



УДК 616.314-072.1:004

DOI <https://doi.org/10.32782/3041-1394.2026-1.4>

*М.Л. Нестеренко, PhD-здобувач, викладач кафедри терапевтичної стоматології, Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», вул. Університетська, 16а, м. Ужгород, Україна, індекс 88000, mariia.nesterenko@uzhnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-4504-2947>*

*М.Ю. Гончарук-Хомин, доктор філософії, доцент кафедри терапевтичної стоматології, Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», вул. Університетська, 16а, м. Ужгород, Україна, індекс 88000, myroslav.goncharuk-khomyu@uzhnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-7482-3881>*

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ПЛОЩ ОКЛЮЗІЙНИХ КОНТАКТІВ ЗА ОТРИМАННЯ ЦИФРОВИХ РЕЄСТРАТІВ МІЖОКЛЮЗІЙНИХ СПІВВІДНОШЕНЬ РІЗНОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ПІД ЧАС ІНТРАОРАЛЬНОГО СКАНУВАННЯ

**Вступ.** Сучасна стоматологія характеризується активним упровадженням інтраоральних сканерів у структуру цифрових протоколів ортопедичної реабілітації.

Проте потребують уточнення варіації показників точності цифрових реєстратів статичних міжоклюзійних співвідношень, особливо у випадках їх стандартизованого отримання, які в значній кількості досліджень залишаються поза увагою під час перевірки показників правдивості застосовуваних систем інтраорального сканування.

**Мета дослідження** – визначити особливості розподілу площ оклюзійних контактів із застосуванням цифрових реєстратів прикусу різної локалізації на інтраоральних сканах у пацієнтів без виражених порушень стоматологічного статусу.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводилося на базі кафедри терапевтичної стоматології ДВНЗ «Ужгородський національний університет» і передбачало аналіз розподілу площ оклюзійних контактів залежно від локалізації цифрових реєстратів прикусу під час виконання процедури інтраорального сканування у пацієнтів без виражених стоматологічних патологій.

У дослідження було включено 30 пацієнтів віком від 18 до 45 років. Критерії включення передбачали наявність інтактних зубних рядів (18–11/21–28 та 38–31/41–48), відсутність виражених патологій прикусу, що потребують ортодонтичного лікування.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Під час аналізу отриманих результатів було встановлено, що із застосуванням однобічного цифрового реєстрату міжоклюзійних співвідношень розподіл площ оклюзійних контактів характеризувався вираженою нерівномірністю, при цьому найбільша частка контактної площі припадає на окремі ділянки зубного ряду (у проєкції проведеної реєстрації оклюзійних співвідношень), тоді як інші сегменти демонстрували суттєво меншу участь у формуванні оклюзійних контактів (на ділянках, віддалених від проєкції проведеної реєстрації оклюзійних співвідношень), а саме найбільша частка контактної площі припадала на ділянки молярів і становила в середньому 24,8–30,2% від загальної площі оклюзійної поверхні, тоді як у фронтальному сегменті зубного ряду цей показник знижувався до 4,4–13,5%. Такий характер розподілу свідчить про асиметрично-зміщену відтворюваність оклюзійних контактів за однобічної реєстрації прикусу, що може впливати на точність загального аналізу оклюзії.

**Висновки.** Результати проведеного дослідження засвідчили, що білатеральна реєстрація прикусу забезпечує більш рівномірний розподіл площ оклюзійних контактів уздовж всього зубного ряду, при цьому частка контактної площі у фронтальному сегменті становила в середньому 10–14%, у ділянці премолярів – 19–22%, а в ділянці молярів – 26–30%. Такий підхід також характеризується нижчою поширеністю критичних оклюзійних інтерференцій. За умов двобічного підходу зменшується ризик асиметричного зміщення в разі реконструкції оклюзійних контактів за результатами інтраорального сканування.

**Ключові слова:** оклюзія, оклюзійні співвідношення, інтраоральне сканування, міжщелепові співвідношення, стоматологія, цифрова стоматологія, стоматологічне лікування.



*M.L. Nesterenko, PhD candidate, Lecturer at the Department of Restorative Dentistry, State High Educational Institution "Uzhhorod National University", 16a Universitetska Str., Uzhhorod, Ukraine, postal code 88000, mariia.nesterenko@uzhnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-4504-2947>*

*M.Yu. Goncharuk-Khomyn, PhD, Associate Professor at the Department of Restorative Dentistry, State High Educational Institution "Uzhhorod National University", 16a Universitetska Str., Uzhhorod, Ukraine, postal code 88000, myroslav.goncharuk-khomyn@uzhnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-7482-3881>*

## FEATURES OF THE DISTRIBUTION OF OCCLUSAL CONTACT AREAS WHEN OBTAINING DIGITAL RECORDS OF INTEROCCLUSAL RELATIONSHIPS OF DIFFERENT LOCALIZATION DURING INTRAORAL SCANNING

**Introduction.** Modern dentistry is characterized by the widespread integration of intraoral scanners into digital protocols for orthodontic rehabilitation.

However, the variations in the accuracy of digital records of static occlusal relationships require clarification, especially in cases where they are obtained in a standardized manner; these variations are often neglected in a significant number of studies when verifying the accuracy of the intraoral scanning systems used.

**Aim of the Study.** To determine the characteristics of the distribution of occlusal contact areas when using digital bite registries of different locations on intraoral scans in patients without significant dental abnormalities.

**Research Materials and Methods.** The study was conducted at the Department of Restorative Dentistry of Uzhhorod National University and involved an analysis of the distribution of occlusal contact areas based on the location of digital bite registrations during intraoral scanning in patients without significant dental pathologies.

