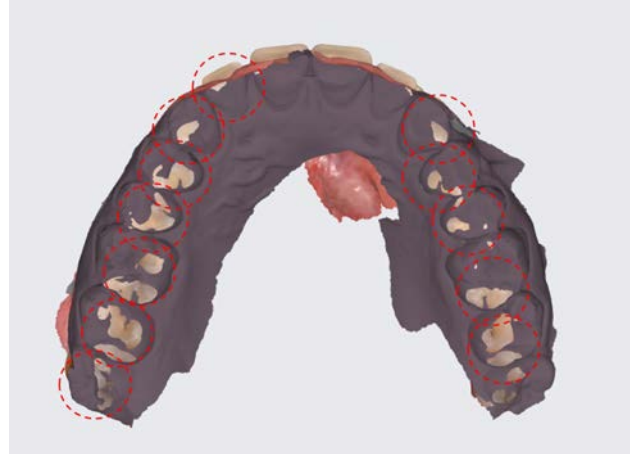


Рис. 2. Приклад підрахунку оклюзійних графічних колізій після проєкційного зворотного позиціонування моделі верхньої щелепи

#### Результати дослідження та їх обговорення.

Середній вік пацієнтів у групі дослідження (пацієнти з пародонтитом I-II стадії) склав  $39,8 \pm 5,6$  років, тоді як у групі контролю –  $34,5 \pm 7,4$  роки (пацієнти без пародонтиту). Відмінності порівнюваних груп щодо параметру середнього віку та гендерного розподілу не були статистично значущими ( $p > 0,05$ ).

При аналізі результатів суміщення трьохмірних моделей верхньої та нижньої щелеп за даними цифрового оклюзійного реєстрату, отриманого стандартизованим білатеральним протоколом сканування, було виявлено статистично значущі відмінності у сумарній кількості оклюзійних колізій між групами пацієнтів з наявною та відсутньою патологією пародонтиту ( $p < 0,05$ ) (рис. 3).

У пацієнтів із пародонтитом I-II стадії середня кількість ділянок графічної взаємопенетрації тривимірних моделей щелеп на кожну досліджувану пару щелеп була вищою порівняно з аналогічним показником у контрольній групі ( $p < 0,05$ ).

При цьому оклюзійні колізії відмічалися також і у контрольній групі пацієнтів без ознак пародонтиту, проте порівняно з нижчим рівнем поширеності в цілому та в перерахунку на кожну пару досліджуваних цифрових моделей (рис. 4).

Враховуючи, що в дослідженні було проаналізовано цифрові моделі щелеп пацієнтів без ознак часткової втрати зубів, отримані результати опосередковано засвідчують про потенційний вплив патологічних змін тканин пародонту, зокрема підвищених рівнів фізіологічної та патологічної мікрорухомоті зубів на фоні пародонтиту, на точність відтворення статичних міжоклюзійних співвідношень у цифровому середовищі.

Дисперсійний аналіз продемонстрував вищу варіативність кількості та локалізації оклюзійних колізій у різних топографічних ділянках та серед пацієнтів досліджуваної групи, що з однієї сторони може відображати неоднорідність клінічних проявів пародонтиту навіть у межах I-II стадія, а з іншої сторони – часткову неадаптованість використовуваної системи інтраорального сканування щодо реєстрації статичних оклюзійних

