

DOI: 10.18481/2077-7566-20-17-2-163-168
УДК 616.314-089.28/29:371.3

ЦИФРОВОЙ СПОСОБ СРАВНИТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ АВТОРСКОЙ И СТАНДАРТНОЙ РАЗБОРНЫХ ИМПЛАНТАЦИОННЫХ ОТТИСКНЫХ ЛОЖЕК

Розов Р. А.¹, Трезубов В. Н.¹, Спицына О. Б.², Быстрова Ю. А.¹

¹ Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия

² Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, г. Великий Новгород, Россия

Аннотация

Получение оттиска тканей протезного ложа при протезировании имплантационными конструкциями, особенно их протяженными типами, является важнейшей манипуляцией, влияющей на точность и пассивность прилегания протеза к имплантатам, а значит, и определяющей качество окончательного результата. Получение цифровых моделей беззубых челюстей с разным количеством опор внутриротовыми устройствами по-прежнему является нерешенной в полной мере задачей. Эргономика процесса получения модели непростая в силу необходимости как размещать в полости рта оттисковые переходники, так и манипулировать вокруг них рабочей частью снимающего устройства. Точность цифровых моделей, полученных с беззубых челюстей для создания протяженных имплантационных конструкций, не превышает таковую при получении аналогового оттиска, а по данным ряда исследований, и вовсе уступает ей.

Целью работы является создание разборных оттисковых имплантационных ложек повышенной до оптимума жесткости, легко разбирающихся и обеспечивающих легкий доступ к переходникам, и проведение сравнения жесткости авторских ложек цифровым способом.

Методами исследования являлась цифровая технология изучения сопротивления материала изделий и их внутренних напряжений и деформаций в программе SolidWorks (SolidWorks Corporation). Проводился анализ устойчивости конструкции к внешним нагрузкам. Нами были разработаны и созданы варианты верхних и нижних оттисковых разборных ложек из жесткого и ригидного титанового сплава методом трехмерной печати по технологии DMLM на аппарате Concept Laser из титана высокой степени жесткости Ti6-Al4-V. Моделирование проведено в программе Mimics Medical 21 (Materialise, Германия) по контурам челюстной кости на основе данных конусно-лучевой компьютерной томографии.

Проведенные цифровые исследования выявили преимущественные достоинства авторских оттисковых ложек.

Ключевые слова: цифровой способ, имплантационное протезирование, оттиск имплантатов, оттисковая ложка, точность оттиска, протезирование на имплантатах, имплантационная ложка

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Роман Александрович РОЗОВ ORCID 0000-0001-5804-9497

К. м. н., доцент кафедры ортопедической стоматологии и материаловедения, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия
dds.rozov@gmail.com

Владимир Николаевич ТРЕЗУБОВ ORCID ID 0000-0003-0532-5632

Д. м. н., профессор, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии и материаловедения, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия
ortstom1med@mail.ru

Ольга Борисовна СПИЦЫНА ORCID ID 0000-0002-4412-8001

К. м. н., заведующая кафедрой дополнительного образования по стоматологическим специальностям, Институт медицинского образования Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого, г. Великий Новгород, Россия
+7 (911) 6431197
vash_ortodont@mail.ru

Юлия Александровна БЫСТРОВА ORCID ID 0000-0001-6972-7281

К. м. н., доцент кафедры ортопедической стоматологии и материаловедения, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия
+7 (812) 3386405
ortstom1med@mail.ru

Адрес для переписки: Роман Александрович РОЗОВ

198255, Санкт-Петербург, ул. Лени Голикова 86-138
+7 (911) 7687781
dds.rozov@gmail.com

Образец цитирования:

Розов Р. А., Трезубов В. Н., Спицына О. Б., Быстрова Ю. А. ЦИФРОВОЙ СПОСОБ СРАВНИТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ АВТОРСКОЙ И СТАНДАРТНОЙ РАЗБОРНЫХ ИМПЛАНТАЦИОННЫХ ОТТИСКНЫХ ЛОЖЕК. Проблемы стоматологии. 2021; 2: 163-168.
© Розов Р. А. и др., 2021
DOI: 10.18481/2077-7566-20-17-2-163-168

