

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-3-189-194

УДК 616.314-77

СРАВНЕНИЕ ПРЕЦИЗИОННОСТИ ЦИФРОВЫХ И ТРАДИЦИОННЫХ ОТТИСКОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ОДИНОЧНОЙ КОРОНКИ С ОПОРОЙ НА ИМПЛАНТ

Мурашов М. А., Ваганова Я. А., Журина А. А., Платонова М. С., Степанова С. Ю.

Российский университет медицины, г. Москва, Россия

Аннотация

Актуальность. В настоящее время в ортопедической стоматологии большое внимание уделяется цифровым протоколам. Традиционная методика изготовления ортопедических конструкций с использованием силиконовых оттискных масс, подразумевает получение рабочей модели — максимально приближенной копии положения имплантатов в трехмерном пространстве челюстных костей. Точность модели оказывает влияние на результаты протезирования. При протезировании с использованием имплантатов врачи-стоматологи-ортопеды применяют задокументированные протоколы использования открытой или закрытой ложки. Во многих научных исследованиях сравнивается точность традиционных оттисков с цифровыми оттисками. Однако сравнения получения традиционных оттисков с помощью открытой, закрытой ложки и цифровых оттисков нами найдено не было. Таким образом, проведение данного сравнительного исследования является актуальной задачей.

Цель исследования. Сравнить методы и дать рекомендации по получению оттиска с уровня имплантата для изготовления одиночной коронки с опорой на имплантат для снижения погрешности при ортопедическом лечении.

Материал и методы. В качестве эталонной модели использована 3D-модель, напечатанная по STL-файлу, полученному от пациента с помощью интраорального сканирования. Традиционные оттиски были изготовлены с помощью поливинилсилоксанового материала, а цифровые — с использованием внутриротового сканера 3Shape TRIOS.

Результаты исследования. Наименьшее отклонение от эталона в ЦОЗ и АОЗ наблюдалось при получении цифрового оттиска ($17,5 \pm 0,7$ мкм и $50,8 \pm 2,4$ мкм соответственно), затем следовал метод открытой ложки ($28,5 \pm 1,9$ мкм и $58 \pm 1,3$ мкм соответственно) и наименее точным методом оказался метод закрытой ложки ($101,8 \pm 6,3$ мкм и $99 \pm 1,7$ мкм соответственно). Что касается САЗ, то наиболее точные результаты показали методы закрытой и открытой ложки ($8,5 \pm 0,7$ мкм и $31,8 \pm 0,9$ мкм соответственно), наименее точный результат — методом цифрового оттиска ($63,3 \pm 3$ мкм).

Выводы. Для получения прецизионного оттиска с одиночного имплантата рекомендуется использовать цифровой протокол. А при получении традиционного оттиска методика открытой ложки показала наилучшие результаты, являясь более точной, чем методика закрытой ложки.

Ключевые слова: цифровые оттиски, традиционные оттиски, имплантаты, точность, интраоральное сканирование

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов

Михаил Александрович МУРАШОВ ORCID ID 0000-0002-3309-538X

к.м.н., доцент кафедры пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии, Российский университет медицины, г. Москва, Россия
6145851@mail.ru

Яна Александровна ВАГАНОВА ORCID ID 0009-0007-0491-6859

студентка, Российский университет медицины, г. Москва, Россия
yavaganovaa@yandex.ru

Арина Андреевна ЖУРИНА ORCID ID 0000-0003-3421-9513

к.м.н., доцент кафедры пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии СФ, Российский университет медицины, г. Москва, Россия
arina.zhurina@inbox.ru

Мария Сергеевна ПЛАТОНОВА ORCID ID 0000-0002-0137-8579X

заведующая учебной частью кафедры пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии СФ, Российский университет медицины, г. Москва, Россия mashunya_s88@mail.ru

Светлана Юрьевна СТЕПАНОВА ORCID ID 0000-0001-5006-4799

ассистент кафедры пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии СФ, Российский университет медицины, г. Москва, Россия
sveta-for4ik@mail.ru

Адрес для переписки: Михаил Александрович МУРАШОВ

127545, г. Москва, ул. Новодмитровская, д. 2, корп.1, 0909
+7 (495) 748-91-19
6145851@mail.ru

Образец цитирования:

Мурашов М. А., Ваганова Я. А., Журина А. А., Платонова М. С., Степанова С. Ю.