The study included 30 patients aged 18 to 45 years. Inclusion criteria included intact dentition (18–11/21–28 and 38–31/41–48) and the absence of significant malocclusions requiring orthodontic treatment.

**Results.** Analysis of the results revealed that when using a unilateral digital occlusal registration, the distribution of occlusal contact areas was markedly irregular, with the largest share of contact area falling on specific sections of the dental arch (in the projection of the recorded occlusal relationships), while other segments demonstrated a significantly smaller contribution to the formation of occlusal contacts (in areas distant from the projection of the recorded occlusal relationships), specifically, the largest share of the contact area was accounted for by the molar regions and averaged 24.8–30.2% of the total occlusal surface area, whereas in the anterior segment of the dentition, this figure decreased to 4.4–13.5%. This distribution pattern indicates an asymmetrically shifted reproducibility of occlusal contacts during unilateral bite registration, which may affect the accuracy of the overall occlusion analysis.

**Conclusions.** The results of the study showed that bilateral bite registration ensures a more even distribution of occlusal contact areas along the entire dental arch, with the proportion of contact area in the anterior segment averaging 10–14%, in the premolar region 19–22%, and in the molar region 26–30%, and is also characterized by a lower incidence of critical occlusal interferences. With a bilateral approach, the risk of asymmetric displacement is reduced during the reconstruction of occlusal contacts based on the results of intraoral scanning.

**Key words:** occlusion, occlusal relationships, intraoral scanning, intermaxillary relationships, dentistry, digital dentistry, dental treatment.

**Вступ.** Сучасна стоматологія характеризується активним впровадженням інтраоральних сканерів у структуру цифрових протоколів ортопедичної реабілітації. Міжнародне опитування, проведене Al-Hassiny A. та колегами засвідчило, що серед 1072 опитаних стоматологів 78,8% підтвердили факт використання інтраорального сканера у своїй щоденній клінічній практиці [1]. Питання точності інтра-

орального сканування в розрізі параметрів правдивості та прецизійності залишаються предметом продовжуваних клінічних та експериментальних досліджень. Це зумовлено значною варіативністю клінічних ситуацій, а також особливостями технологій захоплення та реконструкції зображень у різних системах сканування [2; 3]. Крім того, потребують уточнення варіації показників точності цифрових



реєстратів статичних міжоклюзійних співвідношень, особливо у випадках їх стандартизованого отримання, які в значній кількості досліджень залишаються поза увагою під час оцінки показників правдивості застосовуваних систем інтраорального сканування [4; 5; 6].

На точність цифрової реєстрації прикусу впливають численні фактори, зокрема технічні характеристики системи внутрішньоротового сканування, рівень клінічного досвіду стоматолога, особливості конкретної клінічної ситуації, клінічна рухомість зубів і наявність функціонального переважання зубів під час оклюзійного контакту [6; 7; 8]. Важливе значення має також загальна довжина сканованої ділянки, а саме кількість та локалізація зубів, залучених до скан-реєстрату, адже виникнення похибок на цьому етапі може призводити до зменшення точності отриманих цифрових реєстратів оклюзійних співвідношень і нерівномірного розподілу оклюзійних контактів [7; 9; 10; 11; 12].

Доступні наукові дослідження зосереджені переважно на оцінці загальної точності цифрових оклюзійних реєстрацій щодо відтвореності взаємного розміщення поєднаних елементів інтраоральних сканів, тоді як просторовий розподіл площ оклюзійних контактів, а також вплив різних клінічних та технічних чинників на формування характеру розподілу такого та його змін залишаються недостатньо вивченими. Це зумовлює актуальність подальших досліджень, спрямованих на комплексну оцінку точності цифрових оклюзійних реєстратів як обов'язкових елементів цифрових протоколів ортопедичної реабілітації у клінічній стоматологічній практиці [13].

**Мета дослідження** – визначити особливості розподілу площ оклюзійних контактів із застосуванням цифрових реєстратів прикусу різної локалізації на інтраоральних сканах у пацієнтів без виражених порушень стоматологічного статусу.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводилося на базі кафедри терапевтичної стоматології ДВНЗ «Ужгородський національний

університет» і передбачало аналіз розподілу площ оклюзійних контактів залежно від локалізації цифрових реєстратів прикусу під час виконання процедури інтраорального сканування у пацієнтів без виражених патологічних змін стоматологічного статусу.

У дослідження було включено 30 пацієнтів віком від 18 до 45 років. Критерії включення передбачали наявність інтактних зубних рядів (18–11/21–28 та 38–31/41–48), відсутність виражених патологій прикусу, що потребують ортодонтичного лікування. Пацієнти з адентією, ознаками пародонтиту, рухомістю зубів, травмами зубощелепної ділянки чи іншими станами, які потенційно можуть впливати на точність параметрів інтраорального сканування та відтвореність цифрових реєстратів статистичних міжоклюзійних співвідношень, були виключені з дослідження. Інтраоральне сканування проводили з використанням інтраорального сканера Medit i500 (Medit Corp., Сеул, Корея) у проєкції двох пар зубів антагоністів (молярів) з одного боку щелепи (досліджуваний підхід) та в проєкції двох пар зубів-антагоністів з двох боків щелепи відповідно до протоколу, рекомендованого виробником (референтний підхід).

Опрацювання отриманих інтраоральних сканів проводилося за допомогою програмного забезпечення Medit Link (Medit Corp., Сеул, Південна Корея) з використанням додаткової програми Occlusion Analyzer. У програмному середовищі здійснювали суміщення цифрових моделей верхньої та нижньої щелеп, після чого проводився аналіз оклюзійних контактів із визначенням їх локалізації та площі. Для кожного зуба визначали загальну площу оклюзійної поверхні та площу фактичного контакту, промаркованого програмним забезпеченням інтраорального сканера за результатами проведеного сканування, після чого розраховували відсоткове співвідношення площі контакту до загальної оклюзійної поверхні.