Поступила 01.06.2021. Принята к печати 20.06.2021

DOI: 10.18481/2077-7566-20-17-2-163-168

DIGITAL METHOD OF COMPARATIVE EVALUATION OF THE RIGIDITY BETWEEN THE CUSTOM MADE BY THE AUTHORS IMPLANT IMPRESSION TRAYS AND STOCK IMPLANT IMPRESSION TRAYS WITH REMOVABLE PARTS

Rozov R.A.¹, Trezubov V.N.¹, Spitsyna O.B.², Bystrova J.A.¹

¹ Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia

² Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia

Annotation

Impression taking procedure from prosthetic area in case of constructing implant supported prostheses is one of the most important steps in the process of patient rehabilitation especially in producing long span structures. Quality of the impression could affect the precision and passive fit of the prosthesis to the implants therefore the overall quality of the work.

Obtaining digital impressions of edentulous jaws with a different number of implants using intraoral devices is still an unresolved problem in full. The ergonomics of the process of obtaining an impression is not easy due to the need to place both scan abutments in the oral cavity and manipulate the working part of the intraoral scanner around them. The accuracy of digital impressions obtained from edentulous jaws for obtaining full-arch implant supported prostheses does not exceed that when obtaining a classic impression, and according to a number of researchers, it is even lower.

The aim of this study was to construct implant impression convertible trays with increased to the optimum levels of rigidity, with simple disassemble process and having an easy access to the adapters, and also to digitally compare the rigidity of the author's impression trays.

The method of assessment was digital technology of analysing structural resistance and inherent stresses and deformations using SolidWorks software. We performed analysis of the resistance of the structure to external loads.

We have developed and created the customised copyrighted versions of the upper and lower impression trays made of rigid titanium alloy by 3D printing using DMLM technology on a Concept Laser device made of titanium Ti6-Al4-V. Modeling was carried out in the Mimics Medical 21 program (Materialize, Germany) along the contours on the data of cone-beam computed tomography.

Performed digital tests reveal the underlying advantages of the designed by authors impression trays.

Keyword: accuracy, dental implants, edentulous, implant impressions, impression tray, open tray impression technique

The authors declare no conflict of interest.

Roman A. ROZOV ORCID ID 0000-0001-5804-9497

PhD in Medical sciences, Associate professor, Department of Prosthetic Dentistry and Dental Materials Science, Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

+7 (812) 3386405

dds.rozov@gmail.com

Vladimir N. TREZUBOV ORCID ID 0000-0003-0532-5632

Grand PhD in Medical sciences, Professor, Department of Prosthetic Dentistry and Dental Materials Science, Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

ortstom1med@mail.ru

Olga B. SPITSYNA ORCID ID 0000-0002-4412-8001

PhD in Medical sciences, Head of the Department of Additional Education in Dental Specialties, Institute of Medical Education, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia

+7 (911) 643-11-97

vash_ortodont@mail.ru

Julia A. BYSTROVA ORCID ID 0000-0001-6972-7281

PhD in Medical sciences, Associate professor, Department of Prosthetic Dentistry and Dental Materials Science, Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

+7 (812) 3386405

ortstom1med@mail.ru

Correspondence address: Roman A. ROZOV

198255, Russia, Saint Petersburg, Lyoni Golikova str, 86-138

+7 (911) 7687781

dds.rozov@gmail.com

For citation:

Rozov R.A., Trezubov V.N., Spitsyna O.B., Bystrova J.A. DIGITAL METHOD OF COMPARATIVE EVALUATION OF THE RIGIDITY BETWEEN THE CUSTOM MADE BY THE AUTHORS IMPLANT IMPRESSION TRAYS AND STOCK IMPLANT IMPRESSION TRAYS WITH REMOVABLE PARTS. *Actual problems in dentistry*. 2021; 2: 163-168. (In Russ.)