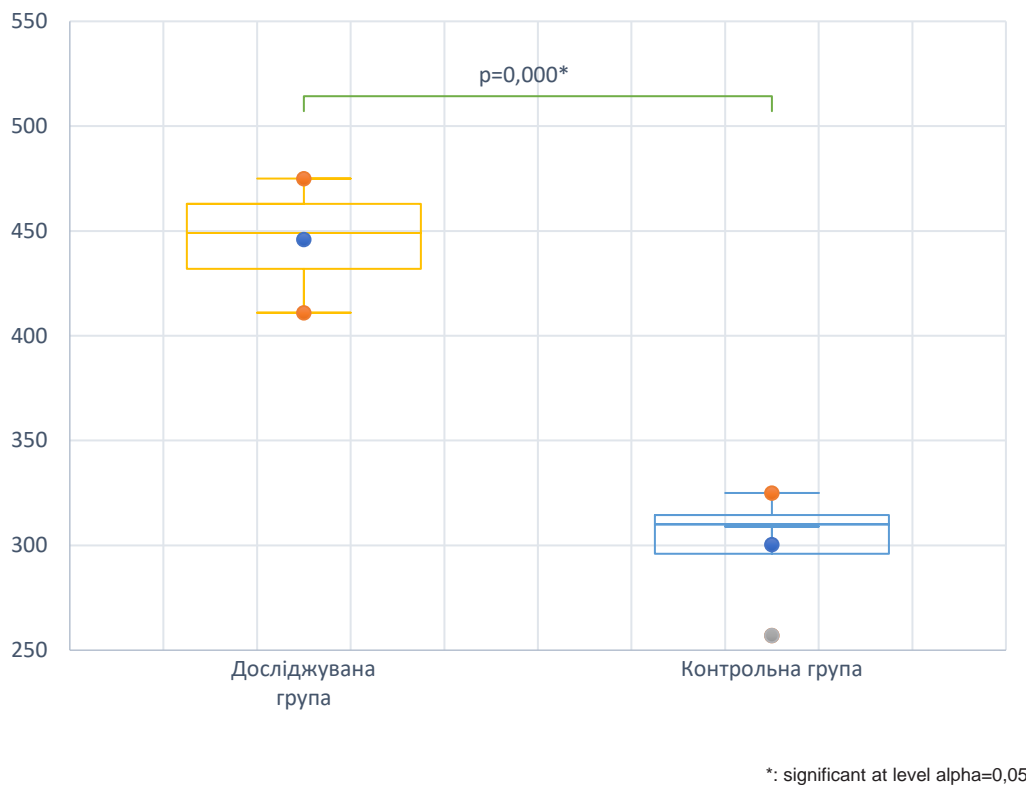


Рис. 3. Порівняння сумарної кількості оклюзійних колізій зареєстрованих в досліджуваній та контрольній групах

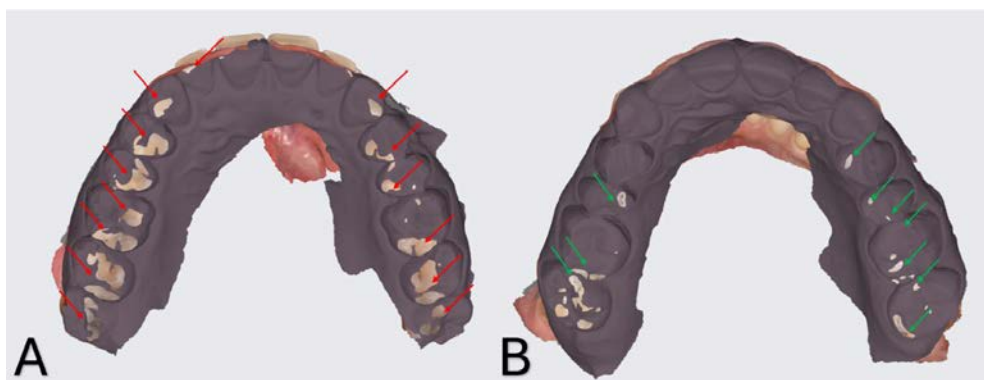


Рис. 4. Приклади відмінностей кількості, розподілу та інтенсивності графічних оклюзійних колізій у пацієнта з пародонтитом (A) та пацієнта без пародонтиту (B)

співвідношень у пацієнтів з пародонтитом.

У контрольній групі кількість оклюзійних інтерференцій була не тільки меншою, а й характеризувалася вищим рівнем однорідності розподілу у розрізі на одного пацієнта та щодо конкретних топографічних ділянок. Зокрема аналіз локалізації зон графічної пенетрації трьохмірних об'єктів показав, що в обох групах найбільша частота їх виявлення відмічалася в проекції молярів та премолярів, та відносно менша кількість таких була зареєстрована в фронтальних ділянках щелеп, при цьому відмінності між такими щодо частоти реєстрації у фронтальних та дистальних ділянках щелеп були статистично підтвердженими у контрольній групі пацієнтів ( $p < 0,05$ ).

Водночас у пацієнтів із пародонтитом відзначалася тенденція до більш поширеного розподілу колізій із залученням фронтальної ділянки зубного ряду, хоча враховуючи загально виражену варіативність розподілу оклюзійних колізій у досліджуваній групі статистично значущої різниці за показником локалізації таких конкретно у фронтальній ділянці в порівнянні із контрольною групою встановити не вдалось ( $p > 0,05$ ).

Додатковий аналіз не виявив статистично значущого впливу параметрів віку або статі пацієнтів на кількість оклюзійних колізій у межах кожної з груп ( $p > 0,05$ ), і приймаючи до уваги, що отримання цифрових реєстратів оклюзійних співвідношень проводилось за стандартизованим протоколом, можна припустити домінуючу роль саме стану тканин пародонта як фактора, асоційованого зі змінами характеру цифрового суміщення моделей, квантифікованими за показниками оклюзійних колізій.

