

УДК 616.314.001.6–089.23–76

ИЗУЧЕНИЕ РАЗМЕРНОЙ ТОЧНОСТИ ЦИФРОВЫХ ОТТИСКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ВНУТРИРОТОВОГО СКАНЕРА ITERO**Жулев Е.Н., Вокулова Ю.А.***ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения РФ, Нижний Новгород, e-mail: rector@gmannov.ru*

Идеальный оттиск должен иметь высокую размерную точность, что позволяет добиться наиболее точного соответствия зубного протеза тканям протезного ложа. при высокой точности протезов снижается вероятность возникновения таких ошибок и осложнений как скол фарфоровой облицовки, расцементирование, развитие вторичного кариеса и краевого пародонтита, что значительно увеличивает срок их службы. в многочисленных исследованиях подчеркивается, что наибольшей размерной точностью обладают полиэфирные оттиски, полученные одноэтапным однослойным методом. в то же время, в последние годы появилась возможность получать цифровые оттиски, основанные на методике внутриротового объемного сканирования. Системы объемного сканирования способны создавать трехмерные (3D) виртуальные изображения препарированных зубов, пригодные для изготовления не прямых реставраций зубов (вкладок, искусственных коронок, мостовидных протезов) с помощью CAD/CAM-систем. в данной статье представлена оценка размерной точности цифровых оттисков, полученных с помощью внутриротового сканера iTero.

Ключевые слова: методы получения оттисков, цифровые оттиски, CAD/CAM, внутриротовой сканер**EVALUATION OF DIMENSIONAL ACCURACY DIGITAL IMPRESSIONS OBTAINED USING THE INTRAORAL SCANNER ITERO****Zhulev E.N., Vokulova Y. A.***Nizhny Novgorod State Medical Academy of the Ministry of health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod, e-mail: rector@gmannov.ru*

The ideal proof should have a high dimensional precision that allows for the most accurate matching of a dental prosthesis to tissue prosthetic bed. When high precision prostheses reduces the likelihood of such errors and complications as the chipped porcelain veneer, racemethionine, the development of secondary caries and marginal periodontitis, which greatly increases their service life. In numerous studies emphasized that the greatest dimensional accuracy of polyether impressions have obtained single-layer one-step method. At the same time, in recent years, the ability to get digital prints based on the intraoral technique of volumetric scanning. Surroundscan is able to create three-dimensional (3D) virtual image of the prepared teeth, suitable for the fabrication of indirect restorations (inlays, artificial crowns, bridges) using CAD/CAM systems. This article presents evaluation of dimensional accuracy digital impressions obtained using the intraoral scanner iTero.

Keywords: methods of obtaining impressions, digital impressions, CAD/CAM, intraoral scanner

Идеальный оттиск должен иметь высокую размерную точность [1, 2, 3, 4, 5, 6], что позволяет добиться наиболее точного соответствия зубного протеза тканям протезного ложа. при высокой точности протезов снижается вероятность возникновения таких ошибок и осложнений как скол фарфоровой облицовки, расцементирование, развитие вторичного кариеса и краевого пародонтита, что значительно увеличивает срок их службы [2, 4, 6].

В многочисленных исследованиях подчеркивается, что наибольшей размерной точностью обладают полиэфирные оттиски, полученные одноэтапным однослойным методом [2, 3, 7]. в то же время, в последние годы появилась возможность получать цифровые оттиски, основанные на методике внутриротового объемного сканирования [4, 7].

Системы объемного сканирования способны создавать трехмерные (3D) виртуальные изображения препарированных зубов,

пригодные для изготовления не прямых реставраций зубов (вкладок, искусственных коронок, мостовидных протезов) с помощью CAD/CAM-систем [4, 7].

Научных публикаций, посвященных изучению размерной точности цифровых оттисков, полученных с помощью внутриротового сканера крайне мало, что является обоснованием необходимости проведения дальнейших исследований в этом направлении.

Цель исследования. Изучить размерную точность цифровых оттисков, полученных с помощью внутриротового сканера iTero с целью повышения эффективности ортопедического лечения.