© Rozov R.A. et al., 2021

DOI: 10.18481/2077-7566-20-17-2-163-168

Received 01.06.2021. Accepted 20.06.2021

Введение

Получение оттиска тканей протезного ложа при протезировании имплантационными конструкциями, особенно их протяженными типами, является важнейшей манипуляцией, влияющей на точность и пассивность прилегания протеза к имплантатам, а значит, и определяющей качество окончательного результата. В обзорной работе Н. Lee (2008) показал, что большую точность при получении имплантационного оттиска можно получить при шинировании оттискных переходников; также он рекомендует силиконовые материалы (VPS) и полиэфирные как равноценные для получения оттисков [1]. Исследование Р. Мпiкос (2012) доказало влияние дивергенции осей имплантатов с внутренним коническим соединением на точность оттиска, она значительно падала при достижении значения 25° между осями имплантатов [2]. Расширенная клинико-экспериментальная работа М.В. Richi (2020) по анализу точности имплантационного оттиска в зависимости от типа соединения имплантата (внутреннее шестигранное, не шестигранное, внешнее коническое [с установленной универсальной головкой]), угла наклона осей имплантатов (10° или 20°), а также от применения шинирования оттискных переходников (с таковым или без него) показала лучшие результаты в группе шинированных переходников с шестигранным соединением [3]. Преимущества получения имплантационного оттиска (с разным значением угла расхождения осей искусственных опор) по методике «открытой ложки» представлены в работе А.Ф. Tafti (2019) [4]. Это подтверждено многими международными исследованиями [5-12]. Увеличение числа опорных имплантатов, связанное с этим усиливающееся расхождение их осей, а также разное положение по глубине их платформ заставляют при большом количестве имплантатов получать оттиск не с них, а с уровня универсальных головок (компенсирующих положение имплантатов в кости). Многие авторы уделяют внимание оптимизации методики получения имплантационного оттиска. Так, Е. Papazoglou (2020) в работе, посвященной повышению точности оттиска для создания протяженной имплантационной конструкции, предлагает использовать жесткий силикон, применяющийся для регистрации межжкклюзионных взаимоотношений зубных рядов [13].

Использование компьютерных приборов для получения так называемых цифровых оттисков (в действительности с их помощью получают цифровую модель, поскольку они регистрируют позитивное отображение тканей протезного ложа) стало популярным в клинике ортопедической стоматологии. Получение цифровых моделей беззубых челюстей с разным количеством опор внутриротовыми устройствами по-прежнему является нерешенной в полной мере задачей. Эргономика процесса получения модели непроста

в силу необходимости как размещать в полости рта оттискные переходники, так и манипулировать вокруг них рабочей частью снимающего устройства. Точность цифровых моделей, полученных с беззубых челюстей для создания протяженных имплантационных конструкций, не превышает таковую при получении аналогового оттиска, а по данным ряда исследователей, и вовсе уступает ей. Это подтверждено работой F. Mandelli (2020), в которой представлена двухэтапная методика получения имплантационного оттиска беззубой челюсти с четырьмя искусственными опорами: вначале создается цифровая модель, на основании которой с помощью компьютерных технологий изготавливается четыре специальных оттискных переходника, после чего с их помощью получают аналоговый оттиск [14]. Более высокую точность традиционной методики демонстрирует и исследование (модель с шестью имплантатами на верхней челюсти) М. Revilla-León (2021), выполненное с помощью известной программы Geomagic: расхождение между аналогами имплантатов по традиционному оттиску составило 11,7 мкм, а после использования цифровых методов — от 18,4 до 77,6 мкм [15]. Поскольку наличие физической модели необходимо на определенных этапах создания протяженных имплантационных протезов, говорить о полном переходе на цифровые методы получения оттисков не приходится.