СРАВНЕНИЕ ПРЕЦИЗИОННОСТИ ЦИФРОВЫХ И ТРАДИЦИОННЫХ ОТТИСКОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ОДИНОЧНОЙ КОРОНКИ С ОПОРОЙ НА ИМПЛАНТ.

Проблемы стоматологии. 2025; 3: 189-194.

© Мурашов М. А. и др., 2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-3-189-194

Поступила 16.09.2025. Принята к печати 12.10.2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-3-189-194

COMPARISON OF THE ACCURACY BETWEEN DIGITAL AND TRADITIONAL IMPRESSIONS FOR FABRICATION OF IMPLANT-SUPPORTED CROWN

Murashov M.A., Vaganova Y.A., Zhurina A.A., Platonova M.S., Stepanova S.Yu.

Russian University of Medicine, Moscow, Russia

Abstract

Subject. Currently, in prosthetic dentistry, significant attention is being paid to digital protocols. The conventional method of fabricating dental prostheses involves using silicone impression materials to obtain a working cast — a replica that closely mimics the spatial position of implants within the jawbone. The accuracy of this cast is a critical factor influencing the outcomes of prosthetic treatment. When performing implant-supported prosthetics, clinicians employ well-documented protocols using either open-tray or closed-tray impression techniques. Numerous scientific studies have compared the accuracy of conventional impressions to that of digital impressions. However, a comparative analysis of conventional impressions made with open-tray, closed-tray techniques and digital impressions has not been found in the literature. Therefore, conducting this comparative study represents a relevant and timely research objective.

Objectives. A comparative analysis of implant-level impression techniques for single implant-supported crowns with the aim of minimizing prosthetic misfit and providing clinical recommendations.

Materials and methods. A reference model fabricated via additive manufacturing from an STL file acquired through an intraoral scan of the patient served as the control. Conventional impressions were made using a polyvinyl siloxane material, while digital impressions were acquired with a 3Shape TRIOS intraoral scanner.

Results. The smallest deviation from the reference model in the centro-occlusal (CO) and axio-occlusal (AO) zones was observed for the digital impression technique ($17.5 \pm 0.7 \mu\text{m}$ and $50.8 \pm 2.4 \mu\text{m}$, respectively), followed by the open-tray technique ($28.5 \pm 1.9 \mu\text{m}$ and $58.0 \pm 1.3 \mu\text{m}$, respectively). The closed-tray technique demonstrated the lowest accuracy ($101.8 \pm 6.3 \mu\text{m}$ and $99.0 \pm 1.7 \mu\text{m}$, respectively). Regarding the medio-axial (MA) zone, the most accurate results were obtained with the closed-tray and open-tray techniques ($8.5 \pm 0.7 \mu\text{m}$ and $31.8 \pm 0.9 \mu\text{m}$, respectively), while the digital impression method yielded the least accurate result ($63.3 \pm 3.0 \mu\text{m}$).

Conclusions. In conclusion, we would like to say that for taking precise impression from a single implant, it's recommended to use a digital protocol and digital impression. For taking a conventional silicon impression, the open-tray technique showed the best results, being more accurate in compare the closed-tray technique.

Keywords: digital impressions, conventional impressions, dental implants, accuracy, intraoral scanning

The authors declare no conflict of interest

Mikhail A. MURASHOV ORCID ID 0000-0002-3309-538X

PhD in Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Propaedeutics and Prosthetics Technologies in Dentistry, Russian University of Medicine, Moscow, Russia
6145851@mail.ru

Yana A. VAGANOVA ORCID ID 0009-0007-0491-6859

Student, Russian University of Medicine, Moscow, Russia
yavaganovaa@yandex.ru

Arina A. ZHURINA ORCID ID 0000-0003-3421-9513

PhD in Medical sciences, Associate Professor of the Department of Propaedeutics and Prosthetics Technologies in Dentistry of SF, Russian University of Medicine, Moscow, Russia arina.zhurina@inbox.ru