Материалы и методы исследования

Для изучения размерной точности цифровых оттисков, полученных с помощью внутриротового сканера iTero нами была разработана специальная схема проведения исследования (рис. 1), в которой на первом этапе была создана экспериментальная модель, затем были получены ее цифровые изображения

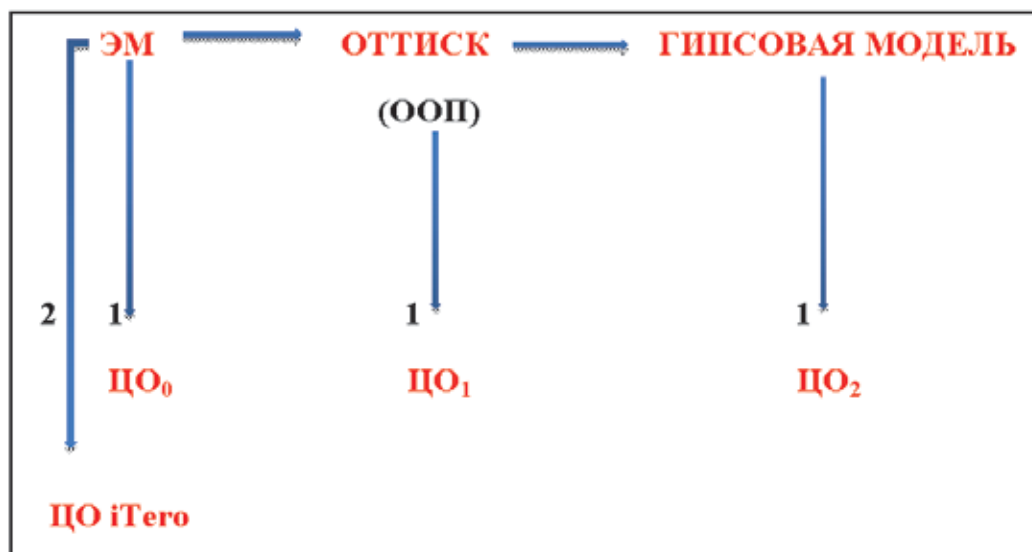


Рис. 1. Схема эксперимента:

1 – получение цифрового изображения в лабораторном сканере KaVo ARCTICA AutoScan.
 2 – получение цифрового изображения с помощью внутриротового сканера iTero Cadent. ЭМ – экспериментальная модель; ЦО₀, ЦО iTero – цифровое изображение экспериментальной модели; ЦО₁ – цифровое изображение оттиска; ЦО₂ – цифровое изображение гипсовой модели; ООП – одноэтапный однослойный полиэфирный оттиск (Impregum Penta Soft, 3M ESPE)

с помощью лабораторного оптического сканера KaVo ARCTICA AutoScan и внутриротового лазерного сканера iTero Cadent (США). на втором этапе был получен полиэфирный оттиск экспериментальной модели одноэтапным однослойным методом и изготовлена гипсовая модель. Далее с помощью лабораторного оптического сканера KaVo ARCTICA AutoScan были получены цифровые изображения оттиска и гипсовой модели. Для изучения размерной точности цифровых изображений мы использовали программное обеспечение KaVo multiCAD и компьютерную программу MeshLab. Программа исследования состояла из следующих разделов:

Создание экспериментальной модели. Изучение размерной точности цифровых оттисков, полученных с помощью внутриротового сканера iTERO.

Изучение размерной точности гипсовых моделей, изготовленных по одноэтапным однослойным полиэфирным оттискам.

Сравнение размерной точности цифровых оттисков, полученных с помощью внутриротового сканера iTERO и одноэтапных однослойных полиэфирных оттисков.

Изучение размерной точности сканирования оттисков и гипсовых моделей с использованием лабораторного оптического сканера KaVo ARCTICA AutoScan.

Создание экспериментальной модели. Для проведения исследования по изучению размерной точности цифровых оттисков, полученных с помощью внутриротового сканера iTero, была создана экспериментальная модель, изготовленная путем модификации фантомной модели верхней челюсти в разборную модель с гипсовым цоколем (рис. 2).