Обоснованием для создания авторских конструкций оттискных разборных ложек является отсутствие в настоящее время способа получения точного оттиска без пространственных искажений (деформаций) перед получением имплантационного протеза большой протяженности при полной потере зубов. При получении традиционного оттиска «открытой ложкой» заводская ложка предварительно освобождается от съемных фрагментов, в связи с чем становится заметной ажурность ее каркаса. Кроме того, при сжатии каркаса пальцами возникает заметная, пальпаторно и визуалью ненужная упругость и гибкость его. В определенных ситуациях это, несомненно, приведет к деформациям ложки при получении оттиска, особенно тройного (два слоя полиэфирного материала и бисакрилат). Кроме того, фрагменты ложки приходится демонтировать после полимеризации оттискной массы в полости рта пациента, что вызывает дискомфорт и опасность аспирации винтов или ложечных фрагментов. Сложен также поиск крепящих винтов переходников (трансферов) после готовности оттиска, порой заблокированных каркасом, из-за чего приходится разрезать металлическую ложку, разрушая ее.

В связи с вышеизложенным мы поставили целью создание разборных оттискных имплантационных ложек повышенной до оптимума жесткости, легко разбирающихся и обеспечивающих легкий доступ

к переходникам. Вместе с тем было проведено сравнение жесткости авторских ложек цифровым способом.

Материалы и методы

Сравнивались стандартные официальные разборные оттисковые ложки (например, Impression Tray IMPLA-VISION, Carl Martin GmbH, Solingen, Germany) с их авторскими упрочненными аналогами [18, 19].

Методами исследования являлась цифровая технология изучения сопротивления материала изделий и их внутренних напряжений и деформаций в программе SolidWorks (SolidWorks Corporation, Waltham, MA, USA). Проводился анализ устойчивости конструкции к внешним нагрузкам. На изделие воздействовали двумя вариантами внешних сил:

а) распределенная сила 15 Н, приложенная к радиусной поверхности изделия, действующая на сжатие;
б) распределенная сила 15 Н, приложенная к верхней плоскости ручки, действующая на изгиб. Для проведения анализа проведены 4 теста с двумя вариантами материалов (медицинская сталь и титановый сплав):

- толщина изделия 1 мм без перемычки;
- толщина изделия 1 мм с перемычкой;
- толщина изделия 2 мм без перемычки;
- толщина изделия 2 мм с перемычкой.

Созданы индивидуальные ложки методом трехмерной печати по технологии DMLM на аппарате Concept Laser из титана высокой степени жесткости Ti6-Al4-V (аналога отечественного ВТ6) (таб. 1). Моделирование проведено в программе Mimics Medical 21 (Materialise, Германия) по контурам челюстной кости конкретного пациента по данным конусно-лучевой компьютерной томографии.

На основании серии индивидуальных ложек были созданы несколько типовых вариантов. Полученные авторские ложки имели характерные особенности. Так, поверхность имплантационной ложки имеет выраженную микрошероховатость, что является дополнительным условием обеспечения адгезии оттискового материала без использования специального адгезива, который применяется в ложках с гладкой поверхностью. Дополнительно в бортах ложки на большой площади выполнены сетчатые перфорации повторяющейся правильной (параллелепипед) геометрической формы, сохраняющие высокую устойчивость ложки к внешним нагрузкам в виде напряжения и деформации, при одновременном дополнительном ретенционном качестве ее бортов для лучшей фиксации в ложке оттискового материала. В качестве сменного вкладыша использован одноразовый полимерный полупрозрачный (для обзора оттисковых переходников) матовый лепесток с выступами для удержания в ложке.

Таблица 1

Свойства титанового сплава Ti6-Al4-V, из которого изготовлены авторские имплантационные ложки

Table 1. Properties of titanium alloy Ti6-Al4-V from which the author's implantation trays are made

Свойства	Значения		Единицы измерения СИ-н/м ² (Па)
	Авторский образец		
Модуль упругости	1,05e+11		н/м ²
Коэффициент Пуассона	0,37	0,37	-
Модуль сдвига	4,5e+10		н/м ²
Массовая плотность	4500		кг/м ³
Предел прочности при растяжении	344000000		н/м ²
Предел прочности при сжатии			н/м ²
Предел текучести	370000000		н/м ²
Коэффициент теплового расширения	9e-06		/к
Теплопроводность	16,4		W (м-к)

Имплантационный оттиск получали по собственной методике с уровня универсальных головок и с уровня платформ имплантатов (количество от 4 до 8) [20].