Maria S. PLATONOVA ORCID ID 0000-0002-0137-8579X

Head of the Academic Department of Propaedeutics and Prosthetics Technologies in Dentistry SF, Russian University of Medicine, Moscow, Russia
mashunya_s88@mail.ru

Svetlana Yu. STEPANOVA ORCID ID 0000-0001-5006-4799

Assistant of the Department of Propaedeutics and Prosthetics Technologies in Dentistry of SF, Russian University of Medicine, Moscow, Russia
sveta-for4ik@mail.ru

Correspondence address: Mikhail A. MURASHOV

St. Novodmitrovskaya 2/1 0909, Moscow, 127545

+7 (495) 748-91-19

6145851@mail.ru

For citation:

Murashov M.A., Vaganova Y.A., Zhurina A.A., Platonova M.S., Stepanova S.Yu.

COMPARISON OF THE ACCURACY BETWEEN DIGITAL AND TRADITIONAL IMPRESSIONS FOR FABRICATION OF IMPLANT-SUPPORTED CROWN.

Actual problems in dentistry. 2025; 3: 189-194. (In Russ.)

© Murashov M.A. et al., 2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-3-189-194

Received 16.09.2025. Accepted 12.10.2025

Актуальность

В настоящее время в ортопедической стоматологии большое внимание уделяется цифровым протоколам. Уже описано достаточно большое количество цифровых методик, касающихся оптимизации ортопедического лечения с опорой на имплантаты. Традиционная методика изготовления ортопедических конструкций с использованием силиконовых оттисковых масс, подразумевает получение рабочей модели — максимально приближенной копии положения имплантатов в трехмерном пространстве челюстных костей. Точность модели оказывает влияние на результаты протезирования.

При протезировании с использованием имплантатов врачи-стоматологи-ортопеды применяют задокументированные протоколы использования открытой или закрытой ложки. Получение непрямого оттиска (методика закрытой ложки) и получение прямого оттиска (методика открытой ложки) — это две методики, которые позволяют получить точные и функциональные оттиски, однако каждая из них имеет свои преимущества и недостатки [1]. Эффективность ортопедического лечения во многом определяется качеством изготовленного протеза. Факторы, оказывающие негативное влияние на качество оттисков можно разделить на 3 основные группы: физические, химические и технологические. А для получения качественного оттиска большое значение имеют такие условия, как: чистое и сухое протезное ложе; правильный выбор материала и метода получения оттиска в зависимости от клинических условий; жесткость оттисковой ложки; прочное соединение оттискового материала со стенками оттисковой ложки; выведение оттиска изо рта по оси опорных зубов; внесение корректирующего материала в зубодесневую бороздку опорных зубов без пустот и сотрудничество пациента [2].

Важнейшим этапом в технологическом процессе изготовления ортопедических конструкций является получение максимально точных оттисков, поскольку именно на данном клиническом этапе могут возникать ошибки, которые в свою очередь могут увеличить вероятность осложнений в стоматологической реабилитации пациента.

Во многих научных исследованиях сравнивается точность традиционных оттисков с цифровыми оттисками [15, 16]. Однако сравнения получения традиционных оттисков с помощью открытой, закрытой ложки и цифровых оттисков нами найдено не было. Таким образом, проведение данного сравнительного исследования является актуальной задачей.

Материал и методы

В ходе проведенного исследования все лабораторные этапы были стандартизированы, материалы использовались в соответствии с инструкциями от производителей при комнатной температуре $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. В исследовании было отдано предпочтение поливинилсилоксановым силиконовым эластомерам по ряду положительных характеристик материала: высокая точность, стабильность размеров, незначительная усадка

(за 24 ч — 0,15–0,2 %); высокий показатель восстановления объема после деформации при выведении оттиска изо рта (эластическая деформация); минимальная пластическая деформация (0,2–0,5 %); высокая тиксотропность и устойчивость к давлению [3, 4].

В данном исследовании использовалась 1 мастер-модель, напечатанная с помощью фотополимерного 3D-принтера (Shining 3D AccuFab, Китай). Процесс печати был выполнен с использованием фотополимерной модельной смолы SHINING DENT DM12. Прототипом мастер-модели служил отсканированный файл формата STL, полученный от пациента методом интраорального сканирования. Далее, с помощью Scan Body (Astra Tech Implant System, Швеция) и лабораторного сканера (Medit, Южная Корея) проводилось сканирование 3D-модели. Полученные параметры были импортированы в программное обеспечение (EsoCad) и использовались как эталонные.