Оскільки до дослідження були включені виключно пацієнти без дефектів зубних рядів, виявлені відмінності не можуть бути пояснені впливом часткової адентії або відсутністю дистальної опори. Таким чином, результати дослідження продемонстрували, що навіть за відсутності дефектів зубних рядів стан пародонтального комплексу асоціюється зі статистично значущими відмінностями у кількості оклюзійних колізій, як критичного варіанту оклюзійних інтерференцій при цифровій реєстрації статичних міжоклюзійних співвідношень в ході процедури інтраорального сканування. Виявлена тенденція може відображати вплив змін біомеханічних властивостей опорно-зв'язкового апарату зубів на результати інтраорального сканування та потребує подальшого поглибленого аналізу з урахуванням метричних показників просторових відхилень,

котрі частково уже були відображені в попередніх дослідженнях аналогічного спрямування [17, 18, 19, 20, 21].

Пародонтит I-II стадії, попри відсутність втрати зубів, супроводжується структурними та біомеханічними змінами тканин пародонта, включно зі зміною еластичних властивостей пародонтальної зв'язки та підвищеною мікрорухомістю зубів [22, 23, 24]. Навіть незначні варіації положення зубів у момент формування міжоклюзійного контакту можуть впливати на точність цифрової реєстрації статичних міжоклюзійних співвідношень, особливо з огляду на те, що алгоритми інтраорального сканування базуються на фіксації статичного положення моделей у визначений момент часу [11, 12, 25]. Виявлена більша варіативність показників у досліджуваній групі може відображати індивідуальні відмінності рівнів функціональної нестабільності зубів у межах однакової стадії розвитку пародонтиту.

Виявлене зростання кількості оклюзійних колізій як критичного варіанту репрезентації оклюзійних інтерференцій у пацієнтів із пародонтитом I-II стадії може також розглядатися в контексті можливого зв'язку з явищем оклюзійної травми [14, 22, 23, 24]. Відомо, що навіть за відсутності вираженої втрати зубів патологічні зміни в тканинах пародонта супроводжуються зниженням здатності пародонтальної зв'язки адекватно компенсувати функціональне навантаження [14, 22, 23]. Підвищена мікрорухомість зубів та зміни їхнього просторового положення під час оклюзійного контакту можуть призводити до формування нерівномірного розподілу жувального навантаження [14, 24]. За умов наявності початкових або помірних деструктивних змін пародонта навіть незначні оклюзійні зміни можуть набувати клінічного значення, формуючи передумови для розвитку первинної або вторинної оклюзійної травми [14, 23, 24]. У цифровому середовищі це може відображатися у вигляді збільшення кількості графічних зон взаємопенетрації тривимірних моделей щелеп, які є індикатором потенційних передчасних або надмірних контактів [12, 25, 26]. Хоча наразі оклюзійні колізії не можна інтерпретувати у якості прямого доказу клінічно значущої травматичної оклюзії, оскільки вони також присутні і у пацієнтів з здоровим станом пародонту і в першу чергу пов'язані із алгоритмами роботи програмного забезпечення інтраорального сканера, їх більша частота в групі пацієнтів із пародонтитом потенційно може свідчити про функціональну нестабільність оклюзійних співвідношень.

На основі отриманих результатів можна припустити, що стан пародонтального комплексу може модифікувати зареєстрований в цифровому середовищі патерн картування оклюзійних контактів через механізми зміненої біомеханіки зубів. Це підкреслює доцільність комплексного підходу до оцінки оклюзійних співвідношень у пацієнтів із патологією пародонта з урахуванням як клінічних ознак оклюзійної травми, так і цифрових показників суміщення моделей щелеп.

З урахуванням клінічних особливостей перебігу пародонтиту III-IV стадії розвитку доцільність подальшого продовження дослідження в цій когорті пацієнтів набуває особливого значення [27, 28, 29]. Важкі форми патології пародонту, на відміну від I-II стадії, характеризуються не лише вираженою втратою клінічного прикріплення та значною резорбцією альвеолярної кістки, але й частою втратою зубів, формуванням дефектів зубних рядів, міграцією одиниць зубного ряду, патологічною рухомістю таких та вторинними деформаціями оклюзійної площини [27, 28, 29]. Саме ці чинники можуть істотно модифікувати характер цифрового суміщення моделей верхньої та нижньої щелеп і впливати на кількість та розподіл оклюзійних інтерференцій, що частково уже було відображено в попередніх дослідженнях серед пацієнтів із частковою адентією, різними формами оклюзійних порушень, а також таких з ознаками фремітусу [12, 17, 18, 19, 25, 30].

Проведення досліджень аналогічних даному, однак на когорті пацієнтів із пародонтитом III-IV стадії, дозволило б встановити, чи зберігається тенденція до зростання кількості оклюзійних колізій як критичних форм оклюзійних інтерференцій в умовах поєданого впливу біомеханічної нестабільності зубів із дефектами зубних рядів та втратою дистальної опори. Водночас у такому випадку необхідним є ретельний методологічний контроль впливу часткової адентії як окремого фактора, здатного самостійно змінювати параметри статичних оклюзійних співвідношень у цифровому середовищі. Крім того, у пацієнтів із важкими формами пародонтиту особливо актуальним є вивчення зв'язку між зареєстрованими оклюзійними інтерференціями у цифровому середовищі та клінічними проявами вторинної оклюзійної травми, приймаючи до уваги зменшення площі пародонтальної підтримки та перерозподіл жуваального навантаження.

