

СТОМАТОЛОГІЯ

УДК 616.314-089.843-074

DOI <https://doi.org/10.32689/2663-0672-2023-5-13>

Мирослав ГОНЧАРУК-ХОМИН

PhD, доктор філософії, завідувач кафедри терапевтичної стоматології, академічний редактор *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», вул. Університетська, 16-А, м. Ужгород, Україна, індекс 88000 (myroslav.goncharuk-khomyn@uzhnu.edu.ua)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7482-3881>

Ігор ТУКАЛО

PhD-здобувач кафедри хірургічної стоматології та клінічних дисциплін, Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», вул. Університетська, 16-А, м. Ужгород, Україна, індекс 88000 (tukaloigor@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8431-8133>

Степан ШЕВЕРЯ

PhD-здобувач кафедри стоматології післядипломної освіти, Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», вул. Університетська, 16-А, м. Ужгород, Україна, індекс 88000 (stepan.sheveria@uzhnu.edu.ua)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6387-4521>

Юрій РАК

Старший викладач кафедри стоматології післядипломної освіти, Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», вул. Університетська, 16-А, м. Ужгород, Україна, індекс 88000 (yuriy.rak@uzhnu.edu.ua)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0963-1541>

Артур ЛЯХ

PhD-здобувач кафедри ортопедичної стоматології, Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», вул. Університетська, 16-А, м. Ужгород, Україна, індекс 88000 (artur.liakh@uzhnu.edu.ua)

Myroslav GONCHARUK-KHOMYN

PhD, Head of the Department of Restorative Dentistry, Academic Editor of *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, State High Educational Institution «Uzhhorod National University», 16a, Universitetska St, Uzhhorod, Ukraine, postal code 88000 (myroslav.goncharuk-khomyn@uzhnu.edu.ua)

Ihor TUKALO

PhD-student at the Department of Surgical Dentistry and Clinical Disciplines, State High Educational Institution «Uzhhorod National University», 16a, Universitetska St, Uzhhorod, Ukraine, postal code 88000 (tukaloigor@gmail.com)

Stepan SHEVERIA

PhD-student at the Department of Postgraduate Dental Education, State High Educational Institution «Uzhhorod National University», 16a, Universitetska St, Uzhhorod, Ukraine, postal code 88000 (stepan.sheveria@uzhnu.edu.ua)

Yuriy RAK

Senior Lecturer at the Department of Postgraduate Dental Education, State High Educational Institution «Uzhhorod National University», 16a, Universitetska St, Uzhhorod, Ukraine, postal code 88000 (yuriy.rak@uzhnu.edu.ua)

Artur LIAKH

PhD-student at the Department of Prosthetic Dentistry, State High Educational Institution «Uzhhorod National University», 16a, Universitetska St, Uzhhorod, Ukraine, postal code 88000 (artur.liakh@uzhnu.edu.ua)

Бібліографічний опис статті: Гончарук-Хомин М., Тукало І., Шеверя С., Рак Ю., Лях А. Досвід застосування методу фотограмметрії в сучасній імплантологічній практиці (огляд літератури). *Сучасна медицина, фармація та психологічне здоров'я*. 2023. Вип. 5 (14). С. 72–80. DOI: <https://doi.org/10.32689/2663-0672-2023-5-13>

Bibliographic description of the article: Goncharuk-Khomyn, M., Tukalo, I., Sheveria, S., Rak, Y., Liakh, A. (2023). Dosvid zastosuvannia metodu fotohrammetrii v suchasniy implantologichnii praktytsi (ohliad literatury) [Experience of using photogrammetry method in modern implantological practice (literature review)]. *Suchasna medytsyna, farmatsiia ta psykholohichne zdorovia – Modern medicine, pharmacy and psychological health*, 5 (14), С. 72–80. DOI: <https://doi.org/10.32689/2663-0672-2023-5-13>

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ФОТОГРАМЕТРІЇ В СУЧАСНІЙ ІМПЛАНТОЛОГІЧНІЙ ПРАКТИЦІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Анотація. Вступ. Потребує аналізу сучасний стан доказової бази щодо показників точності (правдивості та прецизійності) цифрових відбитків, отриманих методом фотограмметрії для реєстрації положення денціальних імплантів, та аргументованою є оцінка результатів доступних клінічних досліджень, лабораторних досліджень, систематичних оглядів та консенсусних рішень щодо значущості та доцільності імплантації даного підходу у комплексний цифровий протокол тотальної стоматологічної реабілітації беззубих щелеп конструкціями на внутрішньокісткових опорах.

Мета. Проаналізувати дані щодо ефективності застосування та точності методу фотограмметрії у стоматологічній практиці для реєстрації положення денціальних імплантів при реабілітації пацієнтів з повною адентією.

Методи. Пошук літературних джерел, пов'язаних із поставленою метою дослідження, здійснювався у базі даних PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>) з використанням наступного пошукового запиту: «("photogrammetry" [MeSH Terms] OR "photogrammetry" [All Fields]) AND ("dental implants" [MeSH Terms] OR ("dental" [All Fields] AND "implants"[All Fields]) OR "dental implants" [All Fields])», а також з використанням сервісу Google Scholar та ключових слів «photogrammetry» та «dental implants», застосовуючи функції розширеного пошуку. До уваги приймалися лише наукові статті, опубліковані англійською мовою, а глибина пошуку складала 5 років (2018–2023 рр.)

Результати. Із відібраних для деталізованого аналізу 20 публікацій 4 було представлено систематичними оглядами, 2 – порівняльними клінічними дослідженнями, 2 – описами клінічних випадків, 1 – репрезентацією техніки використання, 10 – лабораторними дослідженнями, 1 – проспективним дослідженням. Згідно даних проведеного літературного огляду можна резюмувати, що метод фотограмметрії забезпечує клінічно-прийнятні результати цифрової реєстрації положення денціальних імплантів, проте порівняльна точність методу, виміряна у показниках правдивості та прецизійності по відношенню до істинної позиції інтраосальних опор, відрізняється за даними різних досліджень. Показники правдивості та прецизійності методу фотограмметрії для цифрової реєстрації положення імплантів є вищими в умовах проведення лабораторних досліджень, ніж в умовах проведення клінічних досліджень.