Кроме того, были использованы клинический, рентгенологический и статистический (математический) методы. Рентгенологическое обследование (CBTC, OPG) проведено на аппарате Planmeca Promax 3D Max с программным обеспечением Romexis ver. 4.5.1.

Проверку точности каркасов проводили с использованием теста Шеффилда (тест «одного винта»), а также при фиксации ко всем опорам. Дополнительно оценивали движение слюны в зоне соединения протез-имплантат в отсутствие фиксирующего винта. Нами проведено сравнение двух групп полных несъемных имплантационных протезов:

- полученных по оттискам стандартной разборной оттисковой ложкой;
- полученных по оттискам авторской титановой разборной ложкой.

Критерием сравнения служили средние показатели числа зазоров, визуально (и рентгенологически) определяемых между платформами опорных имплантатов и протезами [21]. Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием статистических программ SPSS 23.

Результаты и их обсуждение

Нами разработаны и созданы авторские варианты верхних и нижних оттисковых разборных ложек из жесткого и ригидного титанового сплава. Отличительными особенностями авторских ложек стала

толщина стенок 2 мм и центральная перемычка, увеличивающая жесткость при сохранении возможности беспрепятственного доступа к винтам оттискных переходников (рис. 1).

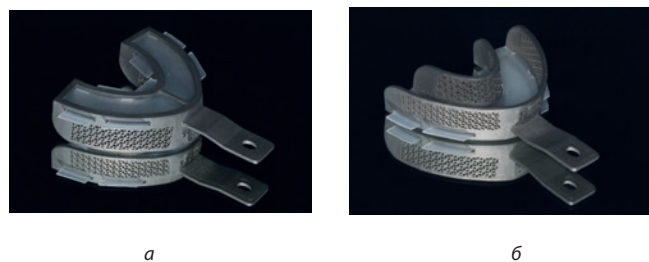


Рис. 1. Авторская имплантационная оттискная ложка для нижней челюсти с вкладышем: а) вид сверху; б) вид с внутренней стороны

Fig. 1. Author's implantation impression tray for the lower jaw with an insert: a) top view; b) view from the inside

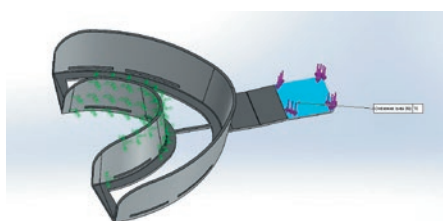


Рис. 2. Общее расположение нагрузки. Изделие закреплено за внутреннюю радиусную поверхность (зеленые стрелки). На ручку действует распределенная сила 15 Н, направленная на изгиб (фиолетовые стрелки)

Fig. 2. General location of the load. The product is fixed to the inner radius surface (green arrows). A distributed bending force of 15 N acts on the handle (purple arrows)

В отличие от аналогов фабричного изготовления, при пальцевом сжатии они не проявляли упругости и не деформировались. Следует ожидать подобное различие ложек и при получении компрессионного оттиска. Это было подтверждено проведением цифрового сравнительного исследования с расчетом механических показателей и эпюр напряжения и деформации (рис. 2).

При толщине изделия 1 мм перемещение ручки — 18 мм, с перемычкой — 4 мм. При толщине изделия 2 мм перемещение уменьшается: без перемычки — 3 мм, с перемычкой — 0,6 мм. Оптимальные характеристики достигаются при толщине изделия 2 мм и наличии перемычки (рис. 3).