Групування та статистичне опрацювання даних проводилися в табличному редакторі



Microsoft Excel 2021 (Microsoft Office 2021, Microsoft, США).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Під час аналізу отриманих результатів було встановлено, що із застосуванням однобічного цифрового реєстрату міжоклюзійних співвідношень розподіл площ оклюзійних контактів характеризувався вираженою нерівномірністю, при цьому найбільша частка контактної площі припадає на окремі ділянки зубного ряду (у проєкції проведеної реєстрації оклюзійних співвідношень), тоді як інші сегменти демонстрували суттєво меншу участь у формуванні оклюзійних контактів (на ділянках, віддалених від проєкції проведеної реєстрації оклюзійних співвідношень), а саме найбільша частка контактної площі припадала на ділянки молярів і становила в середньому 24,8–30,2% від загальної площі оклюзійної поверхні, тоді як у фронтальному сегменті зубного ряду цей показник знижувався до 4,4–13,5%. Такий характер розподілу свідчить про асиметрично-зміщену відтворюваність оклюзійних контактів за однобічної реєстрації прикусу, що може впливати на точність загального аналізу оклюзії.

Водночас за використання двобічного цифрового реєстрату міжоклюзійних співвідношень розподіл площ оклюзійних контактів характеризувався більш рівномірним характером розподілу контактів, попри те, що окремі ділянки характеризувалися наявністю критично відмінних оклюзійних інтерференцій; однак у структурі вибірки цей ефект був нівельований щодо специфічності його локалізації в конкретній ділянці зубного ряду за даними статистичного опрацювання параметрів розподілу даних.

Для оцінки розподілу оклюзійних контактів використовували цифрові моделі зубних рядів, отримані шляхом інтраорального сканування. Подальший аналіз проводився із застосуванням програмного забезпечення Medit Link з модулем Occlusion Analyzer, що дає можливість візуалізувати просторовий розподіл оклюзійних контактів та визначати

величину перекриття між антагонуючими зубами.

Таблиця 1 відображає співвідношення площі оклюзійного контакту до загальної площі оклюзійної поверхні зубів верхньої щелепи за однобічної цифрової реєстрації міжоклюзійних співвідношень. Найвищі показники відсоткового співвідношення площі контакту до загальної оклюзійної поверхні спостерігалися в ділянці молярів – зокрема, для зубів 16, 26 та 27 вони становили відповідно 26,3, 30,2 та 28,3%. Водночас у фронтальному сегменті верхньої щелепи (різці) ці показники були значно нижчими й коливалися в межах 4,4–13,5%. Отримані дані демонструють переважаючу концентрацію контактів у проєкції отриманого цифрового реєстрату, тоді як площа контактів із симетричного боку в ділянці молярів, а також у проєкції ікол та премолярів загалом була порівняно меншою, хоча статистична різниця була підтверджена лише за порівняння площ контактів між молярами та іклами, премолярами та різцями ( $p < 0,05$ ).

Таблиця 2 ілюструє розподіл площ оклюзійних контактів на нижній щелепі за однобічної

Таблиця 1  
Розподіл площі контактів за однобічної реєстрації прикусу.  
Верхня щелепа (18–11/21–28)

Зуб	Загальна площа (мм <sup>2</sup> )	Площа контакту (мм <sup>2</sup> )	Відсоток (%)
18	12,5	0,4	3,2
17	14,1	3,5	24,8
16	15,2	4,0	26,3
15	11,8	2,1	17,8
14	10,2	1,9	18,6
13	9,4	1,4	14,9
12	8,9	0,9	10,1
11	9,0	0,4	4,4
21	8,9	1,2	13,5
22	8,6	1,4	16,3
23	9,1	1,9	20,9
24	10,5	2,6	24,8
25	12,7	3,3	26,0
26	14,9	4,5	30,2
27	13,8	3,9	28,3
28	9,5	0,6	6,3



Таблиця 2  
Розподіл площі контактів за однобічної  
реєстрації прикусу.  
Нижня щелепа (38–31/41–48)

Зуб	Загальна площа (мм <sup>2</sup> )	Площа контакту (мм <sup>2</sup> )	Відсоток (%)
38	9,5	0,6	6,3
37	15,0	4,0	28,0
36	14,1	3,7	25,7
35	11,0	2,3	16,9
34	10,4	2,0	14,5
33	9,8	1,3	9,4
32	8,7	1,1	8,0
31	8,9	1,0	7,3
41	9,1	0,6	4,3
42	9,2	0,7	5,0
43	10,0	1,0	7,1
44	11,5	1,2	8,7
45	12,6	1,5	10,8
46	14,8	2,3	16,5
47	13,9	1,9	13,6
48	9,5	0,5	6,4

Таблиця 3  
Розподіл площі контактів за двобічної  
реєстрації прикусу.  
Верхня щелепа (18–11/21–28)

Зуб	Загальна площа (мм <sup>2</sup> )	Площа контакту (мм <sup>2</sup> )	Відсоток (%)
18	8,7	0,9	10,3
17	14,2	4,1	28,9
16	15,0	4,5	30,0
15	12,0	2,5	20,8
14	11,0	2,2	20,0
13	9,6	1,6	16,7
12	9,0	1,1	12,2
11	9,8	1,2	12,2
21	9,6	1,0	10,4
22	8,8	1,3	14,8
23	9,3	1,7	18,3
24	10,7	2,1	19,6
25	12,9	2,9	22,5
26	15,1	4,3	28,5
27	14,0	3,5	25,0
28	8,5	1,1	10,9

реєстрації прикусу. Аналогічно до результатів, отриманих для верхньої щелепи, спостерігається виражена концентрація контактів у дистальних ділянках зубного ряду. Зокрема, у ділянці молярів (зуби 37 та 36) частка контактної площі становила 28,0 та 25,7% відповідно. Водночас у фронтальній групі зубів (31–43) ці показники були значно нижчими та коливалися в межах 4,3–9,4% від загальної площі оклюзійної поверхні зубів. Отримані результати свідчать про зміщення оклюзійних контактів у дистальні відділи зубних рядів за використання однобічного цифрового реєстрату.