Висновки. З урахуванням висновків доступних систематичних оглядів можна вважати, що точність методу фотограмметрії є, як мінімум, порівнюваною із точністю методу інтраорального сканування, а в окремих клінічних випадках і перевищує ефективність останнього для реєстрації положення імплантів при реабілітації беззубих щелеп тотальними конструкціями на внутрішньокісткових опорах. Метод фотограмметрії не виключає потреби використання інтраорального сканера при реалізації цифрового протоколу стоматологічної реабілітації беззубих пацієнтів конструкціями з опорою на денціальні імплантатах, оскільки не забезпечує можливостей для реєстрації стану м'яких тканин в періімплантатній області, проте характеризується вираженими перевагами у випадках реабілітації беззубих щелеп з протетично-компрометованим положенням встановлених імплантів.

Ключові слова: фотограмметрія, денціальна імплантація, цифрова стоматологія, ортопедична реабілітація.

EXPERIENCE OF USING PHOTOGRAMMETRY METHOD IN MODERN IMPLANTOLOGICAL PRACTICE (LITERATURE REVIEW)

Introduction. Analysis of the current evidence base would be useful regarding the accuracy (trueness and precision) of digital impressions obtained with the photogrammetry method for the dental implants position registration, while also it is well reasoned to provide an assessment of the results presented at the clinical studies, in vitro studies, systematic reviews and consensus reports regarding the significance and feasibility of implementing such approach into the comprehensive digital protocol of complex dental rehabilitation of edentulous jaws with full-arch implant-supported fixed dentures.

Objective. To analyze the data on the effectiveness and accuracy of the photogrammetry method within dental practice with the aim to register the positions of multiple dental implants during the rehabilitation of patients with complete aedentia.

Methods. Literature sources related to the research objective were searched within the PubMed Central database (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>) using the following search query: "(("photogrammetry"[MeSH Terms] OR "photogrammetry"[All Fields]) AND ("dental implants"[MeSH Terms] OR ("dental"[All Fields] AND "implants"[All Fields]) OR "dental implants"[All Fields])", as well as using the Google Scholar service and the keywords "photogrammetry" and "dental implants" while taking into account features of advanced search. Only scientific articles published in English were considered for the analysis, while the depth of the search was 5 years (2018–2023).

Results. Out of the 20 publications selected for detailed analysis, 4 were presented in the form of systematic reviews, 2 in the form of comparative clinical studies, 2 in the form of clinical reports, 1 in the form of technical report, 10 in the form of laboratory studies, and 1 in the form of prospective study. According to the data obtained after literature review, it can be summarized that the photogrammetry method provides clinically acceptable results of digital registration for dental implants' position, however, the comparative accuracy of the method, represented in the form of trueness and precision regarding the ground truth position of intraosseous fixtures, differs according to the various studies' data. Parameters of trueness and precision of the photogrammetry method used for digital registration of dental implants' position are higher due to the results of laboratory studies compare to the results of clinical studies.

Conclusions. Taking into account the conclusions of the available systematic reviews it may be resumed that accuracy of the photogrammetry method is, at least, comparable to the accuracy of the intraoral scanning method, and in some clinical cases it exceeds the efficiency of the latter for registering the position of implants during the rehabilitation of edentulous jaws with full-arch implant-supported fixed dentures. The photogrammetry method does not exclude the need to use an intraoral scanner during the implementation of digital protocol for the edentulous patients' rehabilitation with full-arch implant-supported fixed dentures, since it does not provide opportunities for registering the condition of soft tissues in the peri-implant area, but it is characterized by pronounced advantages in cases of edentulous jaws' rehabilitation with prosthetically compromised positions of placed implants.

Key words: photogrammetry, dental implantation, digital dentistry, prosthetic rehabilitation.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Згідно з даними актуального систематичного огляду та супровідного метааналізу, при-

свячених вивченню точності цифрових відбитків, отриманих з використанням інтраоральних сканерів, показники правдивості таких щодо фактич-

ного положення імплантатів у випадках тотальної реабілітації беззубих щелеп характеризуються значним рівнем варіативності, і залежать від реалізованої стратегії сканування [1]. Аналогічні результати було продемонстровано і у систематичному огляді Flugge T. та колег (2018), в якому автори також підтвердили наявність залежності між протоколом сканування та правдивістю і прецизійністю отриманих цифрових відбитків [2].

Аналіз 25 беззубих щелеп з встановленими двома імплантатами дозволив виявити дистанційну девіацію в діапазоні 21–638 мкм, зареєстровану в ході отримання цифрових відбитків інтраоральним сканером, тоді як трьохмірна девіація на основі аналізу 16 беззубих щелеп з встановленими 4–6 імплантатами складала 162 ± 77 мкм, що було категоризовано авторами як клінічно прийнятні результати [1; 3–6]. В той же час у низці досліджень було повідомлено про нижчі рівні девіації цифрових відбитків відносно істинного положення дентальних імплантатів у випадках реабілітації беззубих щелеп, які в цілому також були класифіковані у якості клінічно-прийнятних [1; 7; 8]. Проте клінічний досвід демонструє, що проблема пасивної посадки незнімних ортопедичних конструкцій, які заміщують весь зубний ряд, з опорою на дентальні імплантатах, при використанні для реєстрації положення таких інтраоральних сканерів, все ще залишається актуальною та не в повній мірі вирішеною [8; 9]. Така особливість пов'язана з тим, що процесинг зображень, отриманих інтраоральним сканером, передбачає етап їх графічного «зшивання», що не провокує значних похибок при ортопедичних роботах обмеженої протяжності, проте негативно впливає на точність цифрових відбитків у випадках реабілітації повністю беззубих щелеп конструкціями з опорою на значну кількість дентальних імплантатів [1]. Частково такий недолік можна компенсувати за рахунок різних підходів до сплінтування скан-абатментів, проте рівень девіації у таких випадках слід уточнювати для кожного окремого клінічного сценарію [10].