Отримані результати можуть мати важливе практичне значення для вдосконалення цифрових протоколів планування комплексного пародонто-

логічного та ортопедичного лікування пацієнтів з пародонтитом в умовах вираженої структурно-функціональної перебудови зубощелепного апарату. Крім того, окремої уваги потребує вивчення можливостей залучення технологій на основі штучного інтелекту (ШІ) до процесу оптимізації протоколів комплексної стоматологічної реабілітації пацієнтів з пародонтитом, оскільки доступне апробоване програмне забезпечення на основі ШІ продемонструвало варіативні показники точності відтворення оклюзійних співвідношень за даними попередніх досліджень [31, 32, 33, 34]. Попри те використання принципів машинного навчання для ранньої діагностики ознак парадфункціональної активності та оклюзійних порушень продовжує вдосконалюватися та набирати більш чіткої клінічної орієнтованості [35].

**Висновки.** Проведений порівняльний аналіз засвідчив наявність статистично значущих відмінностей у кількості оклюзійних колізій, ідентифікованих за результатами цифрового внутрішньоротового сканування, між пацієнтами з пародонтитом I-II стадії та особами без клінічних ознак патології тканин пародонту. З урахуванням цілеспрямованого виключення впливу дефектів зубних рядів та інших потенційних чинників, здатних модифікувати характер оклюзійних співвідношень, встановлено, що функціональний стан тканин пародонта може розглядатися як незалежний фактор, асоційований зі змінами параметрів цифрового суміщення моделей верхньої та нижньої щелеп в ході процедури інтраорального сканування.

Вища частота реєстрації зон графічної взаємопенетрації тривимірних моделей у групі пацієнтів із пародонтитом I-II стадії потенційно може бути зумовлена порушенням біомеханічної рівноваги пародонтального комплексу, включно зі зміною еластичних властивостей пародонтальної зв'язки, резорбцією альвеолярної кісткової тканини та зростанням амплітуди мікрорухомоті зубів.

Навіть мінімальні варіації положення зубів у момент формування оклюзійного контакту здатні впливати на результат цифрової реєстрації оклюзійних співвідношень, оскільки алгоритми інтраорального сканування відтворюють статичну конфігурацію моделей у конкретний момент часу без урахування динамічних адаптаційних механізмів пародонта.

Отримані дані можуть бути використані для подальшого вивчення можливості підтвердженні потенційного зв'язку між виявленими оклюзійними колізіями як критичним варіантами оклю-

зійних інтерференцій та передумовами формування оклюзійної травми. Ділянки оклюзійних колізій за умов зниженої компенсаторної спроможності пародонтального комплексу навіть при субклінічних оклюзійних порушеннях можуть бути асоційовані із локалізованим перевантаженням окремих зубів, що потенційно підтримує або посилює прогресування деструктивних змін у тканинах пародонта.

