

ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА КРАЕВОГО ПРИЛЕГАНИЯ КАРКАСОВ ИСКУССТВЕННЫХ КОРОНОК, ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ТРАДИЦИОННЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Е.Н. Жулев¹, Ю.А. Вокулова²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Нижний Новгород

² Федеральное государственное казенное учреждение «Поликлиника № 2 Федеральной таможенной службы России», Нижний Новгород

Для цитирования: Жулев Е.Н., Вокулова Ю.А. Изучение качества краевого прилегания каркасов искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий // Аспирантский вестник Поволжья. – 2020. – № 1–2. – С. 85–90. <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2020.20.1.85-90>

Поступила: 17.01.2020

Одобрена: 25.02.2020

Принята: 16.03.2020

▪ **Цель исследования.** Изучить качество краевого прилегания каркасов искусственных коронок, изготовленных с помощью CAD/CAM-системы и методом литья. **Материалы и методы.** В данной статье представлена оценка качества краевого прилегания каркасов искусственных коронок, изготовленных с помощью CAD/CAM-системы KaVo ARCTICA по цифровым изображениям зубных рядов, созданных внутриротовым лазерным сканером iTero Cadent, и каркасов из кобальт-хромового сплава, изготовленных методом литья. Для изучения качества краевого зазора каркасов искусственных коронок использовали компьютерную программу Image J. Для статистического анализа полученных данных применяли непараметрический критерий Уилкоксона – Манна – Уитни для связанных выборок. **Результаты.** Нами было выявлено, что среднее значение величины краевого зазора между культей зуба экспериментальной модели и каркасами искусственных коронок, изготовленных в фрезерно-шлифовальном станке KaVo ARCTICA Engine из титановой заготовки Titan-Blank, составляет 21,79 мкм. Среднее значение величины цементного зазора каркасов искусственных коронок, изготовленных традиционным методом литья, составляет 77,18 мкм. Величина краевого зазора каркасов искусственных коронок, изготовленных с помощью CAD/CAM-системы KaVo ARCTICA, оказалась в 2,8 раза меньше, чем величина краевого зазора каркасов, изготовленных традиционным методом литья с уровнем значимости $p < 0,05$ (V -критерий Уилкоксона для связанных выборок = 0, $p = 0,001$). **Заключение.** Результаты нашего исследования свидетельствуют, что каркасы искусственных коронок, изготовленные с помощью CAD/CAM-системы KaVo ARCTICA, обладают большей размерной точностью краевого прилегания по сравнению с каркасами искусственных коронок, изготовленными традиционным методом литья.

▪ **Ключевые слова:** краевое прилегание; цифровые оттиски; CAD/CAM-системы; внутриротовой сканер.

STUDY OF THE QUALITY OF THE MARGINAL GAP OF ARTIFICIAL CROWN FRAMES MADE WITH THE USE OF TRADITIONAL AND DIGITAL TECHNOLOGIES

E.N. Zhulev¹, Yu.A. Vokulova²

¹ Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

² Federal state official institution "Polyclinic No. 2 of the Federal Customs Service of Russia", Nizhny Novgorod, Russia

For citation: Zhulev EN, Vokulova YuA. Study of the quality of the marginal gap of artificial crown frames made with the use of traditional and digital technologies. *Aspirantskiy Vestnik Povolzhiya*. 2020;(1-2):85-90. <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2020.20.1.85-90>

Received: 17.01.2020

Revised: 25.02.2020

Accepted: 16.03.2020

▪ **The aim** of the study is to evaluate the quality of the marginal gap of the frames of artificial crowns made with the use of CAD/CAM system and by casting method. **Materials and methods.** The article presents an assessment of the quality of the edge fitting of artificial crown frames made by means of CAD/CAM system KaVo ARCTICA on digital images of dentition created by intraoral laser scanner iTero Cadent and frames made of Co-Cr by the method of casting. The Image J computer program was used to study the quality of the marginal gap of artificial crown frames.