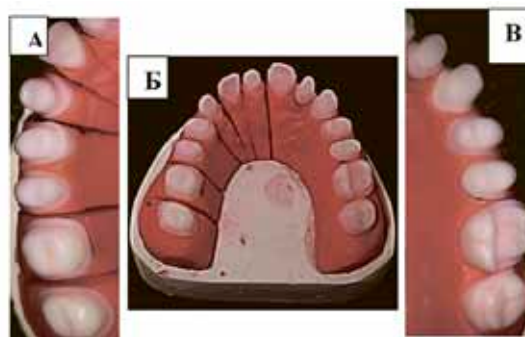


Рис. 2. Б – Экспериментальная модель; А, В – фрагменты экспериментальной модели под увеличением (×6)

На экспериментальной модели были подготовлены 14 зубов под разные виды несъемных протезов: 8 зубов (1.7, 1.6, 1.5, 1.3, 1.1, 2.2, 2.3, 2.4) готовили с созданием культи с циркулярным уступом в виде желоба под искусственную цельнокерамическую коронку, 3 зуба (1.4, 2.5, 3.7) – под $\frac{3}{4}$ искусственную цельнокерамическую коронку, 2 зуба (1.2, 2.1) – под винир и 1 зуб (2.6) – под цельнокерамическую вкладку.

Цифровые изображения экспериментальной модели были получены с помощью внутриротового лазерного сканера iTero Cadent и лабораторного оптического сканера KaVo ARCTICA AutoScan.

С экспериментальной модели получали одноэтапным однослойным методом оттиск с применением полиэфирного материала Impregum Penta Soft (3M ESPE, США), по полученному оттиску готовили гипсовую модель из высокопрочного гипса Fujirock (GC, Япония), при замешивании гипса использовали дистиллированную воду в соотношении вода/порошок 20 мл/100 г.

С помощью лабораторного оптического сканера KaVo ARCTICA AutoScan получали цифровые изображения оттиска и гипсовой модели.

Методика анализа цифровых изображений в компьютерной программе MeshLab

Цифровое изображение экспериментальной модели, полученное с помощью лабораторного оптического сканера KaVo ARCTICA AutoScan было принято за эталон, так как субъективная погрешность, зависящая от оператора, при лабораторном сканировании минимальна.

В программном обеспечении KaVo multiCAD полученные цифровые изображения разрезали с со-

хранением 14 виртуальных изображений зубов, подготовленных под несъемные протезы (рис. 3).



Рис. 3. Виртуальные изображения зубов, подготовленных под несъемные протезы, полученные методом разрезания в KaVo ARCTICA AutoScan

В компьютерной программе MeshLab проводили совмещение цифровых изображений подготовленных зубов экспериментальной модели (ЦО0) с цифровым изображением оттиска (ЦО1), с цифровым изображением гипсовой модели (ЦО2) и с цифровым изображением экспериментальной модели, полученным с помощью внутриротового сканера iTero Cadent.

После наложения двух цифровых изображений, программа MeshLab автоматически рассчитывает среднее значение расхождения между виртуальными изображениями (рис. 4).

