

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

СТОМАТОЛОГИЯ

УДК 616.314-07

<https://doi.org/10.23946/2500-0764-2026-11-2-148-154>

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ 3D-МОДЕЛЕЙ ЗУБНЫХ РЯДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ЦИФРОВЫМИ МЕТОДАМИ

ШТЕРН К. В. ✉, МАРТЫНОВ С. А., ТЕ Е. А., ЗАПОРОЖЕЦ К. Б.

Кемеровский государственный медицинский университет, ул. Ворошилова, д. 22А, г. Кемерово, 650056, Россия

Основные положения

Цифровые модели зубного ряда, полученные внутриротовым и лабораторным сканированием, демонстрируют высокую степень идентичности, при этом максимальные расхождения носят локальный характер и преимущественно выявляются в области дистальных моляров. В переднем и переднебоковых отделах зубного ряда различия между моделями минимальны, что позволяет рассматривать внутриротовое сканирование как надежный источник цифровых данных для планирования и изготовления ограниченно протяженных ортопедических конструкций (4–6 зубов).

Резюме

Внедрение цифровых технологий в ортопедическую стоматологию привело к переходу от выполнения традиционных клинико-лабораторных этапов к полностью цифровым протоколам лечения, в основе которых цифровые модели челюстей. Оценка идентичности цифровых моделей позволяет судить о том, насколько применяемые методы сканирования взаимозаменяемы при решении клинических задач. Пилотное исследование показало, что цифровые модели зубных рядов, полученные внутриротовым и лабораторным сканированием, демонстрируют высокую степень совпадения, а выявляемые расхождения имеют локальный характер в области дистальных моляров и составляли 139–282 мкм (среднее $186,6 \pm 42,5$ мкм). **Цель.** Оценить идентичность цифровых моделей зубного ряда, полученных внутриротовым и лабораторным сканированием, с использованием метода наложения трехмерных виртуальных моделей. **Материал и методы.** На базе кафедры ортопедической стоматологии ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» обследованы 10 добровольцев с интактными зубными рядами. Для каждого испытуемого выполняли внутриротовое сканирование (Shining3D Aoralscan 3, КНР) и лабораторное сканирование (Autoscan DS-EX PRO, КНР) гипсовой модели, полученной по одноэтапному отisku А-силиконом. В программной среде DentalCAD (ЕхoCAD, ЕС)

проводили наложение трехмерных виртуальных моделей и измеряли максимальное кратчайшее расстояние между поверхностями в участках наибольшего несовпадения. **Результаты.** Максимальные расхождения локализовались в области дистальных моляров и составляли 139–282 мкм (среднее $186,6 \pm 42,5$ мкм), тогда как в переднем и переднебоковых отделах зубного ряда совпадение моделей было визуальное более полным. Полученные в настоящем пилотном исследовании данные могут служить отправной точкой для последующих технических алгоритмических решений по снижению накопленной ошибки при сканировании полной зубной дуги. **Заключение.** Пилотное исследование показало, что цифровые модели зубных рядов, полученные внутриротовым и лабораторным сканированием, в целом демонстрируют высокую степень совпадения, а выявляемые расхождения имеют локальный характер и максимальны в области дистальных моляров. Полученные результаты позволяют рассматривать внутриротовое сканирование как надежный источник цифровых данных для планирования и изготовления протетических конструкций, включающих в себя 4–6 зубов, при сохранении осторожности в отношении более протяженных протезов.

Ключевые слова: цифровая стоматология, внутриротовое сканирование, лабораторное сканирование, цифровая модель, идентичность моделей

Корреспонденцию адресовать:

Штерн Константин Владимирович, 650056, Россия, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22А, E-mail: shtern.k.v@mail.ru

© Штерн К.В. и др.