### Література:

1. Velasco-Ortega E., Cracel-Lopes J.L., Matos-Garrido N. [et al.]. Immediate functional loading with full-arch fixed implant-retained rehabilitation in periodontal patients: clinical study. *International journal of environmental research and public health*. 2022. Vol. 19(20). P. 13162. <https://doi.org/10.3390/ijerph192013162>
2. Cacciò C., Tallarico M., Lumbau A.I. [et al.]. The Role of Digital Workflow in Creating a New, Esthetic and Functional Smile in a Periodontally Compromised Patient: A Case Report. *Reports*. 2025. Vol. 8(3). P. 105. <https://doi.org/10.3390/reports8030105>
3. Nowicki A., Osypko K. Digital Workflow in Full Mouth Rehabilitation with Immediate Loading, Intraoral Welding and 3D-Printed Reconstructions in a Periodontal Patient: A Case Report. *Reports*. 2023. Vol. 6(4). P. 52. <https://doi.org/10.3390/reports6040052>
4. Farina R., Simonelli A., Trombelli L. [et al.]. Emerging applications of digital technologies for periodontal screening, diagnosis and prognosis in the dental setting. *Journal of Clinical Periodontology*. 2025. Vol. 52. P. 211-45. <https://doi.org/10.1111/jcpe.14156>
5. Palkovics D., Mangano F.G., Nagy K. [et al.]. Digital three-dimensional visualization of intrabony periodontal defects for regenerative surgical treatment planning. *BMC Oral Health*. 2020. Vol. 20(1). P. 351. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01342-w>
6. Conejo J., Dayo A.F., Syed A.Z. et al. The digital clone: intraoral scanning, face scans and cone beam computed tomography integration for diagnosis and treatment planning. *Dental Clinics*. 2021. Vol. 65(3). P. 529-53. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2021.02.011>
7. Frąckiewicz W., Jankowska A., Machoy M.E. CBCT and modern intraoral scanners as tools for developing comprehensive, interdisciplinary treatment plans. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*. 2024. Vol. 33(11). P. 1267-76. <https://doi.org/10.17219/acem/175817>
8. Park J.H., Lee G.H., Moon D.N. [et al.]. Creation of digital virtual patient by integrating CBCT, intraoral scan, 3D facial scan: an approach to methodology for integration accuracy. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2022. Vol. 33(4). P. e396-8. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000008275>
9. Abduo J., Elseyoufi M. Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors. *The European journal of prosthodontics and restorative dentistry*. 2018. Vol. 26(3). P.101-21. [https://doi.org/10.1922/EJPRD\\_01752Abduo21](https://doi.org/10.1922/EJPRD_01752Abduo21)
10. Revilla-León M., Kois D.E., Kois J.C. A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans: Part 2—Patient factors. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2023. Vol. 35(1). P. 241-9. <https://doi.org/10.1111/jerd.12993>
11. Morsy N., El Kateb M. Accuracy of intraoral scanners for static virtual articulation: A systematic review and meta-analysis of multiple outcomes. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2024. Vol. 132(3). P. 546-52. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.09.005>
12. Chinam N., Bekkali M., Kallas M. [et al.]. Virtual occlusal records acquired by using intraoral scanners: A review of factors that influence maxillo-mandibular relationship accuracy. *Journal of Prosthodontics*. 2023 Dec;32(S2):192-207. <https://doi.org/10.1111/jopr.13787>
13. Majeed-Saidan A., Dutra V., Levon J.A. [et al.]. The trueness of scans using one intraoral scanner in different partially edentulous conditions. *Journal of Prosthodontics*. 2023. Vol. 32(7). P. 588-93. <https://doi.org/10.1111/jopr.13592>
14. Fan J., Caton J.G. Occlusal trauma and excessive occlusal forces: Narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. *Journal of periodontology*. 2018. Vol. 89. P. S214-22. <https://doi.org/10.1002/JPER.16-0581>
15. Ríos C.C., Campiño J.I., Posada-López A. [et al.]. Occlusal trauma is associated with periodontitis: A retrospective case-control study. *Journal of Periodontology*. 2021. Vol. 92(12). P. 1788-94. <https://doi.org/10.1002/JPER.20-0598>
16. Campiño J.I., Ríos C.C., Rodriguez-Medina C. [et al.]. Association between traumatic occlusal forces and periodontitis: A systematic review. *J Int Acad Periodontol*. 2019. Vol. 21(4). P. 148-58. PMID: 31694985
17. Lu B., Shao L., Yu Q. Effect of different occlusal forces on the accuracy of interocclusal records of loose teeth. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2023. Vol. 50(7). P. 548-54. <https://doi.org/10.1111/joor.13452>
18. Jeong Y., Shim J.S., Kim J.H. [et al.]. Accuracy of bite registration using intraoral scanner based on data trimming strategy for fremitus teeth. *Journal of Korean Dental Science*. 2022. Vol. 15(1). P. 61-7.
19. Гончарук-Хомин М.Ю., Русин В.В., Бокоч А.В. та ін. Компенсація впливу патологічної рухомості зубів на результат реєстрації статичного оклюзійного співвідношення верхньої та нижньої щелеп з використанням внутрішньоротового сканера. *Intermedical journal*. 2024. № 28(2). С. 24-32. <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2024-2-4>
20. Li L., Chen H., Wang Y. [et al.]. Construction of virtual intercuspal occlusion: Considering tooth displacement.

*Journal of Oral Rehabilitation*. 2021. Vol. 48(6). P. 701-10. <https://doi.org/10.1111/joor.13153>

21. Tu Y., Zhao X., Zhao G. [et al.]. Assessment of physiological posterior-tooth displacement under habitual occlusal force by intraoral scanning using implant-supported crowns as the reference. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025. Vol. 133(5). P. 1260-7. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.06.019>

22. Dommisch H., Walter C., Diflora-Geisert J.C. [et al.]. Efficacy of tooth splinting and occlusal adjustment in patients with periodontitis exhibiting masticatory dysfunction: A systematic review. *Journal of Clinical Periodontology*. 2022. Vol. 49. P. 149-66. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13563>

23. Liu X., Li J., Li J. et al. Occlusal trauma aggravates periodontitis through the plasminogen/plasmin system. *Oral Diseases*. 2025. Vol. 31(3). P. 959-69. <https://doi.org/10.1111/odi.15081>

24. Dewake N., Miki M., Ishioka Y. et al. Association between clinical manifestations of occlusal trauma and magnetic resonance imaging findings of periodontal ligament space. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2023. Vol. 52(8). P. 20230176. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20230176>