Метод фотограмметрії полягає у використанні трьохпросторових координат для верифікації істинного положення об'єкта у просторі за результатами оцінки положення референтних точок на певній кількості двомірних зображень цього ж об'єкта, отриманих під різними кутами [11–13]. По суті, метод забезпечує отримання інформації про трьохмірне (просторове) положення об'єкта лише за результатами аналізу планіметричних даних. Коректна імплементація методу фотограмметрії у імплантологічну практику можлива лише за використання спеціальної стереокамери, адаптованих скан-абатментів (часто прапороподібної, циліндричної чи паралелепіпедної форм) та спеці-

алізованого програмного забезпечення для формування 3D-моделей.

У вітчизняній літературі лише незначна кількість публікацій присвячена питанням використання методу фотограмметрії у стоматологічній практиці [14; 15]. Крім того, потребує аналізу сучасний стан доказової бази щодо показників точності (правдивості та прецизійності) цифрових відбитків отриманих методом фотограмметрії для реєстрації положення дентальних імплантатів, та аргументованою є оцінка результатів доступних клінічних досліджень, лабораторних досліджень, систематичних оглядів та консенсусних рішень щодо значущості та доцільності імплементації даного підходу у комплексний цифровий протокол тотальної стоматологічної реабілітації беззубих щелеп конструкціями на внутрішньокісткових опорах.

Мета. Проаналізувати дані щодо ефективності застосування та точності методу фотограмметрії у стоматологічній практиці для реєстрації положення дентальних імплантатів при реабілітації пацієнтів з повною адентією.

Матеріали та методи. Дослідження представляло собою ретроспективний аналіз літературних даних, присвячених об'єктивізації показників точності та прецизійності методу фотограмметрії для реєстрації положення дентальних імплантатів при реабілітації пацієнтів з повною адентією. Пошук літературних джерел, пов'язаних із поставленою метою дослідження, здійснювався у базі даних PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>) з використанням наступного пошукового запиту: «("photogrammetry" [MeSH Terms] OR "photogrammetry" [All Fields]) AND ("dental implants" [MeSH Terms] OR ("dental" [All Fields] AND "implants" [All Fields]) OR "dental implants" [All Fields])», а також з використанням сервісу Google Scholar та ключових слів «photogrammetry» та «dental implants», застосовуючи функції розширеного пошуку. До уваги приймалися лише наукові статті, опубліковані англійською мовою, а глибина пошуку складала 5 років (2018–2023 pp). Дублікати статей, виявлені як у базі даних PubMed Central, так і через пошукову систему Google Scholar, були виключені із первинної когорти ще до початку збору бібліографічних даних. Бібліографічні дані усіх ідентифікованих в ході пошуку унікальних публікацій були збережені, та використані в подальшому для ознайомлення із заголовками та резюме первинної вибірки наукових робіт.

В ході аналізу заголовків та резюме наукових робіт частина із них була виключена із первинно-сформованої когорти через невідповідність поставленій меті дослідження, що дозволило сформулювати цільову досліджувану вибірку публікацій, які підлягали деталізованому контент-аналізу. Категоріями контент-аналізу були наступні:

– параметри правдивості та прецизійності методу фотограмметрії та порівнюваних методів для реєстрації положення денціальних імплантатів при отриманні цифрових відбитків в ході реабілітації беззубих щелеп;

– критерії клінічної прийнятності девіацій, що виникають в результаті реєстрації положення денціальних імплантатів з використанням методу фотограмметрії;

– клінічно-значущі переваги та недоліки застосування методу фотограмметрії для реєстрації положення денціальних імплантатів при реабілітації пацієнтів з повною адентією.

В ході проведення деталізованого контент-аналізу при виявленні повторюваних даних до уваги приймалися результати, які були опубліковані у більш пізніх наукових роботах, якщо діапазон чисельних показників правдивості та прецизійності, зазначених в таких, включав діапазон раніше опублікованих чисельних значень; при цьому однак зберігались дані першоджерел, які могли бути використані для порівняння із результатами, наведеними у пізніших публікаціях.

Систематизація даних у табличному редакторі Microsoft Excel 2019 (Microsoft Office 2019, Microsoft Corp., USA) проводилась у відповідності до сформульованих категорій контент-аналізу при обов'язковому збереженні афіліації даних конкретній науковій роботі з урахуванням дати публікації таких. У випадках аналізу систематичних оглядів та метааналізів проводилось порівняння висновків, представлених у таких, із даними, які були екстраговані в ході проведення даного ретроспективного огляду, з подальшим забезпеченням їх взаємної комперативної інтерпретації.

Результати та їх обговорення. В результаті пошуку публікацій у відповідності до вищеописаних критеріїв пошуку у базі даних PubMed Central вдалось верифікувати 103 наукові роботи, тоді як через сервіс Google Scholar – 378 наукових робіт. Завдяки виключенню дублікатів, наукових робіт неасоційованих із метою поставленою дослідження, та таких, які демонстрували повторювані дані, або ж діапазони числових значень правдивості та прецизійності, котрі були взаємоперекриваючими, вдалось виокремити вибірку у 20 наукових публікацій, результати аналізу котрих наведені нижче у описовій формі. Із відібраних для деталізованого аналізу 20 публікацій 4 було представлено систематичними оглядами, 2 – порівняльними клінічними дослідженнями, 2 – описами клінічних випадків, 1 – репрезентацією техніки використання, 10 – лабораторними дослідженнями, 1 – проспективним дослідженням.

Згідно даних літератури використання методу фотограмметрії у практиці тотальної реабілітації беззубих щелеп конструкціями з опорою на ден-