Соответствие принципам этики. Разрешение Локального этического комитета ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава России (№ 362 от 25.02.2026 г). Все участники подписали информированное согласие на проведение исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования:

Штерн К. В., Мартынов С. А., Те Е. А., Запорожец К. Б. Оценка точности 3d-моделей зубных рядов, полученных цифровыми методами. *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2026;11(2):148-154. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2026-11-2-148-154>

Поступила:

11.03.2026

Поступила после доработки:

02.04.2026

Принята в печать:

29.05.2026

Дата печати:

25.06.2026

ORIGINAL RESEARCH
DENTISTRY

ASSESSMENT OF THE ACCURACY OF 3D DENTAL ARCH MODELS OBTAINED BY DIGITAL METHODS

KONSTANTIN V. SHTERN ✉, SERGEY A. MARTYNOV, ELENA A. TYO, KONSTANTIN B. ZAPOROZHETS

Kemerovo State Medical University, Voroshilova Street, 22a, Kemerovo, 650056, Russia

HIGHLIGHTS

Digital dental arch models obtained by intraoral and laboratory scanning demonstrate a high degree of identity, while the maximum discrepancies are local in nature and are predominantly detected in the distal molar region. In the anterior and anterolateral segments of the dental arch, differences between the models are minimal, which allows intraoral scanning to be considered a reliable source of digital data for planning and fabrication of limited-span prosthetic restorations (4–6 teeth).

Abstract

The introduction of digital technologies into prosthetic dentistry has led to a transition from traditional clinical and laboratory stages to fully digital treatment protocols based on digital jaw models. Assessment of the identity of digital models makes it possible to evaluate how interchangeable different scanning methods are when solving clinical tasks. A pilot study demonstrated that dental arch models obtained by intraoral and laboratory scanning show a high degree of agreement, while the detected discrepancies are localised in the distal molar region and ranged from 139 to 282 μm (mean $186.6 \pm 42.5 \mu\text{m}$). **Aim.** To evaluate the identity of digital dental arch models obtained by intraoral and laboratory scanning using the method of three-dimensional virtual model superimposition. **Material and methods.** At the Department of Prosthetic Dentistry of Kemerovo State Medical University, 5 volunteers with intact dentitions were examined. Each participant underwent intraoral scanning (Shining3D Aoralscan 3) and laboratory scanning of a gypsum model obtained using a one-step A-silicone impression technique. In the DentalCAD software environment (ExoCAD,

EU), three-dimensional virtual models were superimposed, and the maximum shortest distance between surfaces in areas of greatest mismatch was measured. **Results.** The maximum discrepancies were localised in the distal molar region and ranged from 139 to 282 μm (mean $186.6 \pm 42.5 \mu\text{m}$), while in the anterior and anterolateral segments of the dental arch, model coincidence was visually more complete. The data obtained in this pilot study may serve as a starting point for further development of technical and algorithmic solutions aimed at reducing accumulated error during full-arch scanning. **Conclusion.** The pilot study showed that dental arch models obtained by intraoral and laboratory scanning generally demonstrate a high degree of agreement, with discrepancies being local in nature and maximal in the distal molar region. The obtained results allow intraoral scanning to be considered a reliable source of digital data for planning and fabrication of prosthetic restorations spanning 4–6 teeth, while maintaining caution when dealing with more extensive prosthetic constructions.

Keywords: digital dentistry, intraoral scanning, laboratory scanning, digital model, model identity

Corresponding author:

Dr. Konstantin V. Shtern, Voroshilova Street, 22a, Kemerovo, 650056, Russia, E-mail: shtern.k.v@mail.ru
© Konstantin V. Shtern, et al.

Ethics Statement. Local Ethics Committee Approval, Kemerovo State Medical University, Ministry of Health of Russia (No. 362, February 25, 2026). All participants signed an informed consent form for the study.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship (own resources).

For citation:

Konstantin V. Shtern, Sergey A. Martynov, Elena A. Tyo, Konstantin B. Zaporozhets. Assessment of the accuracy of 3d dental arch models obtained by digital methods. *Fundamental and Clinical Medicine*. 2026;11(2):148-154. (In Russ.). <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2026-11-2-148-154>

Received:

11.03.2026

Received in revised form:

02.04.2026

Accepted:

29.05.2026

Published:

25.06.2026

Введение

Внедрение цифровых технологий в ортопедическую стоматологию привело к переходу от выполнения традиционных клиничко-лабораторных этапов к полностью цифровым протоколам лечения, основанным на внутриротовом сканировании, компьютерном моделировании и автоматизированном изготовлении протетических конструкций. При этом актуален базовый принцип: чем меньше погрешности и выше точность применяемых методов, с использованием которых выполняется зубное протезирование, тем лучше результат лечения.