У таблиці 3 представлено дані щодо розподілу площ оклюзійних контактів зубів верхньої щелепи за двобічного цифрового реєстрату. Результати свідчать про більш рівномірне залучення молярів, премолярів, різців та ікол у формуванні оклюзійних контактів порівняно з однобічною методикою. Показники контактної площі в ділянці молярів залишалися високими та становили 30,0% (16-й зуб) та 28,5% (26-й зуб), однак при цьому спостерігалось збільшення участі фронтальних зубів у формуванні оклюзійних контактів. Зокрема,

у ділянці різців відсоткове співвідношення контактної площі становило 10,4–12,2%, що є вищим порівняно з результатами однобічної реєстрації.

Таблиця 4 демонструє більш збалансований розподіл площ оклюзійних контактів усього зубного ряду нижньої щелепи за двобічної реєстрації прикусу, зі зменшенням локальних пікових навантажень у дистальних ділянках. Частка контактної площі в ділянці молярів становила 26,6–27,5%, тоді як у премолярів ці показники коливалися в межах 18,9–21,1%. У фронтальному сегменті зубного ряду значення становили 9,7–14,0%, що свідчить про більшу участь різців та ікол у формуванні оклюзійних контактів порівняно з однобічною реєстрацією.

Згідно з отриманими даними, площа оклюзійних контактів у ділянці третіх молярів була менш стабільною та характеризувалася значною варіабельністю порівняно з іншими групами зубів. У більшості випадків відсоткове співвідношення контактної площі третіх молярів не перевищувало 18–24%, що може бути пов'язано з анатомічними особливостями цих зубів, варіабельністю їх положення в зубному



Таблиця 4  
Розподіл площі контактів за двобічної  
реєстрації прикусу.  
Нижня щелепа (38–31/41–48)

Зуб	Загальна площа (мм <sup>2</sup> )	Площа контакту (мм <sup>2</sup> )	Відсоток (%)
38	8,4	0,8	9,2
37	15,3	4,2	27,5
36	14,3	3,8	26,6
35	11,2	2,2	19,6
34	10,6	2,0	18,9
33	10,0	1,4	14,0
32	8,8	1,1	12,5
31	9,0	1,0	11,1
41	9,3	0,9	9,7
42	9,5	1,3	13,7
43	10,2	1,8	17,6
44	11,6	2,3	19,8
45	12,8	2,7	21,1
46	15,0	4,1	27,3
47	14,1	3,6	25,5
48	8,8	0,9	10,6

ряду та частковим включенням в оклюзійні контакти.

На рисунку 1 представлено приклад інтраорального сканування зубних рядів пацієнта, отриманого за допомогою цифрового інтраорального сканера. Скан дає можливість сформувати тривимірну цифрову модель зубних рядів, що використовується для подальшого

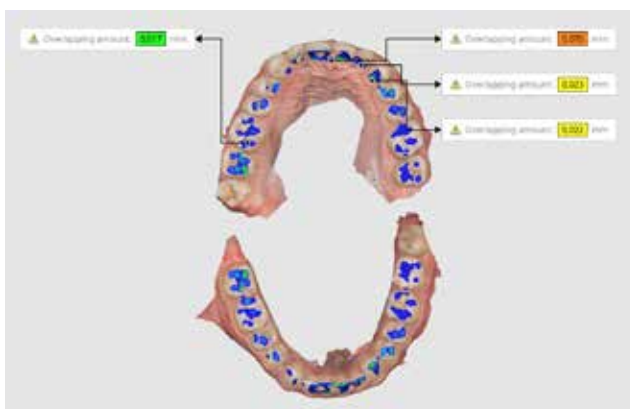


Рис. 1. Приклад інтраорального скану з умовно-рівномірним розподілом оклюзійних контактів за реалізації двобічної цифрової реєстрації оклюзійних співвідношень (випадок із клінічної практики М. Ю. Гончарука-Хомина)

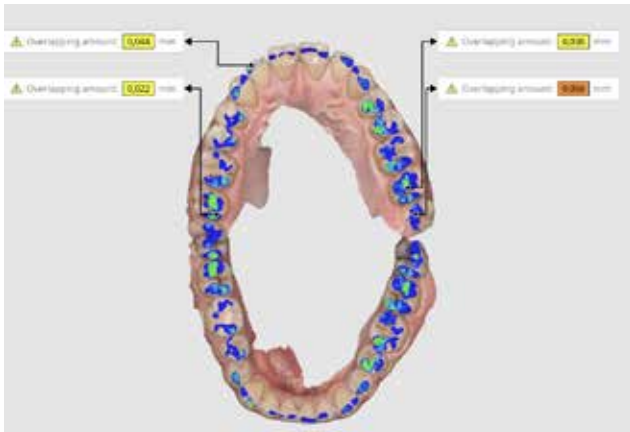
аналізу оклюзійних контактів і реєстрації міжоклюзійних співвідношень. Значення перекриття у представлених ділянках становлять 0,017–0,070 мм, що свідчить про стабільний характер міжоклюзійних співвідношень за двобічної цифрової реєстрації.