Определено достоверное различие и более высокая точность наложения при использовании разборных оттискных ложек, как стандартных ($p < 0,01$), так и авторских титановых ($p < 0,01$). При этом созданные нами ложки продемонстрировали свое преимущество перед стандартными аналогами ($p < 0,02$) (таб. 2).

Это очевидно. В то же время причин появления зазоров, по всей вероятности, больше, чем только использование того или иного метода отображения тканей протезного ложа для создания имплантационного протеза (рис. 4).

Сложна и клиническая оценка точности и пассивности прилегания имплантационных протезов, поскольку зона соединения часто расположена ниже уровня десны, смещена небно или язычно. Поэтому мы полагаем, что жесткие ложки все же позволяют получить отпечаток тканей протезного ложа, более

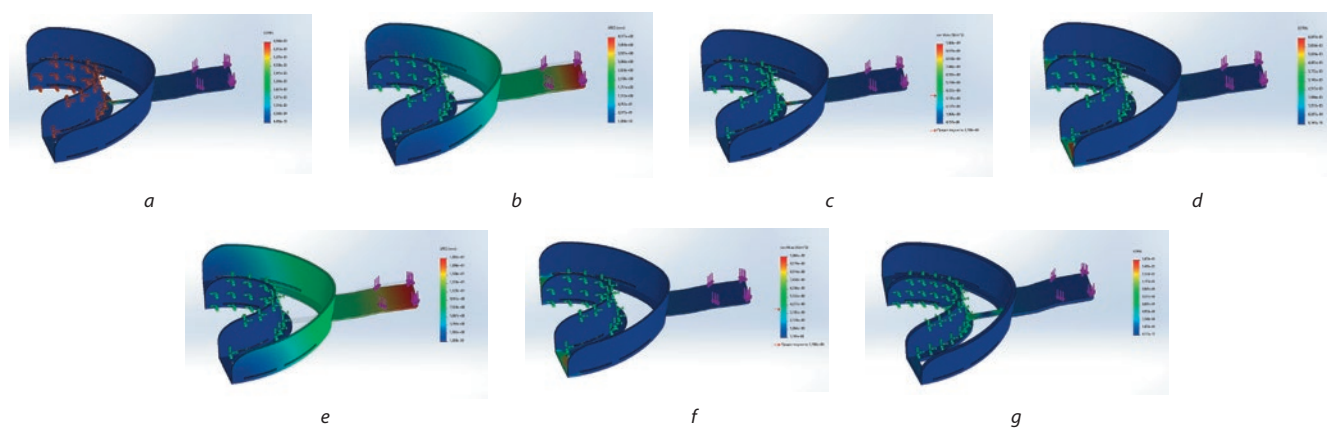


Рис. 3. Эпюры в программной среде SolidWorks для проверки устойчивости конструкции к внешним нагрузкам: а) эпюра напряжения, толщина 1 мм, перемычка отсутствует; б) эпюра перемещения, толщина 1 мм, перемычка отсутствует; в) эпюра деформации, толщина 1 мм, перемычка отсутствует; д) эпюра напряжения, толщина 1 мм, перемычка; е) эпюра перемещения, толщина 1 мм, перемычка; ф) эпюра деформации, толщина 1 мм, перемычка; г) эпюра деформации, толщина 2 мм, перемычка

Fig. 3. Diagrams in the SolidWorks software environment for checking the stability of a structure to external loads: а) stress diagram, thickness 1 mm, no jumper; б) displacement diagram, thickness 1 mm, no jumper; в) deformation diagram, thickness 1 mm, no jumper; д) stress diagram, thickness 1 mm, jumper; е) displacement diagram, thickness 1 mm, jumper; ф) deformation diagram, thickness 1 mm, jumper; г) deformation diagram, thickness 2 mm, bridge

Таблица 2
Сравнение средних показателей ($M \pm m$) наличия зазоров между имплантатами и опирающимися на них протезами

Table 2. Comparison of the average indicators ($M \pm m$) of the presence of gaps between implants and prostheses resting on them

Группа несъемных имплантационных протезов	Количество протезов (n=119)	Суммарное число имплантатов	Число зазоров	
			абс.	отн. в %
1	48	298	7	2,35±0,13
2	34	174	3	1,72±0,06

близкий по своему рельефу к оригиналу, более точный. На авторское изделие получен патент на промышленный образец.