Причины погрешностей, возникающие на традиционных клиничко-лабораторных этапах зубного протезирования, изучены и описаны в специальной литературе. В отношении зубного протезирования, в основе которого лежит получение цифровых моделей, информация менее согласованна.

Так, приводятся данные исследования *in vitro* о том, что все исследуемые интраоральные сканеры не продемонстрировали статистически сопоставимую истинность с лабораторным сканером, за исключением модели одного производителя [1]. Клиническое *in vivo*-исследование подтверждает эти наблюдения уже в условиях полости рта: при сравнении результатов, полученных от нескольких интраоральных сканеров с референс-сканом гипсовой модели, медианные значения прецизионной точности существенно ухудшались, и лишь один из интраоральных сканеров демонстрировал близкую к референсу точность полной дуги [2]

Результаты более позднего систематического обзора показывают, что точность интраоральных сканеров определяется совокупностью факторов, связанных с выбором сканера, навыком врача-оператора, протоколом сканирования, условиями полости рта, и подтверждает выводы других исследований [3].

В опубликованных исследованиях, посвященных сравнению аналоговых и цифровых моделей челюстей, описаны два основных способа оценки истинности трехмерных цифровых изображений: 1) измерение линейных расстояний между заданными точками на моделях; 2) наложение поверхностей отсканированных моделей с последующей оценкой расстояния между ними [1–10].

Оба способа имеют недостатки. Это объясняется неизбежными случайными погрешностями, присущими каждой измерительной процедуре, а факторы, оказывающие влияние на результат измерения, не поддаются полному контро-

лю. Так, нельзя установить фактическое различие между полученным результатом измерений и какой-либо точной величиной, если она лежит в области неизбежных случайных погрешностей измерительной процедуры. При практической интерпретации результатов измерений эта изменчивость должна учитываться [4].

В условиях отсутствия эталонной референс-модели, полученной с заведомо более высокой точностью от референс-сканера с субмикронным разрешением, корректнее говорить не об «абсолютной точности» того или иного метода получения модели, а о степени геометрического совпадения двух независимых цифровых объектов. Именно оценка идентичности цифровых моделей позволяет судить о том, насколько применяемые методы сканирования взаимозаменяемы при решении клинических задач.

Цель исследования

Оценить идентичность цифровых моделей зубного ряда нижней челюсти, полученных внутриротовым и лабораторным сканированием, с использованием метода наложения трехмерных виртуальных моделей.

Материалы и методы

Исследование проведено на базе кафедры ортопедической стоматологии ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава России. В исследование были включены 10 добровольцев – студентов стоматологического факультета (3 мужчин и 7 женщин), удовлетворяющих следующим критериям включения: ортогнатическое соотношение челюстей, интактные зубные ряды верхней и нижней челюстей, отсутствие выраженных аномалий формы и положения зубов, отсутствие ортопедических конструкций. Исследование не требовало получения информированного согласия испытуемых.

Каждому испытуемому выполняли интраоральное сканирование зубного ряда нижней челюсти внутриротовым сканером Shining3D Aoralscan 3 (Shining3D, КНР) в соответствии с рекомендациями производителя.

После внутриротового сканирования у каждого испытуемого получали оттиск нижней челюсти в стандартной оттисковой ложке одноэтапным методом с использованием оттискового материала на основе А-силикона «Presigum» (President Dental, Германия) [11]. Модели изготавливали, строго соблюдая рекомендации производителя по дозировке и замешиванию гип-

са. Для изготовления моделей применяли артикуляционный гипс «Elite Arti» (Zhermack, Италия) с низкой степенью линейного расширения (0,02 % через 2 часа), что обеспечивало высокую размерную точность гипсовых моделей.

Сканирование гипсовых моделей также выполняли лабораторным сканером Autoscan DS-EX PRO (Shining3D, КНР) в стандартном режиме. В результате для каждого испытуемого получали две трехмерные виртуальные модели зубного ряда нижней челюсти: одну – по данным внутриротового сканирования, вторую – по данным лабораторного сканирования гипсовой модели.

Оценку идентичности цифровых моделей проводили в программном обеспечении DentalCAD 3.1 Rijeka (ExoCAD, EC). Для каж-

дого испытуемого выполняли виртуальное сопоставление двух моделей методом наложения поверхностей с использованием последовательности операций: «позиция скана – 3D-объект визуализации», далее «сопоставление» и «позиция точно» (рисунок 1).