For statistical analysis of the obtained data nonparametric Wilcoxon-Mann-Whitney test was used for the evaluation of the related samples. **Results.** We found that the average value of the marginal gap between the tooth stump of the experimental model and the frames of artificial crowns made in the KaVo ARCTICA Engine milling and grinding machine from the titanium blank Titan-Blank is 21.79 microns. The average value of the cement gap of the frames of artificial crowns made by the traditional casting method is 77.18 microns. The value of the marginal gap of artificial crown frames made by using the CAD/CAM system KaVo ARCTICA was 2.8 times less than the value of the marginal gap of frames made by the traditional casting method with a significance level of $p < 0.05$ (V-Wilcoxon criterion for related samples = 0, $p = 0.001$). **Conclusion.** The results of our study indicate that the frames of artificial crowns made with the use of CAD/CAM system KaVo ARCTICA have a greater dimensional accuracy of the marginal gap compared to the frames of artificial crowns made by the traditional casting method.

▪ **Keywords:** marginal gap; digital prints; CAD/CAM systems; intraoral scanner.

Введение

Металлокерамические реставрации до сих пор широко используются при протезировании дефектов твердых тканей зубов и зубных рядов [4]. Традиционная технология литья, применяемая при изготовлении каркасов металлокерамических протезов, заключается в следующем. Сначала получают оттиск протезного ложа, по которому изготавливают гипсовую модель. Культы препарированных зубов на гипсовой модели дважды покрывают лаком для компенсации усадки сплава. Далее создают репродукции каркасов искусственных коронок методом погружения культы в расплавленный воск до получения необходимой толщины. Моделируют литники, формуют в опоку, выплавляют воск в муфельной печи и отливают каркасы протезов из металлических сплавов (кобальт-хромовый сплав (КХС), никель-хромовый сплав (НХС)) [4]. Параллельно с этим на современном этапе развития ортопедической стоматологии используется полностью цифровой метод изготовления каркасов металлокерамических коронок, который включает в себя получение цифровых изображений зубных рядов пациента с помощью внутриротовых сканеров, виртуальное моделирование и изготовление

каркасов в фрезерно-шлифовальном станке CAD/CAM-системы [1–3, 5, 6]. Научных публикаций, посвященных сравнительной оценке качества краевого прилегания металлических каркасов искусственных коронок, полученных с применением традиционного метода литья и цифровой технологии, недостаточно, что и явилось обоснованием необходимости проведения данного исследования.

Цель исследования — изучить качество краевого прилегания каркасов искусственных коронок, изготовленных с помощью CAD/CAM-системы и методом литья.

Материалы и методы

Для изучения качества краевого прилегания каркасов искусственных коронок нами была разработана специальная схема проведения исследования (рис. 1), в которой была использована экспериментальная модель с подготовленной под искусственную коронку культей зуба 2.7 с циркулярным уступом в виде желоба (рис. 2).

На первом этапе с помощью внутриротового лазерного сканера iTero Cadent (США) были получены 11 цифровых изображений

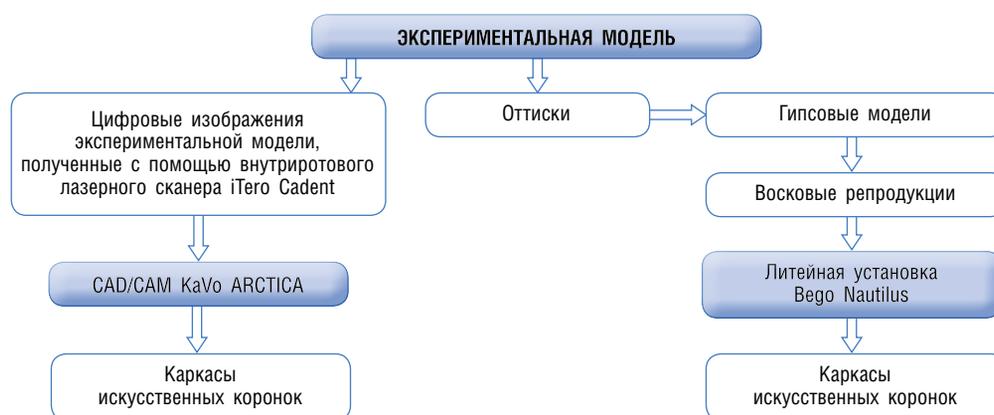


Рис. 1. Схема проведения эксперимента

Fig. 1. Scheme of the experiment

экспериментальной модели. В программном обеспечении Dental CAD 2.2 Valletta проводили моделирование каркасов искусственных коронок.

На втором этапе из титановой заготовки Titan-Blank в фрезерно-шлифовальном станке KaVo ARCTICA Engine были изготовлены 11 каркасов искусственных коронок.