ціальних імплантатах дозволяє виключити етап «зшивання» фрагментів цифрових сканів-реєстратів положення кожного окремого, чи окремої групи імплантатів, оскільки завдяки екстраоральному підходу до фотореєстрації та використанню специфічних скан-абатментів вдається зафіксувати положення усіх імплантатів один відносно одного одномоментно [12; 13; 16]. У низці публікацій засвідчено, що значними перевагами використання методу фотограмметрії з метою отримання цифрових відбитків та реєстрації положення імплантатів один відносно одного у випадках тотальної реабілітації в порівнянні із інтраоральним скануванням також є відносно нижча вартість реалізації підходу, а також той факт, що на точність відбитків отриманих методом фотограмметрії не впливає наявність слини чи крові в області інтересу [16; 17]. При цьому, однак, фотограмметрія не забезпечує реєстрації положення оточуючих м'яких тканин навколо внутрішньокісткових титанових опор [16]. Останній факт засвідчує, що застосування методу фотограмметрії не виключає потребу у використанні інтраорального сканера, а лише доповнює комплексний цифровий протокол для досягнення більш прогнозованих результатів реабілітації та забезпечення пасивності посадки ортопедичної конструкції. Mollinero-Mourelle P. та колеги описали клінічний випадок з одночасним використанням методу фотограмметрії та інтраорального сканування у випадках тотальної реабілітації пацієнта з повною адентією верхньої щелепи [16]. Комбіноване використання автори пояснили можливістю досягнення вищої точності реєстрації положення імплантатів за рахунок фотограмметрії, та можливістю реєстрації стану оточуючих м'яких тканин з використанням внутрішньоротового сканера [16]. Крім того, автори наголосили, що метод фотограмметрії є доцільним для використання у випадках із ускладненим для протезування взаємоположенням уже встановлених денціальних імплантатів один відносно одного [16]. Аналогічну позицію було висвітлено і у роботі Clozza E., який при цьому відмітив, що основний недолік такого комплексного підходу полягає лише у двох аспектах: необхідності організації роботи цифрової лабораторії із більшим масивом цифрових даних, та високій собівартості одночасного використання інтраорального сканера разом із стереоскопічною камерою.

Результати систематичного огляду Hussein M.O. та колег продемонстрували, що значимість фотограмметрії у якості системи саме для координатного перенесення положення імплантатів є обґрунтованою та узгодженою за результатами значної кількості досліджень, проте для оцінки ефективності даного методу з метою реалізації всіх функцій трьохмірного сканування існує потреби в проведен-

ні додаткових цільових наукових досліджень [12]. В підтвердження цьому у дослідженні Revilla-León M. та колег було відмічено, що фотограмметрія продемонструвала найнижчі результати точності та найбільші показники трьохмірної розбіжності щодо положення абатментів при використанні технології Icam4D (Imetric4D Imaging Sàrl) в порівнянні із звичайними еластомерними відбитками та цифровими відбитками, отриманими із використанням інтраоральних сканів [18]. Автори відмітили, що взаємоузгодженість використовуваних скан-абатментів та доступних бібліотек таких в цифровому середовищі дозволила мінімізувати розбіжності фактичного та цифрового положення імплантатів, оскільки цифрове положення імплантата прораховується після взаємонакладання абатмента з цифрової бібліотеки та фізичного скан-абатмента, в той час як процедура фотограмметрії по суті дозволяє зафіксувати положення лише фотограмметричного скан-абатмента, який є не більш, ніж оптичним маркером, і співставляти який з абатментом з цифрової бібліотеки, принаймні на час проведення дослідження, було утруднено [18]. Крім того, автори відмітили, що більш виражені девіації при реалізації методу фотограмметрії у вищезгаданому дослідженні можуть бути обґрунтовані відмінностями у дизайні цифрового маркера та можливостями комерційно доступних на момент проведення дослідження версій програмного забезпечення щодо аналізу варіативності різних типів з'єднання з імплантатом, відстаней та ангуляцій між внутрішньокістковими титановими опорами [18]. Слід зазначити, що попри те, що відповідність цифрових реєстратів, котрі були отримані методом фотограмметрії, істинному положенню абатментів хоч і була нижчою в порівнянні із такою зареєстрованою при отриманні класичних відбитків та методом інтраорального сканування, все ж вона була порівнюваною із вищезгаданими методами, оскільки прецизійність усіх трьох підходів була відносно низькою. Аналогічні результати були отримані у дослідженні Demirel M. та колег, які відмітили, що метод фотограмметрії характеризується вищими поверхневими девіаціями оцифрованої моделі по відношенню до мастер-моделі (беззуба нижня щелепа з шістьма імплантатами) в порівнянні з лабораторними сканерами [19]. При цьому прецизійність фотограмметрії була вищою, ніж у інтраорального сканера [19]. При оцінці клінічної значимості результатів автори відмітили, що усі проаналізовані методи (інтраоральне сканування, лабораторне сканування, фотограмметрія) забезпечують достатньо високу точність оцифрування клінічних ситуацій беззубої нижньої щелепи з шістьма імплантатами, проте конструкції виготовлені по даних отриманих стереоскопічною камерою потенційно потребуватимуть

більше часу для корекцій та адаптації [19]. Схожі результати також були повідомлені Revilla-León M. та колегами: дисторції по осі ординат, як і трьохмірні невідповідності позицій реплік абатментів, встановлених на моделі верхньої щелепи з 6 імплантатами, були статистично вищими при використанні фотограмметрії в порівнянні з інтраоральним сканером чи класичним еластомерним відбитком [18].

Водночас у низці інших досліджень було засвідчено вищу прецизійність методу фотограмметрії в порівнянні із інтраоральними сканерами в ході виготовлення цільнодугових протетичних конструкцій з опорою на імплантатах та з точки зору забезпечення належного рівня пасивності посадки верифікаційних джигів на беззубі щелепи, реабілітовані з використанням дентальних імплантатів [20; 21; 22]. Зокрема Pinto R. та колеги відзначили вищий рівень повторюваності (репродуктивності) результатів реєстрації положення 4 та 6 імплантатів з використання технології фотограмметрії в порівнянні з методом інтраорального сканування [23]. При цьому обидва підходи характеризувалися зниженням рівня повторюваності даних при збільшенні кількості встановлених імплантатів [23]. У порівняльному клінічному дослідженні Zhang Y. та колеги підтвердили, що точність методу фотограмметрії є клінічно прийнятною для отримання цифрових відбитків з імплантатів, проте девіації відстаней збільшувались при зростанні відстані між імплантатами; в той же час ангулярні девіації не корелювали із параметром міжімплантатної відстані, відтак можна припустити, що вони не впливали на показники правдивості зареєстрованих результатів [13]. Попри те, що еластомерні відбитки демонстрували статистично вищу точність реєстрації положення 6 імплантатів на верхній щелепі, ніж метод фотограмметрії, різниця показників правдивості методів складала 1,8 мікрометрів, а прецизійності – 18,6 мікрометрів [24]. Автори при цьому відзначили, що перевага класичного відбитка полягає в тому, що він проковує рівномірну трьохмірну девіацію відносно положення усіх абатментів, в той час як метод фотограмметрії – різні показники відхилень в проекції абатментів [24], хоча Bratos M. та співавтори відмітили, що різниця прецизійності відбитків отриманих класичним методом та методом фотограмметрії не є статистично значущою [25].