Заключение

Таким образом, авторские конструкции титановых упрочненных мощным каркасом, разборных имплантационных оттисковых ложек с тонкими полимерными, легко снимающимися и прорывающимися вкладышами были испытаны в сравнении с аналогом фабричного изготовления. Испытания включали, в частности, цифровой экспериментальный метод

Благодарность

Авторы благодарят инновационно-технологическую компанию «ЭНДОПРИНТ» (endorprint.ru) за высококачественную работу по 3D-проектированию и 3D-печати описанных в статье имплантационных ложек.

Литература/References

- Lee H., So J.S., Hochstedler J.L., Ercoli C. The accuracy of implant impressions: a systematic review // J Prosthet Dent. — 2008;100(4):285-291. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(08\)60208-5](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(08)60208-5).
- Мпикос Р., Кафантарис Н., Тортопидис Д., Галанис С., Кайсарлис Г., Койдис П. The effect of impression technique and implant angulation on the impression accuracy of external- and internal-connection implants // Int J Oral Maxillofac Implants. — 2012;27(6):1422-1428.
- Richi M.W., Kurtulmus-Yilmaz S., Ozan O. Comparison of the accuracy of different impression procedures in case of multiple and angulated implants : Accuracy of impressions in multiple and angulated implants // Head Face Med. — 2020;4(16):9. <https://doi.org/10.1186/s13005-020-00225-3>.
- Tafti A.F., Hatami M., Razavi F., Ebadian B. Comparison of the accuracy of open-tray and snap-on impression techniques of implants with different angulations // Dent Res J (Isfahan). — 2019;12(16):413-420.
- Kim K.R., Seo K.Y., Kim S. Conventional open-tray impression versus intraoral digital scan for implant-level complete-arch impression // J Prosthet Dent. — 2019;122(6):543-549. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.10.018>.
- Kim J.H., Kim K.R., Kim S. Critical appraisal of implant impression accuracies: A systematic review // J Prosthet Dent. — 2015;114(2):185-192. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.02.005>.
- Amin S., Weber H.P., Finkelman M., El Rafie K., Kudara Y., Papaspyridakos P. Digital vs. conventional full-arch implant impressions: a comparative study // Clin Oral Implants Res. — 2017;28(11):1360-1367. <https://doi.org/10.1111/clr.12994>.
- Papaspyridakos P., Gallucci G.O., Chen C.J., Hanssen S., Naert I., Vandenberghe B. Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes // Clin Oral Implants Res. — 2016;27(4):465-472. <https://doi.org/10.1111/clr.12567>.
- Pesce P., Pera F., Setti P., Menini M. Precision and Accuracy of a Digital Impression Scanner in Full-Arch Implant Rehabilitation // Int J Prosthodont. — 2018;31(2):171-175. <https://doi.org/10.11607/ijp.5535>.
- Kavadia V., Kourtis S., Zoidis P., Sarafianou A. The influence of impression coping splinting on the accuracy of the open-tray technique // Gen Dent. — 2019;67(3):e5-e9.
- Baig M.R. Multi-unit implant impression accuracy: A review of the literature // Quintessence Int. — 2014;45(1):39-51. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a30769>. PMID: 24392494.
- Balamurugan T., Manimaran P. Evaluation of accuracy of direct transfer snap-on impression coping closed tray impression technique and direct transfer open tray impression technique: an in vitro study // J Indian Prosthodont Soc. — 2013;13(3):226-232. <https://doi.org/10.1007/s13191-012-0141-x>.
- Agarwal S., Ashok V., Maiti S. Open- or Closed-Tray Impression Technique in Implant Prosthesis: A Dentist's Perspective // J Long Term Eff Med Implants. — 2020;30(3):193-198. <https://doi.org/10.1615/JLongTermEffMedImplants.2020035933>.
- Saini H.S., Jain S., Kumar S., Aggarwal R., Choudhary S., Reddy N.K. Evaluating the Effect of Different Impression Techniques and Splinting Methods on the Dimensional Accuracy of Multiple Implant Impressions: An in vitro Study // J Contemp Dent Pract. — 2018;19(8):1005-1012.
- Papazoglou E., Wee A.G., Carr A.B., Urban I., Margaritis V. Accuracy of complete-arch implant impression made with occlusal registration material // J Prosthet Dent. — 2020;123(1):143-148. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.12.011>.
- Mandelli F., Zaetta A., Cucchi A., Mangano F.G. Solid index impression protocol: a hybrid workflow for high accuracy and passive fit of full-arch implant-supported restorations // Int J Comput Dent. — 2020;23(2):161-181.
- Revilla-León M., Att W., Özcan M., Rubenstein J. Comparison of conventional, photogrammetry, and intraoral scanning accuracy of complete-arch implant impression procedures evaluated with a coordinate measuring machine // J Prosthet Dent. — 2021;125(3):470-478. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.03.005>.
- Розов Р.А., Арутюнов А.С., Трезубов В.В. Патент РФ № 2015102544/14; МПК А 61 С 9/00. Имплантационная оттисковая ложка. Патент России 154845. 2015;25:2. [R.A. Rozov, A.S. Arutyunov, V.V. Trezubov. Implant impression tray. Russian patent 154845. 2015;25:2. (In Russ.)].
- Розов Р.А., Азарин Г.С. Патент РФ № 2015106219/14; МПК А 61 С 9/00. Имплантационная оттисковая ложка. Патент России 155123. 2015;26:2. [R.A. Rozov, G.S. Azarin. Implant impression tray. Russian Patent 155123. 2015;26:2. (In Russ.)].
- Розов Р.А. Патент РФ № 2018127456; МПК А 61 С 9/00. Способ получения имплантационного оттиска при создании протяженных конструкций. Патент России 2683907. 2019;10:1. [R.A. Rozov. A method of obtaining an implantation impression when creating extended structures. Russian Patent 2683907. 2019;10:1. (In Russ.)].
- Kan J.Y., Rungcharassaeng K., Bohsali K., Goodacre C.J., Lang B.R. Clinical methods for evaluating implant framework fit // J Prosthet Dent. — 1999;81(1):7-13. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(99\)70229-5](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(99)70229-5). PMID: 9878969.