На третьем этапе с экспериментальной модели были получены 11 двухслойных одноэтапных А-силиконовых оттисков (Express STD, Express XT RegularBody, 3М ESPE, США) и изготовлены 11 разборных моделей из высокопрочного гипса Fujirock (GC, Япония). С помощью технологии литья были получены 11 каркасов искусственных коронок из КХС.

На четвертом этапе проводили сравнение качества краевого прилегания каркасов искусственных коронок, изготовленных с помощью CAD/CAM KaVo ARCTICA, с качеством краевого прилегания каркасов искусственных коронок, изготовленных по традиционной технологии литья. Для оценки величины краевого зазора каркасов искусственных коронок применяли следующую методику. Область уступа подготовленного зуба экспериментальной модели окрашивали маркером для лучшей визуализации краевой линии уступа. Фотографии краевого зазора каркасов получали с помощью операционного микроскопа Leica M320 под 40-кратным увеличением на мезиальной, дистальной, оральной и вестибулярной поверхностях. С помощью компьютерной программы Image J измеряли величины краевого зазора искусственных коронок в 10 контрольных точках на каждой поверхности (рис. 3). Результаты измерений заносили в таблицы для последующего статистического анализа.

Для оценки качества краевого прилегания каркасов применяли критерии, разработанные компанией Renishaw (Великобритания): 0–19 мкм — отличное прилегание, отсутствие клинических проблем; 20–39 мкм — хорошее прилегание; 40–79 мкм — удовлетворительное; 80–119 мкм — приемлемое; 120 мкм — максимальное ограничение для надежного функционирования.

Результаты и обсуждение

Результаты по изучению величины краевого зазора каркасов искусственных коронок представлены в табл. 1 и 2.

Описательные статистики (табл. 3) и визуальный анализ гистограмм (рис. 4) позволяют качественно оценить характеристики распределения средних значений величины



Рис. 2. Экспериментальная модель

Fig. 2. Experimental model

краевого зазора. На основании этих данных мы сделали вывод, что распределения значений признаков в обеих группах отличаются от нормального (наблюдается ярко выраженная асимметрия, мультимодальность). Кроме того, сравниваемые группы являются связанными, так как все искусственные коронки были изготовлены для одной экспериментальной модели, но разными методами. В связи с этим для анализа данных применяли непараметрический V-критерий Уилкоксона – Манна – Уитни для связанных выборок. Анализ проводился в программной среде R, предназначенной для статистической обработки данных и работы

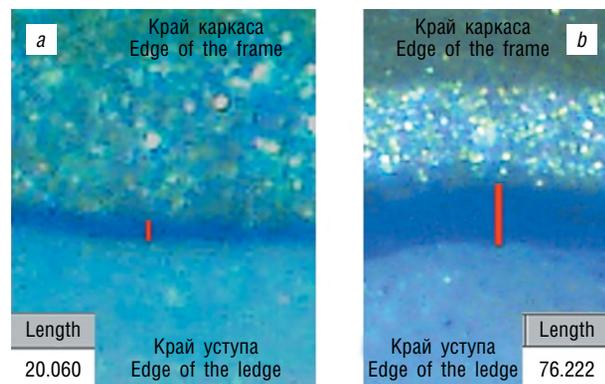


Рис. 3. Измерение краевого зазора каркасов искусственных коронок в компьютерной программе Image J: *a* — величина краевого зазора каркаса, изготовленного в CAD/CAM-системе KaVo ARCTICA, — 20,060 мкм; *b* — величина краевого зазора каркаса, изготовленного методом литья, — 76,222 мкм

Fig. 3. Measurement of the marginal gap of artificial crown frames with the computer program Image J: *a* — the value of the edge gap of the frame made in the CAD/CAM system KaVo ARCTICA is 20.060 microns; *b* — the value of the marginal gap of the frame made by casting is 76.222 microns