На рисунку 2 визначається переважно локалізований характер оклюзійних контактів з їх концентрацією у бокових відділах зубних рядів. Контакти розташовані переважно на жувальних поверхнях премолярів та молярів, тоді як у фронтальному сегменті їх кількість є меншою. Значення перекриття в досліджуваних ділянках становлять 0,01–0,053 мм, що відповідає помірному ступеню контактної взаємодії оклюзійних поверхонь.

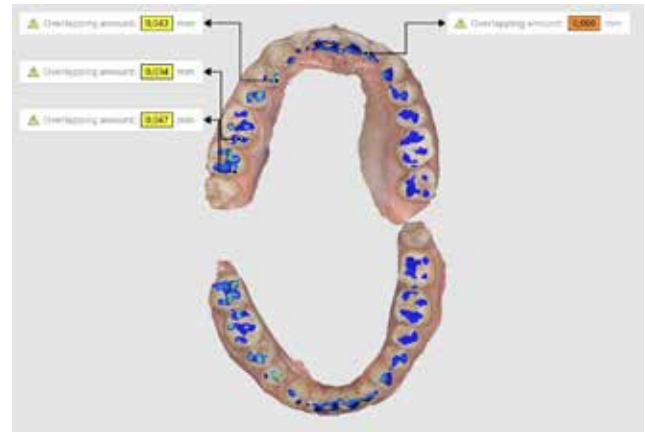
На рисунку 3 контактні зони формують локальні групи переважно в бокових сегментах зубних рядів, тоді як інші ділянки характеризуються меншою щільністю контактної взаємодії. Такий характер розподілу відображає варіабельність інтенсивності оклюзійних контактів між зубами-антагоністами та демонструє нерівномірний характер міжоклюзійної взаємодії. Показники перекриття варіюють у межах 0,022–0,064 мм, що може свідчити про функціональну асиметрію розподілу оклюзійного навантаження.



Рис. 2. Приклад інтраорального скану з розподілом оклюзійних контактів за реалізації однібічної цифрової реєстрації оклюзійних співвідношень (випадок із клінічної практики М. Ю. Гончарука-Хомина)



**Рис. 3. Приклад інтраорального скану з розподілом оклюзійних контактів за реалізації однобічної цифрової реєстрації оклюзійних співвідношень (випадок із клінічної практики М. Ю. Гончарука-Хомина)**



**Рис. 4. Приклад інтраорального скану з розподілом оклюзійних контактів за реалізації однобічної цифрової реєстрації оклюзійних співвідношень (випадок із клінічної практики М. Ю. Гончарука-Хомина)**

На представленому скані визначається дифузний розподіл контактних зон на жувальних поверхнях зубів із переважною локалізацією у ділянці молярів. Контакти мають фрагментарний характер, з відносно меншою їх кількістю у фронтальному сегменті. Значення перекриття коливаються в межах 0,034–0,069 мм, що демонструє варіабельність інтенсивності контактної взаємодії оклюзійних поверхонь.

Порівняльний аналіз двох методів реєстрації прикусу показав, що однобічний підхід асоціюється з асиметричним розподілом площ оклюзійних контактів у дистальних відділах зубних рядів. При цьому частка контактної площі у фронтальному сегменті зубного ряду становила в середньому 4–10%. Натомість за двобічної реєстрації цей показник збільшувався до 10–14%, що свідчить про більш рівномірний розподіл оклюзійних контактів уздовж зубного ряду, що створює сприятливіші умови для подальшого аналізу оклюзії та цифрового планування ортопедичного лікування.

Отримані в цьому дослідженні результати узгоджуються з даними М. Revilla-León та співавторів, які продемонстрували, що у випадках білатеральної реєстрації прикусу відзначалися вищі показники точності відтворення

міжоклюзійних співвідношень порівняно з однобічною реєстрацією, крім того, кількість зубів, включених до скан-реєстрату, а також їх просторова локалізація суттєво впливають на точність отриманих цифрових bite-реєстратів. Водночас встановлено, що скан-реєстрати, які включали 2 зуби, характеризувалися вищою прецизійністю, при цьому серед досліджуваних варіантів найвище значення демонструвала ділянка моляра та премоляра, тоді як комбінація двох премолярів характеризувалася найнижчою прецизійністю [11].

Результати цього дослідження також узгоджуються з висновками систематичного огляду М. Revilla-León та співавторів, у якому встановлено, що для адекватної реєстрації оклюзійних співвідношень у стані максимальної інтеркуспідації за допомогою інтраоральних сканерів доцільним є отримання двох білатеральних сканів-реєстратів дистальних ділянок у поєднанні з одним фронтальним сканом протяжністю щонайменше 2 зуби або ж виконання двох білатеральних сканів у межах не менше ніж чотири зуби. Подібно до наведених даних, у нашому дослідженні підтверджено, що збільшення кількості залучених зубів і білатеральний підхід сприяють підвищенню правдивості відтворення міжоклюзійних співвідношень [14].



Отримані результати узгоджуються з даними J. D. Lee та співавторів, які продемонстрували, що білатеральне сканування статичної оклюзії характеризується вищою точністю порівняно зі скануванням усього зубного ряду, при цьому розбіжність цифрових реєстратів у фронтальній та дистальних ділянках були значно меншою за застосування білатерального підходу, що підтверджує переваги двобічного сканування для рівномірного відтворення міжоклюзійних співвідношень [15].

Таким чином, результати цього дослідження не лише підтверджують висновки J. D. Lee та співавторів, але й деталізують клінічні наслідки, а саме те, що двобічна реєстрація прикусу забезпечує більш збалансований розподіл оклюзійних контактів, що є критично важливим для цифрового планування ортопедичного лікування [15].