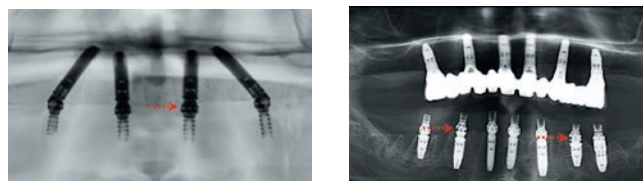


Рис. 4. Проверка точности прилегания протезов рентгенологическим способом: а) ортопантомограмма (позитивный вариант) с неточным прилеганием (показано стрелкой) протеза с минимальным зазором в области левого центрального имплантата с фиксированной универсальной головкой; б) ортопантомограмма с неточным прилеганием (показано стрелками) протеза с явными зазорами в области имплантатов 35 и 45 с фиксированными универсальными головками

Fig. 4. Checking the accuracy of the fit of prostheses by X-ray method a) orthopantomogram (positive variant) with imprecise fit (shown by an arrow) of the prosthesis with a minimum clearance in the area of the left central implant with a fixed universal head; b) orthopantomogram with imprecise fit (shown by arrows) of the prosthesis with obvious gaps in the area of implants 35 and 45 with fixed universal heads

сравнения и рентгенологический контроль зазоров между имплантатами и протезами. Проведенные исследования выявили преимущественные достоинства авторских оттисковых ложек.