После совмещения поверхностей программа визуализировала зоны расхождения между моделями в виде цветовой карты, где цвет соответствовал величине локального расстояния между поверхностями (рисунок 2).

Для количественной оценки расхождений использовали инструмент «разрез по плоскости» с последующим измерением расстояния между поверхностями виртуальных моделей с помощью инструмента «линейка» в автоматическом режиме «кратчайшее расстояние» (рисунок 3).

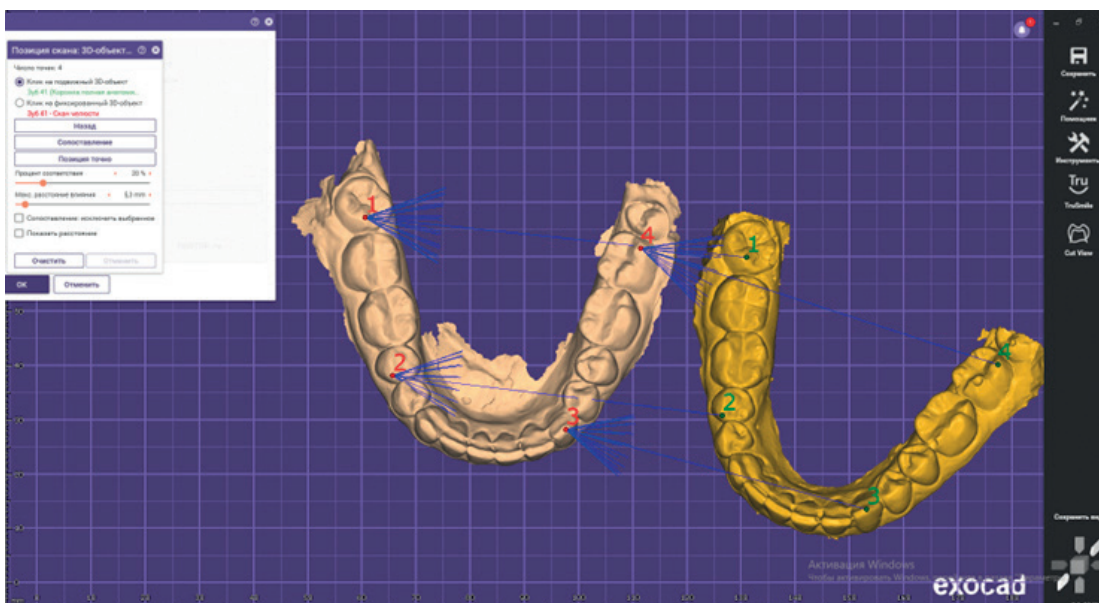


Рисунок 1. Процесс виртуального сопоставления цифровых моделей, полученных внутриротовым и лабораторным сканированием

Figure 1. Virtual superimposition process of digital models obtained by intraoral and laboratory scanning