Таблица 1 / Table 1

Средние величины краевого зазора каркасов искусственных коронок, созданных с помощью CAD/CAM KaVo ARCTICA, мкм
Average values of the marginal gap of the frames of artificial crowns made with the use of CAD/CAM KaVo ARCTICA, microns

n	Поверхности зуба			
	мезиальная	дистальная	оральная	щечная
1	25,8606	25,3413	14,4929	14,6233
2	26,3228	23,5348	18,2259	22,4082
3	18,8766	18,8218	19,8234	34,0726
4	23,2197	22,3077	20,9960	27,7382
5	25,5873	22,6831	18,3695	21,9846
6	27,8276	27,1179	17,6620	23,7557
7	18,2496	30,7128	18,3603	21,7365
8	17,5962	15,7975	19,4503	21,1620
9	18,6539	16,8027	24,9438	15,9147
10	25,1898	26,8864	20,8579	21,7525
11	17,8571	25,2464	21,3155	18,6675
Среднее значение				21,7911

Таблица 2 / Table 2

Средние величины краевого зазора каркасов искусственных коронок, созданных по традиционной технологии литья из КХС, мкм

Average values of the marginal gap of the frames of the artificial crowns made of Co-Cr with the use of traditional casting technology, microns

n	Поверхности зуба			
	мезиальная	дистальная	оральная	щечная
1	69,4759	96,5628	91,4691	70,3620
2	67,7418	73,2287	90,3666	76,1360
3	85,7697	60,7552	74,2173	75,2850
4	79,0040	89,6184	80,0235	66,5002
5	66,6137	86,3708	66,0705	86,8570
6	66,8435	79,2615	76,7699	92,5928
7	73,9825	73,6988	78,5381	80,8690
8	65,6938	80,0303	66,1116	87,8103
9	87,2264	58,7426	85,3112	69,3210
10	82,5405	76,7097	82,3566	62,9565
11	77,8177	75,9248	81,1599	81,3306
Среднее значение				77,1825

Таблица 3 / Table 3

Описательные статистики распределения значений величины краевого зазора

Descriptive statistics of the distribution of values of the marginal gap

Метод изготовления каркасов искусственных коронок	n	Среднее ± стандартное отклонение	Медиана	Минимум	Максимум	25-й процентиль	75-й процентиль	Стандартная ошибка среднего
Цифровой (CAD/CAM)	11	21,79 ± 1,908	22,26	18,50	24,09	20,43	23,23	0,58
Традиционный (литье)	11	77,18 ± 2,303	76,77	74,01	81,97	75,65	78,83	0,69

Примечание. Во всех таблицах n — количество каркасов искусственных коронок.

Note. In all tables, n — the number of the frames of the artificial crowns.

с графикой. В данном исследовании в качестве критического был принят уровень значимости $p = 0,05$.

Нами было выявлено, что среднее значение величины краевого зазора между культей зуба экспериментальной модели и каркасами искусственных коронок, изготовленных в фрезерно-шлифовальном станке KaVo ARCTICA Engine из титановой заготовки Titan-Blank, составляет 21,79 мкм, что соответствует «хорошему краевому прилеганию» по критериям Renishaw. Среднее значение величины цементного зазора каркасов искусственных коронок, изготовленных традиционным методом литья, составляет 77,18 мкм, что соответствует «удовлетворительному краевому прилеганию» по критериям Renishaw. Величина краевого зазора каркасов искусственных коронок, изготовленных с помощью CAD/CAM-системы KaVo ARCTICA, оказалась в 2,8 раза меньше, чем величина краевого зазора каркасов, изготовленных традиционным методом литья с уровнем значимости $p < 0,05$ (V -критерий Уилкоксона для связанных выборок = 0, $p = 0,001$).

Представляют интерес исследования иностранных авторов, занимающихся изучением данной проблемы. В частности, J. Ng et al. [7] в своем исследовании пришли к выводу, что полностью цифровой метод позволяет получить каркасы несъемных протезов с меньшим краевым зазором (48 ± 25 мкм) по сравнению с каркасами, изготовленными по традиционной технологии литья (74 ± 47 мкм), что свидетельствует о заметном отличии от полученных нами данных.