Результати Chinam та колеґ доповнюють ці висновки, показуючи, що скани квадрантів характеризуються високою чутливістю та дають змогу реєструвати контакти зубів-антагоністів на відстані менше за 100 мкм, але водночас демонструють більший рівень похибок у зонах із міжоклюзійним кліренсом понад 100 мкм, при цьому скани, що охоплюють зубний ряд, мають вищу специфічність для таких зон. Це узгоджується з нашими спостереженнями, тобто двобічна реєстрація дає можливість більш рівномірно відтворити розподіл оклюзійних контактів і контролювати ділянки з великим міжоклюзійним кліренсом [7].

E. Solaberrieta та співавтори виявили, що оптимальна протяжність bite-реєстрату повинна становити щонайменше 12 × 15 мм із двома білатеральними ділянками та фронтальною, що забезпечує високий рівень точності цифрової реєстрації міжоклюзійних співвідношень [12].

Отримані результати дослідження підтверджують, що аналіз площі та розподілу оклюзійних контактів у різних локалізаціях міжоклюзійного змикання є важливим інструментом для оцінки жувальної функції та функціональної збалансованості зубоще-

лепної системи. У дослідженні З. Є. Жегулович та співавторів проаналізовано оклюзійні контакти у молодих пацієнтів з ювенільним ідіопатичним артритом порівняно з пацієнтами без артриту з використанням інтраорального сканера Medit i500. Автори встановили, що в досліджуваній групі частота передчасних оклюзійних контактів була вищою, ніж у групі порівняння: у положенні максимальної інтеркуспідації вони виявлялися у 23,8% пацієнтів, під час протрузії – у 28,6%, а під час латеротрузії – у 33,3%. Отримані результати свідчать про підвищений ризик функціональних порушень оклюзії у цієї категорії пацієнтів та підкреслюють важливість застосування цифрових методів аналізу оклюзійних контактів для своєчасної діагностики і проведення оклюзійної корекції з метою профілактики розвитку дисфункцій скронево-нижньощелепного суглоба. Це підкреслює клінічну значущість застосування сучасних цифрових методів аналізу оклюзії, які дають можливість об'єктивно оцінювати характер міжоклюзійних контактів, своєчасно виявляти передчасні контакти й визначати особливості розподілу жувального навантаження [16].

Разом із методами цифрового інтраорального сканування у клінічній практиці також широко застосовуються системи комп'ютеризованого аналізу оклюзії, зокрема T-Scan та OccluSense (Bausch), які дають змогу оцінювати послідовність виникнення оклюзійних контактів та інтенсивність оклюзійного навантаження в динаміці. Використання таких систем забезпечує об'єктивізацію діагностики оклюзійних порушень і визначення ділянок функціонального перевантаження зубів. Водночас інтраоральне сканування надає можливість детально аналізувати просторовий розподіл площ оклюзійних контактів на цифрових моделях зубних рядів. Таким чином, зазначені методи можуть розглядатися як взаємодоповнюючі інструменти цифрової оцінки оклюзійних взаємовідношень [17; 18].

Результати дослідження О.В. Біда та співавторів підтверджують, що часткова втрата



зубів і руйнування коронок призводять до підвищення індексу асиметрії жувальної сили, появи передчасних контактів та неправильних траєкторій сумарного вектора оклюзійного навантаження. Використання безметалевих протезів, виготовлених за традиційними методами, потребує додаткового припасування й оклюзійної корекції. Натомість цифрове виготовлення конструкцій за допомогою комп'ютеризованої системи T-Scan III забезпечує точне крайове прилягання й оптимальні оклюзійні співвідношення без потреби в корекції. Ці дані підкреслюють клінічну значущість цифрових технологій у протезуванні, сприяючи відновленню функціональної збалансованості оклюзії та зниженню ризику нефізіологічного перерозподілу жувального навантаження, що є важливим аспектом сучасної стоматології [19].

**Висновки.** Результати проведеного дослідження засвідчили, що білатеральна реєстрація прикусу забезпечує більш рівномірний розподіл площ оклюзійних контактів уздовж всього зубного ряду, при цьому частка контак-

тної площі у фронтальному сегменті становила в середньому 10–14%, у ділянці премоларів – 19–22%, а в ділянці молярів – 26–30%. Такий підхід також характеризується нижчою поширеністю критичних оклюзійних інтерференцій. За умов білатеральної реєстрації зменшується ризик асиметричного зміщення в разі реконструкції оклюзійних контактів за результатами інтраорального сканування, особливо у дистальних відділах, що сприяє підвищенню точності реєстрації міжоклюзійних співвідношень у цифровому середовищі. Це, зі свого боку, створює більш надійну основу для цифрового аналізу оклюзійних взаємовідношень, підвищує достовірність цифрового планування ортопедичного лікування та може знизити ймовірність клінічно значущих помилок на етапі виготовлення ортопедичних конструкцій. Отримані результати дослідження, проведеного серед пацієнтів без виражених стоматологічних патологій, можуть бути використані в подальших порівняльних дослідженнях за участі пацієнтів із патологією зубощелепної системи.