25. Revilla-León M., Barmak A.B., Tohme H. [et al.]. Factors that influence the accuracy of maxillomandibular relationship at maximum intercuspation acquired by using intraoral scanners: A systematic review. *Journal of dentistry*. 2023. Vol. 138. P. 104718. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104718>

26. Revilla-León M., Gómez-Polo M., Barmak A.B. [et al.]. Influence of occlusal collision corrections completed by two intraoral scanners or a dental design program on the accuracy of the maxillomandibular relationship. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2024. Vol. 132(1). P. 191-203. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.05.015>

27. Zasčurinskienė E., Rastokaitė L., Lindsten R., et al. A. Malocclusions, pathologic tooth migration, and the need for orthodontic treatment in subjects with stage III–IV periodontitis. A cross-sectional study. *European journal of orthodontics*. 2023. Vol. 45(4). P. 418-29. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjad003>.

28. Sanz M., Herrera D., Kerschull M. et al. Treatment of stage I–III periodontitis—The EFP S3 level clinical practice guideline. *Journal of clinical periodontology*. 2020. Vol. 47. P. 4-60. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13290>

29. Herrera D., Sanz M., Kerschull M. et al. Treatment of stage IV periodontitis: the EFP S3 level clinical practice guideline. *Journal of Clinical Periodontology*. 2022. Vol. 49. P. 4-71. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13639>.

30. Гончарук-Хомин М.Ю., Тукало І.В., Лях А.І. [та ін.]. Фактори впливу та підходи до оптимізації оцінки міжкльовійних співвідношень верхньої та нижньої щелепи із використанням даних інтраорального сканування. *Вісник стоматології*. 2024. №.127(2). С. 107-20. <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2024-52-2.17>

31. Revilla-León M., Gómez-Polo M., Barmak A.B. et al. Accuracy of an artificial intelligence-based program for locating the maxillomandibular relationship of scans acquired by using intraoral scanners. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025. Vol. 134(3). P. 809-817. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.01.023>

32. Ntovas P., Vazouras K., Barmak A.B., et al. Influence of artificial intelligence-based registration and occlusal collision correction on the accuracy of occlusal contacts captured at maximum intercuspation position using an intraoral scanner: A clinical comparative study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025. Vol. S0022-3913(25)00832-7. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2025.10.028>

33. Revilla-León M., Fernández-Estevan L., Barmak A.B., et al. Accuracy of maximum intercuspation position located by using four intraoral scanners and an artificial intelligence-based program. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2024. Vol. 134(4). P. 1242-1250. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.03.007>

34. Revilla-León M., Gómez-Polo M., Barmak A.B. et al. Influence of scan extension on the accuracy of maximum intercuspation position recorded by using intraoral scanners or an artificial intelligence-based program. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025. Vol. 134(6). P. 2524-2533. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2025.01.012>

35. Farook TH, Rashid F, Ahmed S, Dudley J. Clinical machine learning in parafunctional and altered functional occlusion: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025. Vol. 133(1). P. 124-8. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.01.013>

## References:

1. Velasco-Ortega, E., Cracel-Lopes, J. L., Matos-Garrido, N., Jiménez-Guerra, A., Ortiz-García, I., Moreno-Muñoz, J., & Monsalve-Guil, L. (2022). Immediate functional loading with full-arch fixed implant-retained rehabilitation in periodontal patients: clinical study. *International journal of environmental research and public health*, 19(20), 13162. <https://doi.org/10.3390/ijerph192013162>

2. Cacciò, C., Tallarico, M., Lumbau, A. I., Ceruso, F. M., & Pisano, M. (2025). The Role of Digital Workflow in Creating a New, Esthetic and Functional Smile in a Periodontally Compromised Patient: A Case Report. *Reports*, 8(3), 105. <https://doi.org/10.3390/reports8030105>

3. Nowicki, A., & Osypko, K. (2023). Digital Workflow in Full Mouth Rehabilitation with Immediate Loading, Intraoral Welding and 3D-Printed Reconstructions in a Periodontal Patient: A Case Report. *Reports*, 6(4), 52. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/reports6040052>

4. Farina, R., Simonelli, A., Trombelli, L., Ettmayer, J. B., Schmid, J. L., & Ramseier, C. A. (2025). Emerging applications of digital technologies for periodontal screening, diagnosis and prognosis in the dental setting. *Journal of Clinical Periodontology*, 52, 211-245. <https://doi.org/10.1111/jcpe.14156>