Для проведения исследования был выбран пациент с ранее установленным имплантатом Astra Tech Implant System (Швеция) в области зуба 36. Пациенту было проведено цифровое сканирование с помощью внутриротового сканера 3 Shape (TRIOS, Дания) по стандартизированному протоколу, рекомендованному производителем. Получен файл формата STL.

После этого с помощью традиционной методики было получено по 20 оттисков с мастер-модели (20 оттисков: 10 методом закрытой и 10 методом открытой ложки). Для этого использовались пластиковые перфорированные оттисковые ложки и поливинилсилоксановый материал (Elit HD+, Zhermack, Италия).

После этого в зуботехнической лаборатории проводили изготовление гипсовых моделей из стоматологического гипса IV типа (Elite Rock, Zhermack, Италия) по стандартизированному протоколу. Предварительно все оттиски хранились не менее 30 минут для восстановления линейных размеров. Затем с помощью Scan Body (Astra Tech Implant System, Швеция) и лабораторного сканера (Medit, Южная Корея) проводилось сканирование гипсовых моделей. Полученные данные были импортированы в программное обеспечение (EsoCad) с целью сравнения виртуальных моделей и оценки точности положения имплантата.

Параметры рассчитывались путем сопоставления моделей в программе EsoCad по верхней (центрально-окклюзионной зоне — ЦОЗ), угловой (аксио-окклюзионной зоне — АОЗ) и боковой (средне-аксиальной зоне — САЗ) границам (рис. 1). В результате клинико-лабораторного исследования был получен 21 оттиск: 10 методом закрытой ложки, 10 методом открытой ложки и 1 цифровой оттиск.

Статистические данные получали после контрольных измерений. Средние отклонения были подсчитаны по специальной формуле в программе Excel по трем основным зонам: центрально-окклюзионная зона (ЦОЗ), аксио-окклюзионная зона (АОЗ), средне-аксиальная зона (САЗ) (рис. 2).

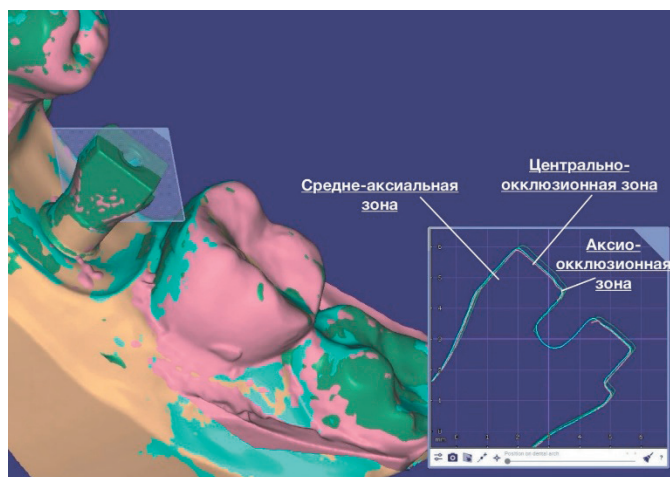


Рис. 1. Пример расположения основных зон в программе ExoCad после сопоставления моделей

Fig. 1. Example of main zone placement in ExoCad after model matching

Результаты

Результаты представлены в таблице 1.

Наименьшее отклонение от эталона в ЦОЗ и АОЗ наблюдалось при получении цифрового оттиска ($17,5 \pm 0,7$ мкм и $50,8 \pm 2,4$ мкм соответственно), затем следовал метод открытой ложки ($28,5 \pm 1,9$ мкм и $58 \pm 1,3$ мкм соответственно) и наименее точным методом оказался метод закрытой ложки ($101,8 \pm 6,3$ мкм и $99 \pm 1,7$ мкм соответственно). Что касается САЗ, то наиболее точные результаты показали методы закрытой и открытой ложки ($8,5 \pm 0,7$ мкм и $31,8 \pm 0,9$ мкм соответственно), наименее точный результат — метод цифрового оттиска ($63,3 \pm 3$ мкм). Мы полагаем, что на данные результаты повлияли топографические особенности расположения Scan Body по отношению к соседним зубам.