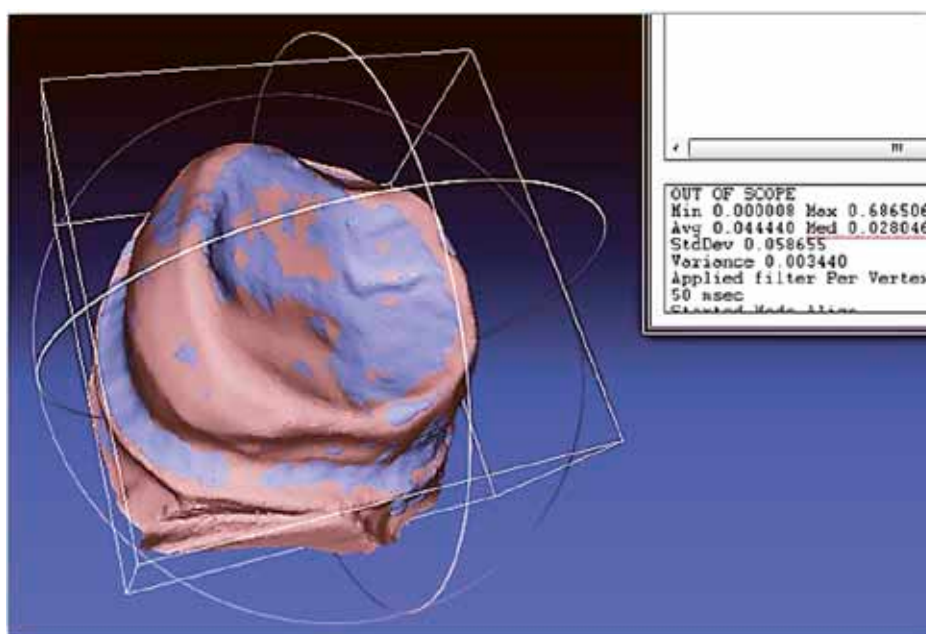


Рис. 4. Рабочее окно программы MeshLab с совмещенными цифровыми изображениями (зоны голубого цвета – цифровое изображение эталона, зоны светло-коричневого цвета – цифровое изображение гипсовой модели, полученной по полиэфирному однослойному одноэтапному оттиску) и средним значением расхождения между ними (Med 0.028046)

В ходе проведения эксперимента по изучению размерной точности цифровых оттисков, полученных внутриротовым методом, нами с помощью лабораторного оптического сканера KaVo ARCTICA AutoScan были получены 14 цифровых изображений подготовленных зубов экспериментальной модели, 14 цифровых изображений полиэфирного одноэтапного однослойного оттиска, и 14 цифровых изображений гипсовых моделей, с помощью внутриротового сканера iTero Cadent (США) были получены 14 цифровых изображений подготовленных зубов экспериментальной модели. Результаты исследования и измерения цифровых оттисков в компьютерной программе MeshLab заносили в таблицы для последующего статистического анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

Визуальный анализ полученных нами данных с помощью гистограмм (рис. 5) позволяет качественно оценить характеристики распределения случайных величин. Можно сделать вывод о том, что распределения значений признаков во всех группах отличаются от нормального (наблюдается ярко выраженная асимметрия, мультимодальность). в связи с этим для анализа данных целесообразно применение непараметрических статистических методов.

Сравниваемые группы являются связанными, т.к. содержат данные, полученные различными способами для одних и тех же объектов. Поэтому для сравнения применяли непараметрический критерий Уилкоксона для связанных выборок.

Нами было выявлено, что сканирование гипсовых моделей, полученных с использованием полиэфирного оттискового материала точнее сканирования оттисков, по которым данные модели были изготовлены в 1,7 раз ($p < 0.01$).

Цифровые оттиски, полученные с помощью внутриротового сканера iTero Cadent (США) точнее цифровых изображений гипсовых моделей, полученных по одноэтапным однослойным полиэфирным оттискам (Impregum Penta Soft, 3M Espe, США) в 1,7 раз ($p < 0.01$).

Цифровые оттиски, полученные с помощью внутриротового сканера iTero Cadent (США) точнее цифровых изображений одноэтапной однослойной полиэфирных оттисков (Impregum Penta Soft, 3M Espe, США) в 3 раза ($p < 0.01$).

Результаты нашего исследования выявили более высокую размерную точность цифрового оттиска, полученного с помо-