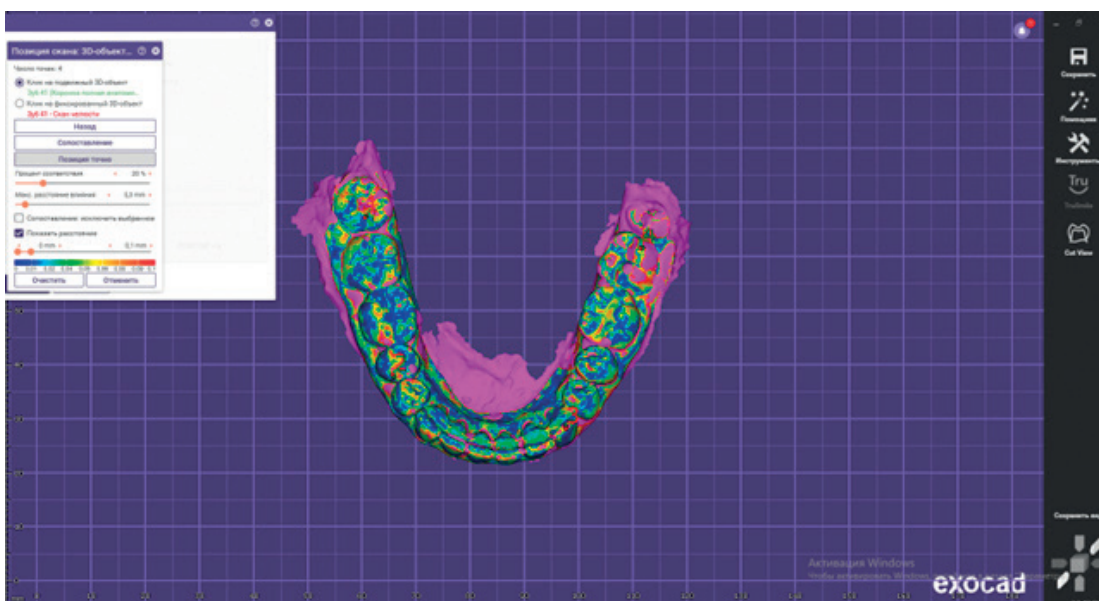
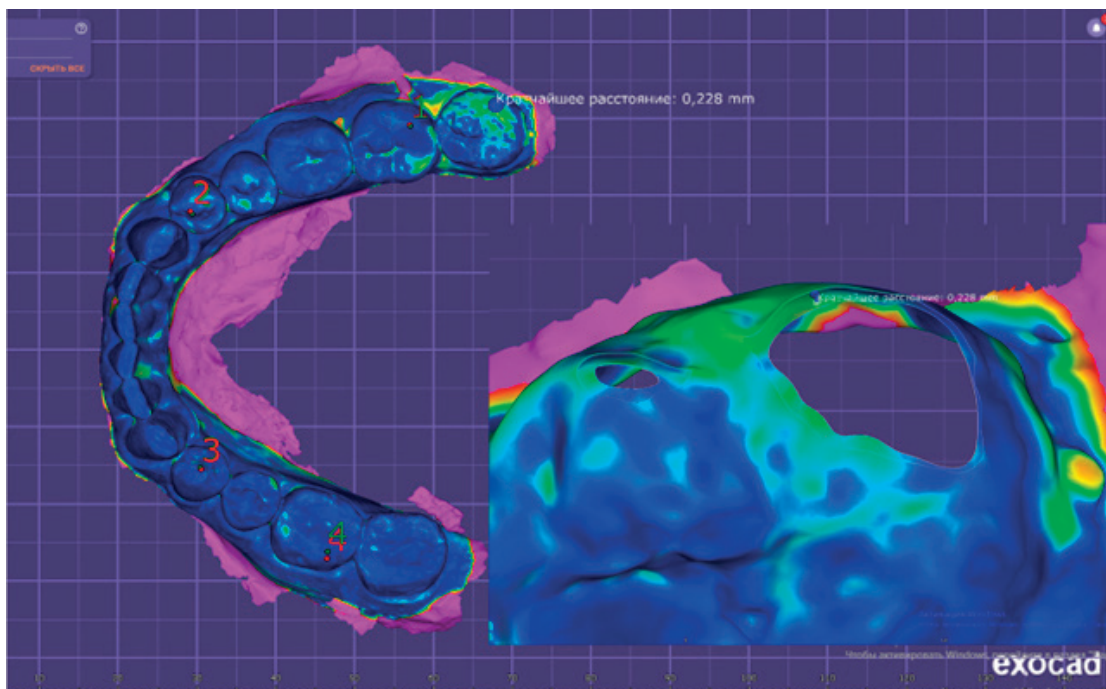


Рисунок 2. Цветовая визуализация локальных расхождений между цифровыми моделями после их виртуального сопоставления

Figure 2. Color visualization of local discrepancies between digital models after their virtual superimposition

Рисунок 3. Пример количественной оценки локальных расхождений между цифровыми моделями зубного ряда после виртуального сопоставления

Figure 3. An example of quantitative assessment of local discrepancies between digital dental arch models after virtual alignment



Для каждого испытуемого фиксировали величину максимального несоответствия между моделями в пределах зубной дуги нижней челюсти. Цифровое значение расстояния отражало несоответствие между поверхностями и в данном исследовании не использовалось для интерпретации «большей» или «меньшей» размерности той или иной модели, анализ выполнялся по абсолютным цифровым значениям.

Учитывая малый объем выборки (10 наблюдений) и пилотный характер исследования, проверка статистических гипотез и использование критериев значимости не проводились, анализ ограничен описательной статистикой.