Таблица 1

Средние отклонения при сравнении прецизионности цифровых и традиционных оттисков

Table 1. Analysis of mean error values in digital and conventional impressions

| Зона сравнения | Отклонение, мкм | Цифровой — эталон | Открытая ложка — эталон | Закрытая ложка — эталон |
|------------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| Центрально-окклюзионная зона (ЦОЗ) | | $17,5 \pm 0,7$ | $28,5 \pm 1,9$ | $101,8 \pm 6,3$ |
| Аксио-окклюзионная зона (АОЗ) | | $50,8 \pm 2,4$ | $58 \pm 1,3$ | $99 \pm 1,7$ |
| Средне-аксиальная зона (САЗ) | | $63,3 \pm 3,0$ | $31,8 \pm 0,9$ | $8,5 \pm 0,7$ |

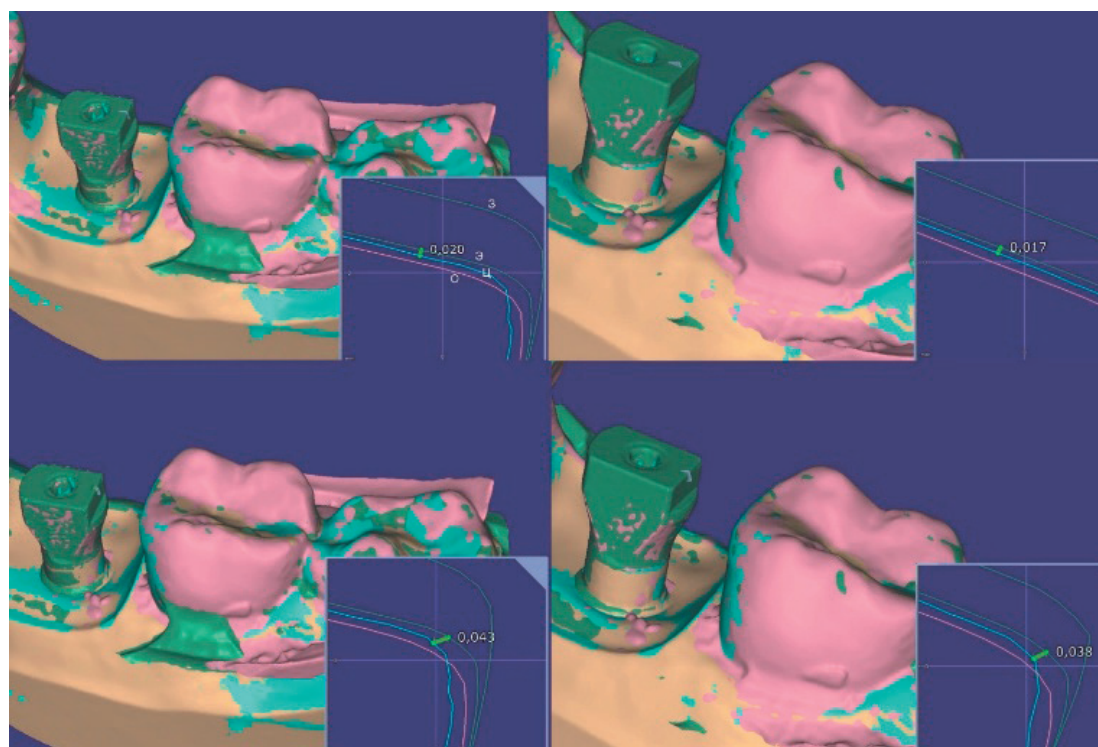


Рис. 2. Контрольные измерения в программе ExoCad. З — закрытая ложка; Э — эталон; Ц — цифровой оттиск; О — открытая ложка

Fig. 2. Control measurements in the ExoCad program. Z — closed tray; E — standard; C — digital impression; O — open tray