5. Palkovics, D., Mangano, F. G., Nagy, K., & Windisch, P. (2020). Digital three-dimensional visualization of intrabony periodontal defects for regenerative surgical treatment planning. *BMC Oral Health*, 20(1), 351. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01342-w>
6. Conejo, J., Dayo, A. F., Syed, A. Z., & Mupparapu, M. (2021). The digital clone: intraoral scanning, face scans and cone beam computed tomography integration for diagnosis and treatment planning. *Dental Clinics*, 65(3), 529-553. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2021.02.011>
7. Frąckiewicz, W., Jankowska, A., & Machoy, M. E. (2024). CBCT and modern intraoral scanners as tools for developing comprehensive, interdisciplinary treatment plans. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 33(11), 1267-1276. <https://doi.org/10.17219/acem/175817>
8. Park, J. H., Lee, G. H., Moon, D. N., Yun, K. D., Kim, J. C., & Lee, K. C. (2022). Creation of digital virtual patient by integrating CBCT, intraoral scan, 3D facial scan: an approach to methodology for integration accuracy. *Journal of Craniofacial Surgery*, 33(4), e396-e398. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000008275>
9. Abduo, J., & Elseyoufi, M. (2018). Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors. *The European journal of prosthodontics and restorative dentistry*, 26(3), 101-121. [https://doi.org/10.1922/EJPRD\\_01752Abduo21](https://doi.org/10.1922/EJPRD_01752Abduo21)
10. Revilla-León, M., Kois, D. E., & Kois, J. C. (2023). A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans: Part 2—Patient factors. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 35(1), 241-249. <https://doi.org/10.1111/jerd.12993>
11. Morsy, N., & El Kateb, M. (2024). Accuracy of intraoral scanners for static virtual articulation: A systematic review and meta-analysis of multiple outcomes. *The Journal of prosthetic dentistry*, 132(3), 546-552. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.09.005>
12. Chinam, N., Bekkali, M., Kallas, M., & Li, J. (2023). Virtual occlusal records acquired by using intraoral scanners: A review of factors that influence maxillo-mandibular relationship accuracy. *Journal of Prosthodontics*, 32(S2), 192-207. <https://doi.org/10.1111/jopr.13787>
13. Majeed-Saidan, A., Dutra, V., Levon, J. A., Chu, T. M. G., Morton, D., Alfaraj, A., & Lin, W. S. (2023). The trueness of scans using one intraoral scanner in different partially edentulous conditions. *Journal of Prosthodontics*, 32(7), 588-593. <https://doi.org/10.1111/jopr.13592>
14. Fan, J., & Caton, J. G. (2018). Occlusal trauma and excessive occlusal forces: Narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. *Journal of periodontology*, 89, S214-S222. <https://doi.org/10.1002/JPER.16-0581>
15. Ríos, C. C., Campiño, J. I., Posada-López, A., Rodríguez-Medina, C., & Botero, J. E. (2021). Occlusal trauma is associated with periodontitis: A retrospective case-control study. *Journal of Periodontology*, 92(12), 1788-1794. <https://doi.org/10.1002/JPER.20-0598>
16. Campiño, J. I., Ríos, C. C., Rodríguez-Medina, C., & Botero, J. E. (2019). Association between traumatic occlusal forces and periodontitis: A systematic review. *J Int Acad Periodontol*, 21(4), 148-58. PMID: 31694985
17. Lu, B., Shao, L., & Yu, Q. (2023). Effect of different occlusal forces on the accuracy of interocclusal records of loose teeth. *Journal of Oral Rehabilitation*, 50(7), 548-554. <https://doi.org/10.1111/joor.13452>
18. Jeong, Y., Shim, J. S., Kim, J. H., Kim, J. E., & Lee, H. (2022). Accuracy of bite registration using intraoral scanner based on data trimming strategy for fremitus teeth. *Journal of Korean Dental Science*, 15(1), 61-67.
19. Goncharuk-Khomyn, M. Y., Rusyn, V. V., Bokoch, A. V., Nesterenko, M. L., & Stoyka, V. V. (2024). Kompensatsiia vplyvu patolohichnoi rukhomosti zubiv na rezultat reiestratsii statychnoho okliuziinoho spivvidnoshennia verkhnoi ta nyzhnoi shehelep z vykorystanniam vnutrishnorotovoho skanera [Compensation of pathological tooth mobility impact on the static occlusal maxillo-mandibular relationship registration with the use of intraoral scanner]. *Intermedical journal*, (2), 24-32. <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2024-2-4> [in Ukrainian]
20. Li, L., Chen, H., Wang, Y., & Sun, Y. (2021). Construction of virtual intercuspal occlusion: Considering tooth displacement. *Journal of Oral Rehabilitation*, 48(6), 701-710. <https://doi.org/10.1111/joor.13153>
21. Tu, Y., Zhao, X., Zhao, G., Ding, Q., Sun, Y., & Zhang, L. (2025). Assessment of physiological posterior-tooth displacement under habitual occlusal force by intraoral scanning using implant-supported crowns as the reference. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 133(5), 1260-1267. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.06.019>
22. Dommisch, H., Walter, C., Difflor-Geisert, J. C., Gintaute, A., Jepsen, S., & Zitzmann, N. U. (2022). Efficacy of tooth splinting and occlusal adjustment in patients with periodontitis exhibiting masticatory dysfunction: A systematic review. *Journal of Clinical Periodontology*, 49, 149-166. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13563>
23. Liu, X., Li, J., Li, J., Wang, T., Ding, Y., Yue, Y., & Hao, L. (2025). Occlusal trauma aggravates periodontitis through the plasminogen/plasmin system. *Oral Diseases*, 31(3), 959-969. <https://doi.org/10.1111/odi.15081>
24. Dewake, N., Miki, M., Ishioka, Y., Nakamura, S., Taguchi, A., & Yoshinari, N. (2023). Association between clinical manifestations of occlusal trauma and magnetic resonance imaging findings of periodontal ligament space. *Dentomaxillofacial Radiology*, 52(8), 20230176. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20230176>
25. Revilla-León, M., Barmak, A. B., Tohme, H., Yilmaz, B., Kois, J. C., & Gómez-Polo, M. (2023). Factors that influence the accuracy of maxillomandibular relationship at maximum intercuspation acquired by using intraoral