Результаты

Во всех наблюдениях при наложении виртуальных моделей, полученных внутриворотным и лабораторным сканированием, цветовая кар-

та отклонений демонстрировала максимальное несоответствие поверхностей зубов, локализованное в области дистальных моляров. В переднем и переднебоковых отделах зубного ряда визуальное совпадение зубов было более полным.

Величины максимального несоответствия между моделями для каждого наблюдения представлены в **таблице 1**. Числовые значения приведены как результат измерения кратчайшего расстояния между поверхностями.

Разница между наложенными 3D-моделями зубного ряда, полученными внутриворотным и лабораторным сканированием, в зонах наибольшего несоответствия составила 139–282 мкм. Среднее значение максимального расхождения (Δ), по данным 10 наблюдений, равно $186,6 \pm 42,5$ мкм, медиана – 177,5 мкм; расхождения имели локальный характер и преимущественно выявлялись в области дистальных моляров.

Таблица 1. Величины расстояния в местах наибольшего несоответствия моделей, полученных внутриворотным и лабораторным сканированием

Совмещение моделей. № наблюдения / Model superimposition. Observation No	Кратчайшее расстояние несовпадения, Δ (мкм) / Shortest distance of mismatch, Δ (μm)
1	228
2	158
3	139
4	172
5	163
6	149
7	198
8	183
9	282
10	194

Table 1. Distance values at sites of the greatest mismatch between models obtained by intraoral and laboratory scanning

Обсуждение

Результаты свидетельствуют, что при сканировании полной зубной дуги, модели, полученные различными цифровыми методами, в среднем характеризуются близкими геометрическими параметрами, а отмечаемые расхождения носят локальный характер и концентрируются в наиболее отдаленных друг от друга участках зубного ряда – в области дистальных моляров.

Отличительным методологическим аспектом исследования является отсутствие эталонной референс-модели с более высокой точностью. В этих условиях сравнение результатов внутриротового и лабораторного сканирования позволяет судить именно об идентичности двух независимых цифровых объектов, а не о точности той или иной методики получения моделей.

С практической точки зрения, представленные результаты свидетельствуют о том, что для фрагментов зубного ряда протяженностью 4–6 зубов в переднем и переднебоковых отделах, цифровые модели, полученные внутриротовым сканированием могут рассматриваться как идентичные зубному ряду пациента. Это обосновывает использование внутриротового сканирования в качестве источника цифровых данных при планировании и изготовлении локальных и ограниченно протяженных ортопедических конструкций.

Локализация максимальных расхождений в дистальных отделах зубного ряда представляется закономерной с позиции принципов построения цифровых моделей. Внутриротовое сканирование реализуется последовательным

сопоставлением фрагментов-кадров поверхности при формировании полной модели. Незначительные смещения сопоставления соседних последующих кадров с предыдущими, приводят к накоплению ошибки в наиболее отдаленных участках зубного ряда.

Перспективным направлением развития технологий внутриротового сканирования, представляется интеграция алгоритмов последовательного сопоставления кадров с методами высокоточной пространственной фиксации объемного изображения, например фотограмметрий. В ряде новейших работ предлагаются гибридные решения, где данные интраорального сканирования комбинируются с другими источниками 3D-информации для коррекции накопленных ошибок по зубному ряду пациента [3, 12]. Концептуально такие подходы нацелены на уменьшение суммарной погрешности при построении полной модели за счет более жесткой стабилизации положения кадров зубного ряда в пространстве.

Заключение

Пилотное исследование показало, что цифровые модели зубных рядов, полученные внутриротовым и лабораторным сканированием, в целом демонстрируют высокую степень совпадения, а выявляемые расхождения имеют локальный характер и максимальны в области дистальных моляров. Полученные данные могут служить отправной точкой для последующих технических алгоритмических решений по снижению накопленной ошибки при сканировании.

Вклад авторов

К. В. Штерн: разработка концепции и дизайна исследования, сбор и анализ данных, диагностические манипуляции с испытуемыми, сбор и обзор литературы, написание текста статьи; полная ответственность за содержание.

С. А. Мартынов: подготовка текста рукописи, анализ литературных источников, статистическая обработка данных, написание текста и редактирование статьи; полная ответственность за содержание.

Е. А. Те: научная консультация, написание и редактирование статьи, критический пересмотр рукописи с внесением ценного интеллектуального содержания; полная ответственность за содержание.