Обсуждение

В данном клинико-лабораторном исследовании эталонной моделью явилась 3D-модель, напечатанная по STL-файлу, полученному от пациента с помощью интраорального сканирования. 3D-печать реальных рабочих моделей рекомендована для проверки изготовленных протезов перед фиксацией во рту пациента. По мнению Yoo S. Y., Kim S. K. и соавторов среднее отклонение границ при печати в буккально-лингвальном разрезе и в мезио-дистальном разрезе составляет менее 120 мкм, а в проксимальном контакте менее 50 мкм, что является клинически допустимым и сопоставимым с погрешностями, возникающими при изготовлении гипсовой модели [5]. Также стоит отметить, что значения среднеквадратичной погрешности напечатанных рабочих моделей ниже, чем изготовленных методом фрезерования [6]. Для получения более достоверных результатов оптимальной настройкой толщины слоя при 3D-печати для технологии STL является 25–50 мкм, так как точность печати увеличивается при уменьшении слоя [7].

К основным преимуществам внутриротового сканирования по сравнению с традиционными оттисками можно отнести: отсутствие вкуса и запаха; отсутствие материалов, требующих утилизации; работа с файлами в любое время, что оптимизирует изготовление реставрации и прием пациента [8]. В мета-анализе сообщается о статистически значимом сокращении времени изготовления оттиска при использовании цифрового процесса (от 6 мин 39 сек до 20 мин) по сравнению с традиционным процессом (от 11,7 мин до 28,47 мин) [21, 22]. Уменьшение времени клинического приема без потери качества ортопедического лечения является важным преимуществом не только для врача, но и для пациента. Получение точного оптического оттиска является главной задачей при работе с системами IOS, поскольку это напрямую влияет на качество прилегания и краевой адаптации протезов на имплантатах [10].

Интраоральный сканер 3Shape (TRIOS, Дания) — сканер структурированного света, работающий по принципу конфокальной микроскопии и сверхбыстрого оптического сканирования. При работе происходит непрерывный захват 2D-изображения с разных позиций для создания 3D-модели [9]. Главное преимущество данного сканера заключается в обеспечении высокой точности в различных клинических условиях [10]. Однако, существуют отягощающие факторы в полости рта, которые могут влиять на точность оттиска, такие как: влажная среда, температурные изменения и др. [16, 18, 19].

Xinggang Liu и соавторы выяснили, что одиночные цельнокерамические реставрации задних зубов, изготовленные с использованием CAD/CAM и внутриротового сканирования TRIOS, представляют собой более точную и эффективную альтернативу реставрациям, созданным на основе традиционных оттисков и лабораторного сканирования [11]. Abdul J и др. определили, что монолитные циркониевые коронки, изготовленные цифровым способом (с использованием IOS), обладают

более высокой точностью, чем аналогичные коронки, изготовленные традиционным способом [20].

В настоящее время достичь абсолютной пассивной подгонки протеза не удалось, также как и определить существующий минимальный порог биологической толерантности к несоответствию протеза к положению имплантата [12].

Литературный анализ показал, что техника снятия оттиска и материал для снятия оттиска оказывают влияние на точность передачи положения имплантата. Таким образом, ранжирование методик для рабочей научной гипотезы исследования было произведено следующим образом: нами предполагалось, что деформация, которая возникает при снятии традиционного оттиска с дентального имплантата, будет меньше при использовании метода открытой ложки, чем закрытой. При этом цифровой оттиск будет точнее, чем традиционный. Научная гипотеза была подтверждена по результатам исследования.

Kim JH и др. в систематическом обзоре делают вывод о том, что в ранее опубликованных исследованиях предпочтение отдается прямым оттискам перед непрямыми [13]. Наиболее точным оттискным материалом оказался PVS (поливинилсилоксан) по сравнению с PE (полиэфир) и VPES (винилполиэфирсилоксан) [14, 17]. Оттиски зубных абатментов на основе PVS были точнее, чем на основе PE, что справедливо как для параллельных, так и для угловых имплантатов [16].

Результаты перспективного исследования Chochlidakis K. и соавторов показали, что расхождения между оцифрованными гипсовыми моделями, полученными с помощью традиционных оттисков, и виртуальными моделями, полученными с помощью IOS, находятся в диапазоне 162 мкм, что входит в предел клинически приемлемого порога до 200 мкм [15]. Таким образом, результаты, полученные нами, входят в предел клинически приемлемого порога.