#### Література:

1. Al-Hassiny A., Végh D., Bányai D., Végh Á., Géczi Z., Borbély J. et al. User experience of intraoral scanners in dentistry: Transnational questionnaire study. *International Dental Journal*. 2023. Vol. 73 (5). P. 754–759. DOI: 10.1016/j.identj.2023.04.002.
2. Гончарук-Хомин М.Ю., Тукало І.В. Аналіз критеріїв та підходів до кількісної оцінки точності реєстрації положення денціальних імплантатів із використанням технології цифрового відбитка. *Intermedical Journal*. 2025. № 3. С. 27–37. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2025-3-5>.
3. Гончарук-Хомин М.Ю., Тукало І.В. Оцінка правдивості зигзагоподібної стратегії інтраорального сканування під час реєстрації положення скан-абатментів на моделі беззубої щелепи в лабораторних умовах. *Intermedical Journal*. 2025. № 4. С. 30–35. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2025-4-6>.
4. Al-Rayes N.Z., Hajeer M.Y. Evaluation of occlusal contacts among different groups of malocclusion using 3D digital models. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2014. Vol. 15 (1). P. 46–55. DOI: 10.5005/jp-journals-10024-1486.
5. Shopova D., Bakova D., Yordanova S., Yordanova M., Uzunov T. Digital occlusion analysis after orthodontic treatment: Capabilities of the intraoral scanner and T-Scan Novus system. *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13 (7). P. 4335. DOI: <https://doi.org/10.3390/app13074335>.
6. Гончарук-Хомин М.Ю., Тукало І.В., Лях А.І., Стойка В.В. Фактори впливу та підходи до оптимізації оцінки міжоклюзійних співвідношень верхньої та нижньої щелеп із використанням даних інтраорального сканування. *Вісник стоматології*. 2024. Т. 127 (2). С. 107–120. DOI: <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2024-52-2.17>.
7. Chinam N., Bekkali M., Kallas M., Li J. Virtual occlusal records acquired by using intraoral scanners: A review of factors that influence maxillo-mandibular relationship accuracy. *Journal of Prosthodontics*. 2023. Vol. 32 (S2). P. 192–207. DOI: 10.1111/jopr.13787.
8. Гончарук-Хомин М.Ю., Русин В.В., Бокоч А.В., Нестеренко М.Л., Стойка В.В. Компенсація впливу патологічної рухомості зубів на результат реєстрації статичного оклюзійного співвідношення верхньої та нижньої щелеп з використанням внутрішньоротового сканера. *Intermedical Journal*. 2024. № 2. С. 24–32. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2024-2-4>.



9. Abdulateef S., Edher F., Hannam A.G., Tobias D.L., Wyatt C.C. Clinical accuracy and reproducibility of virtual interocclusal records. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2020. Vol. 124 (6). P. 667–673. DOI: 10.1016/j.prosdent.2019.11.014.
10. Okamoto M., Tanabe N., Fukazawa S., Oyamada Y., Kondo H. Accuracy of optical interocclusal registration using an intraoral scanner. *Journal of Prosthodontic Research*. 2023. Vol. 67 (4). P. 619–625. DOI: 10.2186/jpr.JPR\_D\_22\_00213.
11. Revilla-León M., Barmak A.B., Tohme H., Yilmaz B., Kois J.C., Gómez-Polo M. 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. DOI: 10.1016/j.jdent.2023.104718.
12. Solaberrieta E., Garmendia A., Brizuela A., Otegi J.R., Pradies G., Szentpétery A. Intraoral digital impressions for virtual occlusal records: Section quantity and dimensions. *BioMed Research International*. 2016. Vol. 2016. P. 1–7. DOI: 10.1155/2016/7173824.
13. Botsford K.P., Frazier M.C., Ghoneima A.A., Utreja A., Bhamidipalli S. S., Stewart K. T. Precision of the virtual occlusal record. *The Angle Orthodontist*. 2019. Vol. 89 (5). P. 751–757. DOI: <https://doi.org/10.2319/092018-684.1>.
14. Revilla-León M., Alonso Pérez-Barquero J., Zubizarreta-Macho Á., Barmak A.B., Att W., Kois J.C. Influence of the number of teeth and location of the virtual occlusal record on the accuracy of the maxillo-mandibular relationship obtained by using an intraoral scanner. *Journal of Prosthodontics*. 2023. Vol. 32 (3). P. 253–258. DOI: 10.1111/jopr.13526.
15. Lee J.D., Luu D., Yoon T.W., Lee S.J. Accuracy comparison of bilateral versus complete arch interocclusal registration scans for virtual articulation. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2023. Vol. 132 (5). P. 1038–1043. DOI: 10.1016/j.prosdent.2023.01.028.
16. Zhehulovych Z., Etnis L., Symonenko R., Proshchenko N. Analysis of Occlusal Contacts Recorded with Intraoral Scanner in Patients with Juvenile Idiopathic Arthritis. EPA Conference Vilnius. 2023.
17. Bathiya A., Pisulkar S.K. Digital occlusal analysis using T scan: Its role, mechanism, accuracy and application. *Medical Science*. 2020. Vol. 24 (105). P. 2826–2834.
18. Seth-Johansen C., Gotfredsen K. Validity and reliability of digital occlusal analyzing methods in Dentistry. A systematic review. *Journal of Dentistry*. 2025. Vol. 163. Art. 106124. DOI: 10.1016/j.jdent.2025.106124.
19. Біда О.В., Біда О.В., Забуга Ю.І., Біда В.І., Кравченко Я.В. Вплив локальних чинників на порушення параметрів оклюзії під час заміщення дефектів коронок зубів і зубних рядів незнімними зубними протезами. *Сучасна стоматологія*. 2025. № 3. С. 132–138. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2025-3-132>.