scanners: A systematic review. *Journal of dentistry*, 138, 104718. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104718>

26. Revilla-León, M., Gómez-Polo, M., Barmak, A. B., Kois, J. C., Yilmaz, B., & Pérez-Barquero, J. A. (2024). Influence of occlusal collision corrections completed by two intraoral scanners or a dental design program on the accuracy of the maxillomandibular relationship. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 132(1), 191-203. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.05.015>

27. Zasčiurinskienė, E., Rastokaitė, L., Lindsten, R., Basevičienė, N., & Šidlauskas, A. (2023). Malocclusions, pathologic tooth migration, and the need for orthodontic treatment in subjects with stage III–IV periodontitis. A cross-sectional study. *European journal of orthodontics*, 45(4), 418-429. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjad003>.

28. Sanz, M., Herrera, D., Kerschull, M., Chapple, I., Jepsen, S., Berglundh, T., & Wennström, J. (2020). Treatment of stage I–III periodontitis—The EFP S3 level clinical practice guideline. *Journal of clinical periodontology*, 47, 4-60. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13290>

29. Herrera, D., Sanz, M., Kerschull, M., Jepsen, S., Sculean, A., Berglundh, T., & Kopp, I. (2022). Treatment of stage IV periodontitis: the EFP S3 level clinical practice guideline. *Journal of Clinical Periodontology*, 49, 4-71. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13639>.

30. Goncharuk-Khomyn, M. Y., Tukako, I. V., Liakh, A. I., & Stoyka, V. V. (2024). Faktory vplyvu ta pidkhody do optymizatsii otsinky mizhokliuziinykh spivvidnoshen verkhnioi ta nyzhnioi shchelep iz vykorystanniam danykh intraoralnoho skanuvannia [Influential factors and optimization approaches for the assessment of interocclusal relationship between maxilla and mandible with the use of intraoral scanning data]. *Visnyk Stomatologii – Stomatological Bulletin*, 127(2), 107-120. <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2024-52-2.17> [in Ukrainian]

31. Revilla-León, M., Gómez-Polo, M., Barmak, A. B., Kois, J. C., & Pérez-Barquero, J. A. (2024). Accuracy of an

artificial intelligence-based program for locating the maxillo-mandibular relationship of scans acquired by using intraoral scanners. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 134(3), 809-817. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.01.023>

32. Ntovas, P., Vazouras, K., Barmak, A. B., Att, W., & Revilla-León, M. (2025). Influence of artificial intelligence-based registration and occlusal collision correction on the accuracy of occlusal contacts captured at maximum intercuspal position using an intraoral scanner: A clinical comparative study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, S0022-3913(25)00832-7. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2025.10.028>

33. Revilla-León, M., Fernández-Estevan, L., Barmak, A. B., Kois, J. C., & Pérez-Barquero, J. A. (2024). Accuracy of maximum intercuspal position located by using four intraoral scanners and an artificial intelligence-based program. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 134(4), 1242-1250. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.03.007>

34. Revilla-León, M., Gómez-Polo, M., Barmak, A. B., Kois, J. C., & Pérez-Barquero, J. A. (2025). Influence of scan extension on the accuracy of maximum intercuspal position recorded by using intraoral scanners or an artificial intelligence-based program. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 134(6), 2524-2533. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2025.01.012>

35. Farook, T. H., Rashid, F., Ahmed, S., & Dudley, J. (2025). Clinical machine learning in parafunctional and altered functional occlusion: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 133(1), 124-128. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.01.013>

Дата першого надходження рукопису  
до видання: 27.03.2026

Дата прийнятого до друку рукопису  
після рецензування: 15.04.2026

Дата публікації: 22.05.2026