Результаты большинства исследований указывают на то, что метод открытой ложки получения оттиска в сочетании с поливинилсилоксановым оттискным материалом производит статистически меньшие средние абсолютные отклонения по сравнению с методом получения оттиска с помощью закрытой ложки и аналогичным оттискным материалом [16].

Выводы

1. Цифровые оттиски продемонстрировали наивысшую точность в центрально-окклюзионной (ЦОЗ) и аксио-окклюзионной (АОЗ) зонах, что делает их предпочтительным методом для одиночной коронки с опорой на имплантат.

2. Метод открытой ложки показал лучшие результаты по сравнению с методом закрытой ложки при использовании традиционных оттисков.

3. В средне-аксиальной зоне (САЗ) традиционные методы оказались точнее цифрового оттиска, что может быть связано с топографическими особенностями расположения скан-маркера.

4. Для достижения максимальной точности при протезировании на имплантатах рекомендуется использовать

цифровые оттиски, а при выборе традиционных методов — отдавать предпочтение методу открытой ложки.

Заключение

Для получения прецизионного оттиска с одиночного имплантата рекомендуется использовать цифровой протокол. При получении традиционного оттиска методика

открытой ложки показала наилучшие результаты, являясь более точной, чем методика закрытой ложки. Стоит отметить, что в клинических условиях наблюдаемые различия будут экстраполированы иначе, чем в строгих лабораторных условиях (*in vitro*), что требует проведения дальнейших исследований.