Tohme H. та колеги, проводячи перевірку рівнів девіації положення відсканованих скан-абатментів відносно фактичного положення таких на моделі в умовах імітації клінічної ситуації з двома прямими абатментами та двома кутовими (17 градусів) відмітили, що метод стереофотограмметрії характеризується вищими рівнями точності (правдивості та прецизійності) в порівнянні із іншими мето-

дами, хоча специфічно площина нахилу кутового абатмента краще реєструвалась з використанням інтраорального сканера [26]. При цьому класичні еластомерні відбитки продемонстрували вищу правдивість положення абатментів, ніж цифрові, а цифрові, навпаки, вищі рівні прецизійності, ніж класичні [26]. У роботах Pozzi A. та Ma B. точність фотограмметрії для отримання цифрових відбитків-реєстратів положення шести імплантатів в лабораторних умовах була вищою, ніж методу внутрішньоротового сканування [27; 28]; при цьому дослідження Ma B. було одним з небагатьох, яке продемонструвало, що правдивість та точність цифрових відбитків отриманих методом фотограмметрії є вищою, ніж звичайних еластомерних відбитків (при цьому правдивість і точність останніх була кращою, ніж у цифрових відбитків, отриманих методом інтраорального сканування) [28]. Аналогічні результати було також продемонстровано у роботі Kosago P. та колег, які відмітили, що застосування технології стереофотограмметрії PIC (Precise Implants Capture) в умовах імітації клінічної ситуації беззубої щелепи з трьома прямими та двома кутовими абатментами забезпечує найнижчі показники відхилень рівнів правдивості ($48,74 \pm 1,80$ мкм) та точності ($5,46 \pm 1,10$ мкм), тоді як метод зняття відбитку відкритою ложкою та поліефірним матеріалом провокував девіації правдивості та прецизійності на рівнях $141 \pm 5,58$ мкм та $40,4 \pm 13,39$ мкм відповідно [29].

Дослідження проведене на гіпсових моделях також продемонструвало, що використання методу фотограмметрії для отримання відбитків з беззубої щелепи для подальшої тотальної ортопедичної реабілітації незнімними конструкціями з опорою на дентальних імплантатах забезпечує нижчі результати девіації відносно істинного положення скан-абатментів (в межах $17,33 \pm 0,34$ мкм), а також нижчу варіативність отриманих результатів один відносно одного ($2,50 \pm 0,79$ мкм), тобто вищий рівень прецизійності методу в порівнянні з класичним зняттям відбитків технікою відкритої ложки. Останній підхід забезпечував правдивість та прецизійність отриманих даних на рівні $24,30 \pm 4,16$ мкм та $26,12 \pm 4,54$ мкм відповідно, що обґрунтовує переваги використання методу фотограмметрії для отримання відбитків у ситуаціях тотальної реабілітації з опорою на внутрішньокісткових титанових дентальних імплантатах [30].

Систематичний огляд Gomez-Polo M. та колег повідомив про правдивість цифрових сканів отриманих методом фотограмметрії в діапазоні 12–165 мікрметрів та їх прецизійність в діапазоні 7–103 мікрметрів (при використанні відбитків отриманих звичайним методом у якості групи контролю) [31]. В умовах лабораторних досліджень

правдивість комерційної системи фотограмметрії PIC варіювала в межах 10–49 мікрметрів, а прецизійність – в межах 5–65 мікрметрів, тоді як для системи iCam4D ці показники склали – 24–77 мікрметрів та 2–203 мікрметри відповідно; в умовах клінічних досліджень повідомляли про правдивість системи iCam4D на рівні 70 мікрон, і прецизійність системи PIC – на рівні 108 мікрон [31].

Інтерпретацію даних щодо правдивості та прецизійності методів отримання цифрових відбитків слід проводити з врахуванням даних про те, що невідповідності конструкцій в межах 160 мікрон у вертикальному напрямку та 150 мікрон у горизонтальному, як правило, не провокують механічних ускладнень критичними є невідповідності в понад 1 мм у вертикальній площині, та в понад 345 мікрон – у горизонтальній згідно результатів актуального систематичного огляду [32].

Результати релевантного систематичного огляду Rutkunas V. та колег продемонстрували, що методи фотограмметрії та інтраорального сканування характеризуються порівнюваною між собою точністю щодо реєстрації положення імплантатів у випадках лікування щелеп з повною адентією [33]. В той же час проведений систематичний огляд Vareto D. з аналізом 21 дослідження (10 лабораторних та 11 клінічних) дозволив сформулювати наступні висновки: 1) за даними більшості досліджень метод фотограмметрії є більш точним, ніж метод внутрішньоротового сканування, чи кластичний метод отримання відбитків у випадках отримання таких з ділянок імплантатів, встановлених на беззубих щелепах; 2) положення, кількість та кутовий нахил імплантатів один відносно одного не впливають на показники точності методу фотограмметрії, хоча деякі клінічні дослідження демонструють, що відстань між імплантатами може бути фактором впливу на точність цифрових відбитків; 3) інтеграція можливості сканування м'яких тканин в структур систем фотограмметрії сприятиме значній оптимізації технології отримання цифрових відбитків [34].

Певна неузгодженість результатів окремих досліджень, проаналізованих в ході ретроспективного огляду літератури, може бути викликана використанням різних дослідницьких підходів та моделей до оцінки точності методу фотограмметрії, застосуванням різних еталонних зразків в процесі порівняння та використанням різних комерційних та некомерційних систем фотограмметрії, які підлягали валідації.