К. Б. Запорожец: сбор и анализ данных, диагностические манипуляции с испытуемыми, анализ полученных данных; полная ответственность за содержание.

Все авторы утвердили окончательную версию статьи.

Author contributions

Konstantin V. Shtern: development of the study concept and design, data collection and analysis, diagnostic procedures involving the participants, literature search and review, manuscript writing; full responsibility for the content.

Sergey A. Martynov: manuscript preparation, analysis of the literature, statistical data processing, writing and editing of the manuscript; full responsibility for the content.

Elena A. Tyo: scientific consultation, manuscript writing and editing, critical revision of the manuscript with the addition of important intellectual content; full responsibility for the content.

Konstantin B. Zaporozhets: data collection and analysis, diagnostic procedures involving the participants, analysis of the obtained data; full responsibility for the content.

All authors approved the final version of the article.

Литература:

1. Nulty A.B. A comparison of full arch trueness and precision of nine intra-oral digital scanners and four lab digital scanners. *Dent. J. (Basel)*. 2021;9(7):75. <https://doi.org/10.3390/dj9070075>
2. Kernen F., Schlager S., Seidel Alvarez V., Mehrhof J., Vach K., Kohal R., et al. Accuracy of intraoral scans: An in vivo study of different scanning devices. *J. Prosthet. Dent.* 2022;128(6):1303–1309. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.03.007>
3. Alkadi L. A comprehensive review of factors that influence the accuracy of intraoral scanners. *Diagnostics (Basel)*. 2023;13(21):3291. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13213291>

4. Ряховский А.Н., Костюкова В.В. Сравнительное исследование размерной точности отображения культи зуба и полной зубной дуги, полученного с помощью сканирования на различных интраоральных и лабораторных сканерах. *Стоматология*. 2016;95(4):65–70. <https://doi.org/10.17116/stomat201695465-70>
5. De Luca Canto G., Pachêco-Pereira C., Lagravere M.O., Flores-Mir C., Major P.W. Intra-arch dimensional measurement validity of laser-scanned digital dental models compared with the original plaster models: a systematic review. *Orthod. Craniofac. Res.* 2015;18(2):65–76. <https://doi.org/10.1111/ocr.12068>
6. Porto B.G., Porto T.S., Silva M.B., Grehs R.A., Pinto Ados S., Bhandi S.H., et al. Comparison of linear measurements and analyses taken from plaster models and three-dimensional images. *J. Contemp. Dent. Pract.* 2014;15(6):681–687. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1599>
7. Kang B.H., Son K., Lee K.B. Accuracy of five intraoral scanners and two laboratory scanners for a complete arch: a comparative in vitro study. *Appl. Sci.* 2019;10(1):74. <https://doi.org/10.3390/app10010074>
8. Ender A., Zimmermann M., Mehl A. Accuracy of complete- and partial-arch impressions of actual intraoral scanning systems in vitro. *Int. J. Comput. Dent.* 2019;22(1):11–19. PMID: 30848250.
9. Treesh J.C., Liacouras P.C., Taft R.M., Brooks D.I., Raiciulescu S., Ellert D.O., et al. Complete-arch accuracy of intraoral scanners. *J. Prosthet. Dent.* 2018;120(3):382–388. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.01.005>
10. Gómez-Polo M., Piedra-Cascón W., Methani M.M., Quesada-Olmo N., Farjas-Abadia M., Revilla-León M. Influence of rescanning mesh holes and stitching procedures on the complete-arch scanning accuracy of an intraoral scanner: An in vitro study. *J. Dent.* 2021;110:103690. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103690>
11. Вокулова Ю.А., Жулев Е.Н. Оценка точности получения оттисков зубных рядов с применением технологии лазерного сканирования. *Современные проблемы науки и образования*. 2016;5:164. EDN: WWVHLL.
12. Jang T.J., Yun H.S., Hyun C.M., Kim J.E., Lee S.H., Seo J.K. Fully automatic integration of dental CBCT images and full-arch intraoral impressions with stitching error correction via individual tooth segmentation and identification. *Med. Image Anal.* 2024;93:103096. <https://doi.org/10.1016/j.media.2024.103096>

References:

1. Nulty A.B. A comparison of full arch trueness and precision of nine intra-oral digital scanners and four lab digital scanners. *Dent J (Basel)*. 2021;9(7):75. <https://doi.org/10.3390/dj9070075>
2. Kernen F, Schlager S, Seidel Alvarez V, Mehrhof J, Vach K, Kohal R, et al. Accuracy of intraoral scans: An in vivo study of different scanning devices. *J Prosthet Dent*. 2022;128(6):1303–1309. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.03.007>
3. Alkadi L. A comprehensive review of factors that influence the accuracy of intraoral scanners. *Diagnostics (Basel)*. 2023;13(21):3291. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13213291>
4. Ryakhovskiy AN, Kostyukova VV. Implant-supported fixed cantilever prosthesis: the impact on bone stress deformity. *Stomatology*. 2016;95(4):65–70. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/stomat201695465-70>
5. De Luca Canto G, Pachêco-Pereira C, Lagravere MO, Flores-Mir C, Major PW. Intra-arch dimensional measurement validity of laser-scanned digital dental models compared with the original plaster models: a systematic review. *Orthod Craniofac Res.* 2015;18(2):65–76. <https://doi.org/10.1111/ocr.12068>
6. Porto BG, Porto TS, Silva MB, Grehs RA, Pinto Ados S, Bhandi SH, et al. Comparison of linear measurements and analyses taken from plaster models and three-dimensional images. *J Contemp Dent Pract.* 2014;15(6):681–687. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1599>
7. Kang BH, Son K, Lee KB. Accuracy of five intraoral scanners and two laboratory scanners for a complete arch: a comparative in vitro study. *Appl Sci.* 2019;10(1):74. <https://doi.org/10.3390/app10010074>
8. Ender A, Zimmermann M, Mehl A. Accuracy of complete- and partial-arch impressions of actual intraoral scanning systems in vitro. *Int J Comput Dent.* 2019;22(1):11–19. PMID: 30848250.
9. Treesh JC, Liacouras PC, Taft RM, Brooks DI, Raiciulescu S, Ellert DO, et al. Complete-arch accuracy of intraoral scanners. *J Prosthet Dent.* 2018;120(3):382–388. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.01.005>
10. Gómez-Polo M, Piedra-Cascón W, Methani MM, Quesada-Olmo N, Farjas-Abadia M, Revilla-León M. Influence of rescanning mesh holes and stitching procedures on the complete-arch scanning accuracy of an intraoral scanner: An in vitro study. *J Dent.* 2021;110:103690. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103690>
11. Vokulova YuA, Zhulev EN. Evaluation of the accuracy of obtaining impressions of the dentition with the use of technology of laser scanning. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2016;(5):164. (In Russ.). EDN WWVHLL.
12. Jang TJ, Yun HS, Hyun CM, Kim JE, Lee SH, Seo JK. Fully automatic integration of dental CBCT images and full-arch intraoral impressions with stitching error correction via individual tooth segmentation and identification. *Med Image Anal.* 2024;93:103096. <https://doi.org/10.1016/j.media.2024.103096>

Сведения об авторах

Штерн Константин Владимирович ✉, кандидат медицинских наук, доцент кафедры ортопедической стоматологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.
ORCID: 0009-0002-0703-5209

Мартынов Сергей Анатольевич, кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.
ORCID: 0009-0009-1840-0954

Те Елена Александровна, Заслуженный врач РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой терапевтической стоматологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.
ORCID: 0000-0002-9851-1604

Запорожец Константин Борисович, старший преподаватель кафедры ортопедической стоматологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.
ORCID: 0007-3635-7377

Authors

Dr. Konstantin V. Shtern ✉, MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor, Department of Prosthodontic Dentistry, Kemerovo State Medical University.
ORCID: 0009-0002-0703-5209

Dr. Sergey A. Martynov, MD, Associate Professor, Head of the Department of Prosthodontic Dentistry, Kemerovo State Medical University.
ORCID: 0009-0009-1840-0954

Prof. Elena A. Tyo, MD, Honored Physician of the Russian Federation, Professor, Dr. Sci. (Medicine), Head of the Department of Therapeutic Dentistry, Kemerovo State Medical University.
ORCID: 0000-0002-9851-1604

Dr. Konstantin B. Zaporozhets, MD, Senior Lecturer, Department of Prosthodontic Dentistry, Kemerovo State Medical University.
ORCID: 0007-3635-7377