Литература/References

1. Вольфарт Ш., Хардер С., Райх С. и др. Протезирование с опорой на имплантаты: планирование от результата: планирование, процесс лечения, выживаемость имплантатов и протезов, эстетика, функция, зуботехнические технологии. Москва: Азбука; 2016. 701 с. [Wolfart S., Harder S., Reich S. and others. Implant-based prosthetics: outcome-based planning: planning, treatment process, survival of implants and prostheses, aesthetics, function, dental technology. Moscow: ABC; 2016. 701 p. (In Russ.)].
2. Ряховский А.Н., Мурадов М. А. Точный оттиск. Москва; 2006. 207 с. [Ryakhovsky A.N., Muradov M.A. Accurate impression. Moscow; 2006. 207 p. (In Russ.)].
3. Gupta R., Brizuela M. Dental Impression Materials. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34662010/>
4. Прохорова Е.В., Дунаев С. А., Афанасьева А. В., Уляшева Ж. А., Борисов В. В., Пустохина И. Г. Выбор слепочных материалов относительно клинической ситуации и сроков хранения готовых оттисков (обзорная статья). Вестник новых медицинских технологий. 2023;30(2):43–47. [Prokhorova E. V., Dunaev S. A., Afanasyeva A. V., Ulyasheva Zh. A., Borisov V. V., Pustokhina I. G. The choice of impression materials in relation to the clinical situation and the shelf life of the finished impressions (review article). Journal of New Medical Technologies. 2023;30(2):43–47. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.24412/1609-2163-2023-2-43-47>
5. Yoo S.Y., Kim S.K., Neo S.J., Koak J.Y., Kim J.G. Dimensional Accuracy of Dental Models for Three-Unit Prostheses Fabricated by Various 3D Printing Technologies. Materials (Basel). 2021;14(6):1550. <https://doi.org/10.3390/ma14061550>
6. Jeong Y.G., Lee W.S., Lee K. B. Accuracy evaluation of dental models manufactured by CAD/CAM milling method and 3D printing method. The journal of advanced prosthodontics. 2018;10(3):245–251. <https://doi.org/10.4047/jap.2018.10.3.245>
7. Zhang Z.C., Li P.L., Chu F.T., Shen G. Influence of the three-dimensional printing technique and printing layer thickness on model accuracy. Journal of orofacial orthopedics. 2019;80(4):194–204. <https://doi.org/10.1007/s00056-019-00180-y>
8. Банерджи А., Тавараджа С. редакторы. Решение клинических проблем в стоматологии по Оделлу. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2024. 520 с. [Banerjee A., Tavaraja S. editors. Odell's Clinical Problem Solving in Dentistry. Moscow: GEOTAR-Media; 2024. 520 p. (In Russ.)].
9. Marques S., Ribeiro P., Falcão C., Lemos B.F., Rios-Carrasco B., Rios-Santos J.V. et al. Digital Impressions in Implant Dentistry: A Literature Review. International journal of environmental research and public health. 2021;18(3):1020. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031020>
10. Imburgia M., Logozzo S., Hauschild U., Veronesi G., Mangano C., Mangano F. G. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. BMC Oral Health. 2017;17(1):92. <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0383-4>
11. Liu X., Feng K., Dong L., Liu L., Ni L., Zheng D. Accuracy and Efficiency of Digitally Fabricated All-Ceramic Crowns from Conventional Impressions and Intraoral Scans: A Single-Blind Clinical Randomized Controlled Trial. The International journal of prosthodontics. 2024;37(1):8–15. <https://doi.org/10.11607/ijp.8143>
12. Karl M., Taylor T. D. Bone Adaptation Induced by Non-Passively Fitting Implant Superstructures: A Randomized Clinical Trial. The International journal of oral & maxillofacial implants. 2016;31(2):369–375. <https://doi.org/10.11607/jomi.4331>
13. Kim J.H., Kim K.R., Kim S. Critical appraisal of implant impression accuracies: A systematic review. The Journal of prosthetic dentistry. 2015;114(2):185–192.e1. <https://doi.org/10.1016/j.prodent.2015.02.005>
14. Kurtulmus-Yilmaz S., Ozan O., Ozcelik T.B., Yagiz A. Digital evaluation of the accuracy of impression techniques and materials in angulated implants. Journal of dentistry. 2014;42(12):1551–1559. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.10.008>
15. Chochlidakis K., Papaspyridakis P., Tsigarida A., Romeo D., Chen Y.W., Natto Z. et al. Digital Versus Conventional Full-Arch Implant Impressions: A Prospective Study on 16 Edentulous Maxillae. Journal of prosthodontics. 2020;29(4):281–286. <https://doi.org/10.1111/jopr.13162>
16. Djurovic Koprivica D., Puskar T., Budak I., Sokac M., Jeremic Knezevic M., Maletin A. et al. Influence of Implant Impression Methods, Polymer Materials, and Implant Angulation on the Accuracy of Dental Models. Polymers (Basel). 2022;14(14):2821. <https://doi.org/10.3390/polym14142821>
17. Hoods-Moonsammy V.J., Owen P., Howes D. G. A comparison of the accuracy of polyether, polyvinyl siloxane, and plaster impressions for long-span implant-supported prostheses. The International journal of prosthodontics. 2014;27(5):433–438. <https://doi.org/10.11607/ijp.4035>
18. Rues S., Depré D., Stober T., Rammelsberg P., Zenthöfer A. Accuracy of polyether and vinylpolysiloxane impressions when using different types of 3D-printed impression trays — an in vitro study. Clinical oral investigations. 2024;28(10):560. <https://doi.org/10.1007/s00784-024-05962-2>
19. Kim K.M., Lee J.S., Kim K.N., Shin S. W. Dimensional changes of dental impression materials by thermal changes. Journal of biomedical materials research. 2001;58(3):217–220. [https://doi.org/10.1002/1097-4636\(2001\)58:3<217::aid-jbm1010>3.0.co;2-v](https://doi.org/10.1002/1097-4636(2001)58:3<217::aid-jbm1010>3.0.co;2-v)
20. Abduo J., Ho G., Centorame A., Chohan S., Park C., Abdouni R. et al. Marginal Accuracy of Monolithic and Veneered Zirconia Crowns Fabricated by Conventional and Digital Workflows. Journal of prosthodontics. 2023;32(8):706–713. <https://doi.org/10.1111/jopr.13618>
21. de Oliveira N.R.C., Pigozzo M.N., Sesma N., Laganá D. C. Clinical efficiency and patient preference of digital and conventional workflow for single implant crowns using immediate and regular digital impression: A meta-analysis. Clinical oral implants research. 2020;31(8):669–686. <https://doi.org/10.1111/clr.13604>
22. Afrashtehfar K.I., Alnakeb N.A., Assery M.K.M. Accuracy of intraoral scanners versus traditional impressions: a rapid umbrella review. The journal of evidence-based dental practice. 2022;22(3):101719. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2022.101719>