Висновок. Згідно даних проведеного літературного огляду можна резюмувати, що метод фотограмметрії забезпечує клінічно-прийнятні результати цифрової реєстрації положення дентальних імплантатів, проте порівняльна точність методу, ви-

міряна у показниках правдивості та прецизійності по відношенню до істинної позиції інтраосальних опор, відрізняється за даними різних досліджень. Показники правдивості та прецизійності методу фотограмметрії для цифрової реєстрації положення імплантатів є вищими в умовах проведення лабораторних досліджень, ніж в умовах проведення клінічних досліджень. З урахуванням висновків доступних систематичних оглядів точність методу фотограмметрії є, як мінімум, порівнюваною із точністю методу інтраорального сканування, а в окремих клінічних випадках і перевищує ефективність останнього для реєстрації положення імплантатів при реабілітації беззубих щелеп тотальними конструкціями на внутрішньокісткових опорах. Метод фотограмметрії не виключає потреби використання інтраорального сканера при реалізації цифрового протоколу стоматологічної реабілітації беззубих пацієнтів конструкціями з опорою на денціальні імплантатах, оскільки не забезпечує можливостей для реєстрації стану м'яких тканин в періімплантатній області, проте характеризується виражени-

ми перевагами у випадках реабілітації беззубих щелеп з протетично-компрометованим положенням встановлених імплантатів.

Інформація про конфлікт інтересів. Конфлікт інтересів відсутній.

Інформація про фінансування. Автори гарантують, що вони не отримували жодних винагород у будь-якій формі, здатних вплинути на результати роботи.

Особистий внесок кожного автора у виконання роботи:

Гончарук-Хомин М.Ю. – концептуалізація, методологія, формальний аналіз, збір матеріалу дослідження, курація даних, підготовка тексту статті, написання та редагування статті;

Тукало І.В. – аналіз та перевірка вихідних даних, формальний аналіз, редагування статті;

Шевєря С.М. – формальний аналіз, методологія, редагування статті;

Рак Ю.В. – аналіз та перевірка вихідних даних, підготовка тексту статті;

Лях А.І. – збір матеріалу дослідження, аналіз та перевірка вихідних даних.

Список використаних джерел:

1. Accuracy of digital implant impressions obtained using intraoral scanners: a systematic review and meta-analysis of in vivo studies / J. Ma, B. Zhang, H. Song, [et al.]. *International Journal of Implant Dentistry*. 2023. Vol. 9(1). P. 48.
2. The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prostheses: A systematic review and meta-analysis / T. Flügge, W. J. van der Meer, B. G. Gonzalez, [et al.]. *Clinical oral implants research*. 2018. Vol. 29. P. 374–392.
3. Digital vs conventional implant impressions: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Prosthodontics* / P. Papaspyridakos, K. Vazouras, Y.W. Chen, [et al.]. 2020. Vol. 29(8). P. 660–678.
4. Digital versus conventional full-arch implant impressions: a prospective study on 16 edentulous maxillae / K. Chochlidakis, P. Papaspyridakos, A. Tsigarida, [et al.]. *Journal of prosthodontics*. 2020. Vol. 29(4). P. 281–286.
5. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis / K. M. Chochlidakis, P. Papaspyridakos, A. Geminiani, [et al.]. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2016. Vol. 116(2), 184–190.
6. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study / F. S. Andriessen, D. R. Rijkens, W. J. Van Der Meer, [et al.]. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2014. Vol. 111(3). P. 186–194.
7. Assessment of intraoral scanning technology for multiple implant impressions—A systematic review and meta-analysis / S. Kachhara, D. Nallaswamy, D. M. Ganapathy, [et al.]. *The Journal of the Indian Prosthodontic Society*. 2020. Vol. 20(2). P. 141.
8. Wulfman C., Naveau A., Rignon-Bret C. Digital scanning for complete-arch implant-supported restorations: A systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2020. Vol. 124(2). P. 161–167.
9. Afrashtehfar K. I., Alnakeb N. A., Assery M. K. Accuracy of intraoral scanners versus traditional impressions: A rapid umbrella review. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*. 2022. Vol. 22(3). P. 101719.
10. In vitro scanning accuracy using different aids for multiple implants in the edentulous arch / F. R. Kernem, M. Recca, K. Vach, [et al.]. *Clinical Oral Implants Research*. 2022. Vol. 33(10). P. 1010–1020.
11. Photogrammetry as an alternative for acquiring digital dental models: A proof of concept / V.T. Stuardi, R. Ferreira, G. Manfredi, [et al.]. *Medical hypotheses*. 2019. Vol. 128. P. 43–49.
12. Hussein M. O. Photogrammetry technology in implant dentistry: A systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2023. Vol. 130(3). P. S0022–3913.
13. Accuracy of photogrammetric imaging versus conventional impressions for complete arch implant-supported fixed dental prostheses: A comparative clinical study / Y. J. Zhang, S. J. Qian, H. C. Lai, [et al.]. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2023. Vol. 130(2). P. 212–218.
14. Photogrammetry in dentistry: A literature review / D. M. Korol, D. D Kindiy, P. D. Kindiy, [et al.]. *The Medical and Ecological Problems*. 2022. Vol. 26(1-2). P. 32–36.
15. Korol D. M., Toncheva K. D., Kindiy D. D. Photogrammetric method of obtaining a diagnostic 3D model of the jaw. *Ukrainian Dental Almanac*. 2023. Vol. 1. P. 37–40.
16. Photogrammetric and intraoral digital impression technique for the rehabilitation of multiple unfavorably positioned dental implants: A clinical report / P. Molinero-Mourelle, W. Lam, R. Cascos-Sánchez, [et al.]. *Journal of Oral Implantology*. 2019. Vol. 45(5). P. 398–402.
17. Clozza E. Intraoral scanning and dental photogrammetry for full-arch implant-supported prosthesis: A technique. *Clinical Advances in Periodontics*. 2023. Online ahead of print.