Заключение

Результаты нашего исследования свидетельствуют, что каркасы искусственных коронок, изготовленные с помощью CAD/CAM-системы KaVo ARCTICA, обладают большей размерной точностью краевого прилегания по сравнению с каркасами искусственных коронок, изготовленными традиционным методом литья.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Вокулова Ю.А., Жулев Е.Н. Оценка точности получения оттисков зубных рядов с применением технологии лазерного сканирования // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 5. – С. 164. [Vokulova YuA, Zhulev EN. Evaluation of the

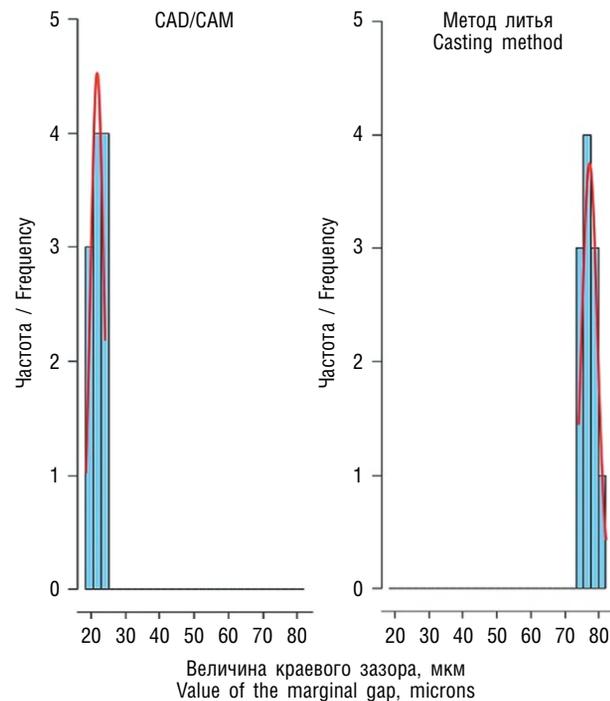


Рис. 4. Гистограммы распределения значений признака «Величина краевого зазора»

Fig. 4. Histograms. Distribution of values of the marginal gap

accuracy of obtaining impressions of the dentition with the use of technology of laser scanning. *Modern problems of science and education*. 2016;(5):164. (In Russ.)]

2. Жулев Е.Н., Вокулова Ю.А. Изучение размерной точности цифровых оттисков, полученных с помощью внутриротового сканера iTero // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 12-2. – С. 257–261. [Zhulev EN, Vokulova YuA. Evaluation of dimensional accuracy digital impressions obtained using the intraoral scanner Itero. *International journal of applied and fundamental research*. 2016;(12-2):257-261. (In Russ.)]
3. Жулев Е.Н., Вокулова Ю.А. Сравнительная оценка размерной точности оттисков в эксперименте // *Dental Forum*. – 2017. – № 1. – С. 38–42. [Zhulev EN, Vokulova YuA. Sravnitel'naya otsenka razmernoy tochnosti ottiskov v eksperimente. *Dental Forum*. 2017;(1):38-42. (In Russ.)]
4. Розенштиль С.Ф. Ортопедическое лечение несъемными протезами. – М.: Медпресс, 2010. – 940 с. [Rozenshtil' SF. Ortopedicheskoye lecheniye nes'yemnymi protezami. Moscow: Medpress; 2010. 940 p. (In Russ.)]
5. Ряховский А.Н. Цифровая стоматология. – М.: Авантис, 2010. – 282 с. [Ryakhovskiy AN. Tsifrovaya stomatologiya. Moscow: Avantis; 2010. 282 p. (In Russ.)]
6. Шустова В.А., Шустов М.А. Применение 3D-технологий в ортопедической стоматологии. – СПб.:

СпецЛит, 2016. – 159 с. [Shustova VA, Shustov MA. *Primeneniye 3D-tekhnologiy v ortopedicheskoy stomatologii*. Saint Petersburg: SpetsLit; 2016. 159 p. (In Russ.)]

7. Ng J, Ruse D, Wyatt Ch. A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods. *J Prosthet Dent*. 2014;112(3):555-560. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.12.002>.

■ Информация об авторах

Евгений Николаевич Жулев — профессор кафедры ортопедической стоматологии и ортодонтии, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России. E-mail: hrustalev54@mail.ru.

Юлия Андреевна Вокүлова — заведующий стоматологическим отделением, врач — стоматолог-ортопед, ФГКУ «Поликлиника № 2 Федеральной таможенной службы России», Нижний Новгород. E-mail: vokulova@rambler.ru.

■ Information about the authors

Evgenii N. Zhulev — Professor, Department of Orthopaedic Dentistry and Orthodontics, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia. E-mail: hrustalev54@mail.ru.

Yuliya A. Vokulova — Head of the Dental Department, Stomatologist-Orthopedist, Polyclinic No. 2 of the Federal Customs Service of Russia, Nizhny Novgorod, Russia. E-mail: vokulova@rambler.ru.