#### References:

1. Al-Hassiny, A., Végh, D., Bányai, D., Végh, Á., Gécz, Z., Borbély, J., et al. (2023). User experience of intraoral scanners in dentistry: Transnational questionnaire study. *International Dental Journal*, 73(5), 754–759. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.identj.2023.04.002>.
2. Goncharuk-Khomyn, M.Yu., & Tukalo, I.V. (2025). Analiz kryteriiv ta pidkhodiv do kilkisnoi otsinky tochnosti reiestratsii polozhennia dentalnykh implantativ iz vykorystanniam tekhnolohii tsyfrovoho vidbytka [Analysis of criteria and approaches to quantitative assessment of the accuracy of dental implant position registration using digital impression technology]. *Intermedical Journal*, (3), 27–37. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2025-3-5> [in Ukrainian].
3. Goncharuk-Khomyn, M.Yu., & Tukalo, I.V. (2025). Otsinka pravdyvosti zyzahopodibnoi stratehii intraoralnoho skanuvannia pid chas reiestratsii polozhennia skan-abatmentiv na modeli bezzuboi shchelepy v laboratornykh umovakh [Evaluation of the trueness of the zigzag intraoral scanning strategy during scan body registration on an edentulous jaw model under laboratory conditions]. *Intermedical Journal*, (4), 30–35. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2025-4-6> [in Ukrainian].
4. Al-Rayes, N.Z., & Hajeer, M.Y. (2014). Evaluation of occlusal contacts among different groups of malocclusion using 3D digital models. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 15(1), 46–55. DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1486>.
5. Shopova, D., Bakova, D., Yordanova, S., Yordanova, M., & Uzunov, T. (2023). Digital occlusion analysis after orthodontic treatment: Capabilities of the intraoral scanner and T-Scan Novus system. *Applied Sciences*, 13(7), 4335. DOI: <https://doi.org/10.3390/app13074335>.
6. Goncharuk-Khomyn, M.Yu., Tukalo, I.V., Liakh, A.I., & Stoika, V.V. (2024). Faktory vplyvu ta pidkhody do optymizatsii otsinky mizhokliuziinykh spivvidnoshen verkhnoi ta nyzhnoi shchelep iz vykorystanniam danykh intraoralnoho skanuvannia [Factors influencing and approaches to optimizing the assessment of maxillomandibular relationships using intraoral scanning data]. *Visnyk Stomatolohii*,



- 127(2), 107–120. DOI: <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2024-52-2.17> [in Ukrainian].
7. 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. DOI: <https://doi.org/10.1111/jopr.13787>.
  8. Goncharuk-Khomyn, M.Yu., Rusyn, V.V., Bokoch, A.V., Nesterenko, M.L., & Stoika, V.V. (2024). Kompensatsiia vplyvu patolohichnoi rukhomosti zubiv na rezultat reiestratsii statychnoho okliuziinoho spivvidnoshennia verkhnoi ta nyzhnoi shchelep z vykorystanniam vnutrishniorotovoho skanera [Compensation of the influence of pathological tooth mobility on static occlusal relationship registration using an intraoral scanner]. *Intermedical Journal*, (2), 24–32. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2024-2-4> [in Ukrainian].
  9. Abdulateef, S., Edher, F., Hannam, A.G., Tobias, D.L., & Wyatt, C.C. (2020). Clinical accuracy and reproducibility of virtual interocclusal records. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 124(6), 667–673. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.11.014>.
  10. Okamoto, M., Tanabe, N., Fukazawa, S., Oyamada, Y., & Kondo, H. (2023). Accuracy of optical interocclusal registration using an intraoral scanner. *Journal of Prosthodontic Research*, 67(4), 619–625. DOI: [https://doi.org/10.2186/jpr.JPR\\_D\\_22\\_00213](https://doi.org/10.2186/jpr.JPR_D_22_00213).
  11. Revilla-León, M., Barmak, A.B., Tohme, H., Yılmaz, 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104718>.
  12. Solaberrieta, E., Garmendia, A., Brizuela, A., Otegi, J.R., Pradies, G., & Szentpétery, A. (2016). Intraoral digital impressions for virtual occlusal records: Section quantity and dimensions. *BioMed Research International*, 2016, 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/7173824>.
  13. Botsford, K.P., Frazier, M.C., Ghoneima, A.A., Utreja, A., Bhamidipalli, S.S., & Stewart, K. T. (2019). Precision of the virtual occlusal record. *The Angle Orthodontist*, 89(5), 751–757. DOI: <https://doi.org/10.2319/092018-684.1>.
  14. Revilla-León, M., Alonso Pérez-Barquero, J., Zubizarreta-Macho, Á., Barmak, A.B., Att, W., & Kois, J.C. (2023). Influence of the number of teeth and location of the virtual occlusal record on the accuracy of the maxillo-mandibular relationship obtained by using an intraoral scanner. *Journal of Prosthodontics*, 32(3), 253–258. DOI: <https://doi.org/10.1111/jopr.13526>.
  15. Lee, J.D., Luu, D., Yoon, T.W., & Lee, S.J. (2023). Accuracy comparison of bilateral versus complete arch interocclusal registration scans for virtual articulation. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 132(5), 1038–1043. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.01.028>.
  16. Zhehulovych, Z., Etnis, L., Symonenko, R., & Proshchenko, N. (2023). Analysis of occlusal contacts recorded with intraoral scanner in patients with juvenile idiopathic arthritis. *EPA Conference Vilnius*.
  17. Bathiya, A., & Pisulkar, S.K. (2020). Digital occlusal analysis using T scan: Its role, mechanism, accuracy and application. *Medical Science*, 24(105), 2826–2834.
  18. Seth-Johansen, C., & Gotfredsen, K. (2025). Validity and reliability of digital occlusal analyzing methods in dentistry: A systematic review. *Journal of Dentistry*, 163, 106124. DOI: [10.1016/j.jdent.2025.106124](https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.106124).
  19. Bida, O.V., Bida, O.V., Zabuga, Y.I., Bida, V.I., & Kravchenko, Y.V. (2025). Vplyv lokalnykh chynnykiv na porushennia parametriv okliuzii pid chas zamishchennia defektiv koronok zubiv i zubnykh riadiv neznimnymi zubnymi protezamy [Influence of local factors on the violation of occlusion parameters during replacement of defects of tooth crowns and dentitions with fixed dental prostheses]. *Suchasna stomatolohiia*, (3), 132–138. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2025-3-132> [in Ukrainian].

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Дата першого надходження статті до видання: 06.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 30.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 23.04.2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