18. Comparison of conventional, photogrammetry, and intraoral scanning accuracy of complete-arch implant impression procedures evaluated with a coordinate measuring machine / M. Revilla-León, W. Att, M. Özcan, [et al.]. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2021. Vol. 125(3). P. 470–478.
19. Demirel M., Donmez M. B., Şahmalı S. M. Trueness and precision of mandibular complete-arch implant scans when different data acquisition methods are used. *Journal of dentistry*. 2023. Vol. 138. P. 104700.
20. In Vivo Complete-Arch Implant Digital Impressions: Comparison of the Precision of Three Optical Impression Systems / J. Orejas-Perez, B. Gimenez-Gonzalez, I. Ortiz-Collado [et al.]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. Vol. 19(7). P. 4300.
21. Sinada N., Papaspyridakos P. Digitally designed and milled verification jigs generated from photogrammetry data acquisition: a clinical report. *Journal of Prosthodontics*. 2021. Vol. 30(8). P. 651–655.
22. Accuracy of 2 direct digital scanning techniques–intraoral scanning and stereophotogrammetry–for complete arch implant-supported fixed prostheses: A prospective study / Y. Yan, X. Lin, X. Yue, [et al.]. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2023. Vol. 130(4). P. 564–572.
23. Accuracy of different digital acquisition methods in complete arch implant-supported prostheses: An in vitro study / R. J. Pinto, S. A. Casado, K. Chmielewski, [et al.]. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2023. P. S0022-3913(23)00466-3.
24. Trueness and precision of complete-arch photogrammetry implant scanning assessed with a coordinate-measuring machine / M. Revilla-León, J. Rubenstein, M. Methani, [et al.]. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2023. Vol. 129(1). P. 160–165.
25. Effect of simulated intraoral variables on the accuracy of a photogrammetric imaging technique for complete-arch implant prostheses / M. Bratos, J. M. Bergin, J. E. Rubenstein, [et al.]. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2018. Vol. 120(2). P. 232–241.
26. Accuracy of implant level intraoral scanning and photogrammetry impression techniques in a complete arch with angled and parallel Implants: An in vitro study / H. Tohme, G. Lawand, R. Eid, [et al.]. *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11(21). P. 9859.
27. Accuracy of intraoral optical scan versus stereophotogrammetry for complete-arch digital implant impression: An in vitro study / A. Pozzi, E. Agliardi, F. Lio, [et al.]. *Journal of Prosthodontic Research*. 2023. Vol. 68(1). P. 172–180.
28. Accuracy of photogrammetry, intraoral scanning, and conventional impression techniques for complete-arch implant rehabilitation: an in vitro comparative study / B. Ma, X. Yue, Y. Sun, [et al.]. *BMC Oral Health*. 2021. Vol. 21(1). P. 1–9.
29. Kosago P., Ungurawasaporn C., Kukiattrakoon B. Comparison of the accuracy between conventional and various digital implant impressions for an implant-supported mandibular complete arch-fixed prosthesis: An in vitro study. *Journal of Prosthodontics*. 2023. Vol. 32(7). P. 616–624.
30. Accuracy of photogrammetry and conventional impression techniques for complete-arch implant rehabilitation: an in vitro comparative study / Y. J. Sun, B. W. Ma, X. X. Yue, [et al.]. *Zhonghua kou Qiang yi xue za zhi= Zhonghua Kouqiang Yixue Zazhi= Chinese Journal of Stomatology*. 2022. Vol. 57(2). P. 168–172.
31. Accuracy, scanning time, and patient satisfaction of stereophotogrammetry systems for acquiring 3D dental implant positions: A systematic review / M. Gómez-Polo, A. B. Barmak, R. Ortega, [et al.]. *Journal of Prosthodontics*. 2023. Vol. 32(S2). P. 208–224.
32. Magnitude of misfit threshold in implant-supported restorations: a systematic review / A. Abdelrehim, E. A. Etajuri, E. Sulaiman, [et al.]. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2022. P. S0022-3913(22)00613-8
33. EPA Consensus Project Paper: Accuracy of Photogrammetry Devices, Intraoral Scanners, and Conventional Techniques for the Full-Arch Implant Impressions: A Systematic Review / V. Rutkūnas, A. Gedrimienė, I. Mischitz, [et al.]. *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*. 2023. Online ahead of print.
34. Barreto D. F. D. C. M. Photogrammetry technology in full arch implant-supported rehabilitations: a systematic review: doctoral dissertation. *Universidade de Lisboa*. 2022. 57 p.

References:

1. Ma, J., Zhang, B., Song, H., Wu, D., & Song, T. (2023). Accuracy of digital implant impressions obtained using intraoral scanners: a systematic review and meta-analysis of in vivo studies. *International Journal of Implant Dentistry*, 9(1), 48.
2. Flügge, T., van der Meer, W. J., Gonzalez, B. G., Vach, K., Wismeijer, D., & Wang, P. (2018). The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. *Clinical oral implants research*, 29, 374–392.
3. Papaspyridakos, P., Vazouras, K., Chen, Y. W., Kotina, E., Natto, Z., Kang, K., & Chochlidakis, K. (2020). Digital vs conventional implant impressions: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Prosthodontics*, 29(8), 660–678.
4. Chochlidakis, K., Papaspyridakos, P., Tsigarida, A., Romeo, D., Chen, Y. W., Natto, Z., & Ercoli, C. (2020). Digital versus conventional full-arch implant impressions: a prospective study on 16 edentulous maxillae. *Journal of prosthodontics*, 29(4), 281–286.
5. Chochlidakis, K. M., Papaspyridakos, P., Geminiani, A., Chen, C. J., Feng, I. J., & Ercoli, C. (2016). Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of prosthetic dentistry*, 116(2), 184–190.
6. Andriessen, F. S., Rijkens, D. R., Van Der Meer, W. J., & Wismeijer, D. W. (2014). Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 111(3), 186–194.
7. Kachhara, S., Nallaswamy, D., Ganapathy, D. M., Sivaswamy, V., & Rajaraman, V. (2020). Assessment of intraoral scanning technology for multiple implant impressions–A systematic review and meta-analysis. *The Journal of the Indian Prosthodontic Society*, 20(2), 141.
8. Wulfman, C., Naveau, A., & Rignon-Bret, C. (2020). Digital scanning for complete-arch implant-supported restorations: A systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*, 124(2), 161–167.