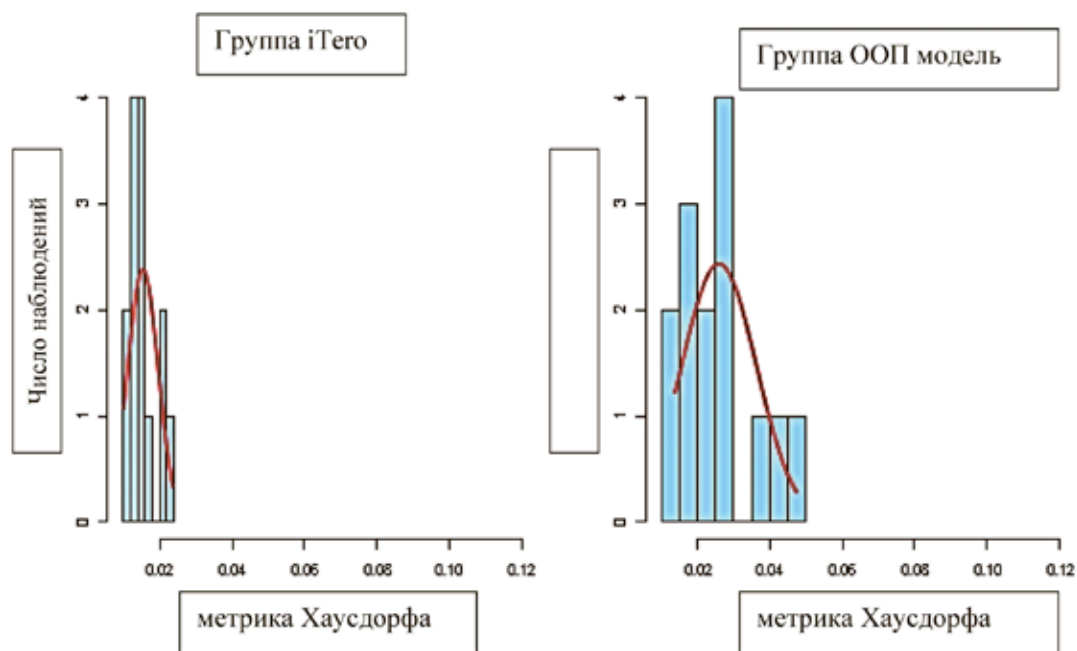


Рис. 5. Распределение значений признака метрика Хаусдорфа

щью внутриротового сканера iTero (Cadent, США) по сравнению с одноэтапными однослойными полиэфирными оттисками. в этом плане представляет интерес исследование иностранных авторов, занимающихся изучением данной проблемы. в частности S. Kim et al. [8] в своем исследовании также установили, что цифровые оттиски, полученные с помощью сканера iTero обладают высокой размерной точностью. Более ранее исследование P. Seelbach et al. [9], проводимое на фантомных моделях, показало, что цифровые оттиски, полученные с помощью внутриротовых сканеров iTero, CEREC AC Bluesam и Lava COS, позволяют изготавливать реставрации с аналогичной точностью как у реставраций, полученных с применением традиционных методов снятия оттиска, что на наш взгляд объясняется недостаточным совершенством используемых ранних моделей лазерных сканеров. Авторы отмечают, что цифровые оттиски можно рассматривать как альтернативу обычным методам получения оттисков при протезировании несъемными ортопедическими конструкциями.

Выводы

Сканирование моделей в лабораторном оптическом сканере KaVo ARCTICA AutoScan точнее, чем сканирование отти-

сков, по которым данные модели были изготовлены.

Цифровой оттиск, полученный с помощью внутриротового сканера iTero Cadent (США), обладает большей точностью по сравнению с полиэфирным оттиском, полученным одноэтапным однослойным методом.

Список литературы

1. Жулев Е.Н. Ортопедическая стоматология: Учебник. / Е.Н. Жулев. – М.: Медицинское информационное агентство, 2012 – 824 с.
2. Ибрагимов Т.И. Оттисковые материалы в стоматологии / Т.И. Ибрагимов, Н.А. Цаликова. – М.: Практическая медицина, 2007. – 128 с.
3. Маркскурс Р. Несъемные стоматологические реставрации / Р. Маркскурс – М. Информационное агентство Newdent, 2007. – 368 с.
4. Ортопедическая стоматология: национальное руководство / под ред. И.Ю. Лебедева, С.Д. Арутюнова, А.Н. Ряховского. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 824 с.
5. Розенштиль, С.Ф. Ортопедическое лечение несъемными протезами / С.Ф. Розенштиль – М.: Медпресс, 2010. – 940 с.
6. Ряховский, А.Н. Точный оттиск / А.Н. Ряховский, М.А. Мурадов. – М., 2006. – 227 с.
7. Ряховский, А.Н. Цифровая стоматология / А.Н. Ряховский – М.: ООО «Авантис», 2010. – 282 с.
8. Accuracy of dies captured by an intraoral digital impression system using parallel confocal imaging / S. Kim [et al.] // Int J Prosthodont. – 2013. – Vol. 26, №2. – P. 161–163.
9. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow / P. Seelbach [et al.] // Clin Oral Investig. – 2013. – Vol. 17, N 7. – P. 1759–1764.