9. Afrashtehfar, K. I., Alnakeb, N. A., & Assery, M. K. (2022). Accuracy of intraoral scanners versus traditional impressions: A rapid umbrella review. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 22(3), 1017-19.
10. Kernen, F. R., Recca, M., Vach, K., Nahles, S., Nelson, K., & Flügge, T. V. (2022). In vitro scanning accuracy using different aids for multiple implants in the edentulous arch. *Clinical Oral Implants Research*, 33(10), 1010-1020.
11. Stuani, V. T., Ferreira, R., Manfredi, G. G., Cardoso, M. V., & Sant'Ana, A. C. (2019). Photogrammetry as an alternative for acquiring digital dental models: A proof of concept. *Medical hypotheses*, 128, 43-49.
12. Hussein, M. O. (2023). Photogrammetry technology in implant dentistry: A systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*, 130(3), S0022-3913.
13. Zhang, Y. J., Qian, S. J., Lai, H. C., & Shi, J. Y. (2023). Accuracy of photogrammetric imaging versus conventional impressions for complete arch implant-supported fixed dental prostheses: A comparative clinical study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 130(2), 212-218.
14. Korol, D. M., Kindiy, D. D., Kindiy, P. D., Odzhubeiska, O. D., & Toncheva, K. D. (2022). Photogrammetry in dentistry: A literature review. *The Medical and Ecological Problems*, 26(1-2), 32-36.
15. Korol, D. M., Toncheva, K. D., & Kindiy, D. D. (2023). Photogrammetric method of obtaining a diagnostic 3D model of the jaw. *Ukrainian Dental Almanac*, (1), 37-40.
16. Molinero-Mourelle, P., Lam, W., Cascos-Sánchez, R., Azevedo, L., & Gómez-Polo, M. (2019). Photogrammetric and intraoral digital impression technique for the rehabilitation of multiple unfavorably positioned dental implants: A clinical report. *Journal of Oral Implantology*, 45(5), 398-402.
17. Clozza, E. (2023). Intraoral scanning and dental photogrammetry for full-arch implant-supported prosthesis: A technique. *Clinical Advances in Periodontics*, online ahead of print.
18. Revilla-León, M., Att, W., Özcan, M., & Rubenstein, J. (2021). Comparison of conventional, photogrammetry, and intraoral scanning accuracy of complete-arch implant impression procedures evaluated with a coordinate measuring machine. *The Journal of prosthetic dentistry*, 125(3), 470-478.
19. Demirel, M., Donmez, M. B., & Şahmalı, S. M. (2023). Trueness and precision of mandibular complete-arch implant scans when different data acquisition methods are used. *Journal of dentistry*, 138, 104700.
20. Orejas-Perez, J., Gimenez-Gonzalez, B., Ortiz-Collado, I., Thuissard, I. J., & Santamaria-Laorden, A. (2022). In Vivo Complete-Arch Implant Digital Impressions: Comparison of the Precision of Three Optical Impression Systems. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 4300.
21. Sinada, N., & Papaspyridakos, P. (2021). Digitally designed and milled verification jigs generated from photogrammetry data acquisition: a clinical report. *Journal of Prosthodontics*, 30(8), 651-655.
22. Yan, Y., Lin, X., Yue, X., & Geng, W. (2023). Accuracy of 2 direct digital scanning techniques—intraoral scanning and stereophotogrammetry—for complete arch implant-supported fixed prostheses: A prospective study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 130(4), 564-572.
23. Pinto, R. J., Casado, S. A., Chmielewski, K., Caramês, J. M., & Marques, D. S. (2023). Accuracy of different digital acquisition methods in complete arch implant-supported prostheses: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, S0022-3913(23)00466-3.
24. Revilla-León, M., Rubenstein, J., Methani, M. M., Piedra-Cascón, W., Özcan, M., & Att, W. (2023). Trueness and precision of complete-arch photogrammetry implant scanning assessed with a coordinate-measuring machine. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 129(1), 160-165.
25. Bratos, M., Bergin, J. M., Rubenstein, J. E., & Sorensen, J. A. (2018). Effect of simulated intraoral variables on the accuracy of a photogrammetric imaging technique for complete-arch implant prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 120(2), 232-241.
26. Tohme, H., Lawand, G., Eid, R., Ahmed, K. E., Salameh, Z., & Makzoume, J. (2021). Accuracy of implant level intraoral scanning and photogrammetry impression techniques in a complete arch with angled and parallel Implants: An in vitro study. *Applied Sciences*, 11(21), 9859.
27. Pozzi, A., Agliardi, E., Lio, F., Nagy, K., Nardi, A., & Arcuri, L. (2023). Accuracy of intraoral optical scan versus stereophotogrammetry for complete-arch digital implant impression: An in vitro study. *Journal of Prosthodontic Research*, 68(1), 172-180.
28. Ma, B., Yue, X., Sun, Y., Peng, L., & Geng, W. (2021). Accuracy of photogrammetry, intraoral scanning, and conventional impression techniques for complete-arch implant rehabilitation: an in vitro comparative study. *BMC Oral Health*, 21(1), 1-9.
29. Kosago, P., Ungurawasaporn, C., & Kukiattrakoon, B. (2023). Comparison of the accuracy between conventional and various digital implant impressions for an implant-supported mandibular complete arch-fixed prosthesis: An in vitro study. *Journal of Prosthodontics*, 32(7), 616-624.
30. Sun, Y. J., Ma, B. W., Yue, X. X., Lin, X., & Geng, W. (2022). Accuracy of photogrammetry and conventional impression techniques for complete-arch implant rehabilitation: an in vitro comparative study. *Zhonghua kou Qiang yi xue za zhi= Zhonghua Kouqiang Yixue Zazhi= Chinese Journal of Stomatology*, 57(2), 168-172.
31. Gómez-Polo, M., Barmak, A. B., Ortega, R., Rutkunas, V., Kois, J. C., & Revilla-León, M. (2023). Accuracy, scanning time, and patient satisfaction of stereophotogrammetry systems for acquiring 3D dental implant positions: A systematic review. *Journal of Prosthodontics*, 32(S2), 208-224.
32. Abdelrehim, A., Etajuri, E. A., Sulaiman, E., Sofian, H., & Salleh, N. M. (2022). Magnitude of misfit threshold in implant-supported restorations: a systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, S0022-3913(22)00613-8
33. Rutkunas, V., Gedrimienė, A., Mischitz, I., Mijiritsky, E., Huber, & S. (2023). EPA Consensus Project Paper: Accuracy of Photogrammetry Devices, Intraoral Scanners, and Conventional Techniques for the Full-Arch Implant Impressions: A Systematic Review. *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, online ahead of print.
34. Barreto, D. F. D. C. M. (2022). Photogrammetry technology in full arch implant-supported rehabilitations: a systematic review. *Doctoral dissertation*. Universidade de Lisboa, 57 p.