

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАРКАСОВ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ИСКУССТВЕННЫХ КОРОНОК, СОЗДАНЫХ С ПОМОЩЬЮ ТРАДИЦИОННЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

## COMPARATIVE EVALUATION OF THE TIME OF MANUFACTURE OF FRAMES OF METAL–CERAMIC ARTIFICIAL CROWN, ARE CREATED USING TRADITIONAL AND DIGITAL TECHNOLOGIES

**J. Vokulova  
E. Zhulev**

*Summary.* Aim — conduct a comparative assessment of the time spent by a dental orthopedist and a dental technician for the manufacture of metal-ceramic artificial crowns obtained using digital and traditional technologies. The patients were divided into two groups according to the method of manufacturing metal –ceramic artificial crown frames—using the KaVo ARCTIC CAD/CAM system made of titanium billet Titan-Blank and the traditional laboratory casting method. The Mann-Whitney W-test was used for statistical analysis of the results obtained. In total, 40 medicinal artificial crowns were made, 20 in each group. Based on the data obtained, it was found that for the production of a metal-ceramic crown frame using CAD/CAM KaVo ARCTICA, the dentist, orthopedist and dental technician must spend  $53,2 \pm 3,503$  min., using the laboratory method— $149,30 \pm 5,204$  min. The obtained data allowed us to conclude that the production of the metal-ceramic artificial crown frame using modern digital technologies (CAD/CAM systems, intraoral laser scanning and 3D printer) requires 2,8 times less time compared to traditional casting methods ( $p < 0,0166667$ ).

*Keywords:* digital technologies in dentistry, digital impressions, CAD/CAM, intraoral scanner.

**Вокулова Юлия Андреевна**

К.м.н., врач стоматолог — ортопед, ФГКУ  
«Поликлиника № 2 Федеральной таможенной службы  
России», Нижний Новгород  
vokulova@rambler.ru

**Жулев Евгений Николаевич**

Заслуженный работник высшей школы РФ, д.м.н.,  
профессор, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский  
медицинский университет» Минздрава России, Нижний  
Новгород  
hrustalev54@mail.ru

*Аннотация.* Цель — проведение сравнительной оценки затраченного врачом стоматологом ортопедом и зубным техником времени, необходимого для изготовления каркасов металлокерамических искусственных коронок, полученных с помощью цифровых и традиционных технологий. Пациенты были распределены на две группы в соответствии с методом изготовления каркасов металлокерамических искусственных коронок — с помощью CAD/CAM системы KaVo ARCTICA из титановой заготовки Titan-Blank (1) и традиционным лабораторным методом литья (2). Для статистического анализа полученных результатов применяли W-критерий Манна-Уитни. Всего было изготовлено 40 провизорных искусственных коронок, по 20 в каждой группе. На основании полученных данных было установлено, что для изготовления каркаса металлокерамической коронки с помощью CAD/CAM KaVo ARCTICA врачу стоматологу ортопеду и зубному технику необходимо затратить —  $53,2 \pm 3,503$  мин., с помощью лабораторного метода —  $149,30 \pm 5,204$  мин. Полученные данные позволили сделать вывод о том, что изготовление каркаса металлокерамической искусственной коронки с применением современных цифровых технологий (CAD/CAM-системы, внутриротового лазерного сканирования и 3D принтера) требует в 2,8 раза меньше времени по сравнению с традиционными методами литья ( $p < 0,0166667$ ).

*Ключевые слова:* цифровые технологии в стоматологии, цифровые оттиски, CAD/CAM, внутриротовой сканер.

## Введение

**М**еталлокерамические искусственные коронки до сих пор широко используется при протезировании дефектов твердых тканей зубов [6, 10]. Традиционная технология литья, применяемая при изготовлении каркасов металлокерамических протезов, заключается в следующем. Сначала получают оттиск протезного ложа, по которому изготавливают гипсовую

модель. Далее создают репродукции каркасов искусственных коронок методом погружения культи в расплавленный воск до получения необходимой толщины. Моделируют литники, формируют в опоку, выплавляют воск в муфельной печи и отливают каркасы протезов из металлических сплавов (КХС, НХС) [7, 8]. На современном этапе развития ортопедической стоматологии используется полностью цифровой метод изготовления каркасов металлокерамических коронок, который вклю-

Таблица 1. Распределение пациентов по полу и методу изготовления временной искусственной коронки

Метод изготовления каркасов металлокерамических искусственных коронок	Количество протезов	Пол пациента	
		Муж.	Жен.
Традиционная технология литья	20	11	9
Цифровой метод CAD/ CAM	20	13	7
Итого	40	24	16

Таблица 2. Клинико-лабораторные процедуры при изготовлении каркасов металлокерамических искусственных коронок традиционным и цифровым методами

Клинико-лабораторные процедуры	Методы изготовления	
	Традиционная технология	Цифровая технология
Силиконовый оттиск 2 шт.	+	-
Цифровой оттиск	-	+
Изготовление каркаса металлокерамической коронки лабораторным методом	+	-
Припасовка каркаса	+	+
Виртуальное моделирование каркаса искусственной коронки	-	+
Постобработка созданных с помощью 3D принтера моделей челюстей	-	+

чает в себя получение цифровых изображений зубных рядов пациента с помощью внутриротовых сканеров, виртуальное моделирование и изготовление каркасов в фрезерно-шлифовальном станке CAD/CAM-системы [4, 5, 9, 11]. Предыдущие исследования были посвящены изучению размерной точности [2, 3], качеству внутреннего прилегания каркасов металлокерамических коронок [1], полученных с помощью цифровых технологий. На данный момент нет данных о сравнительной оценке затраченного в клинике и зуботехнической лаборатории времени, необходимого для изготовления каркасов металлокерамических коронок, созданных с помощью CAD/CAM систем и традиционной технологии литья, что и явилось предметом проведения настоящего исследования.

### Цель

Проведение сравнительной оценки количества времени, затраченного врачом стоматологом ортопедом и зубным техником, для изготовления каркасов металлокерамических искусственных коронок, полученных с помощью цифровых и традиционных технологий.

### Материалы и методы исследования

В клиническом исследовании участвовали 40 пациентов (24 мужчины и 16 женщины) в возрасте от 25 до 68 лет. Пациентам проводилось ортопедическое лечение металлокерамическими искусственными коронками.

Пациенты были распределены на две группы. Первую группу составили 20 пациентов (11 мужчин и 9 женщин), ортопедическое лечение которым проводилось металлокерамическими искусственными коронками, каркасы которых изготавливали традиционным методом литья. Всего было получено 20 каркасов искусственных коронок.

Вторую группу составили 20 пациентов (13 мужчин и 7 женщины), ортопедическое лечение которым проводилось металлокерамическими искусственными коронками, каркасы которых изготавливали методом фрезерования. Цифровое изображение зубных рядов было получено с помощью внутриротового лазерного сканера iTero Cadent (США). Затем в программном обеспечении DentalCAD2.2 Valletta проводили моделирование каркасов искусственных коронок. Далее из титановой заготовки Titan-Blank в фрезерно-шлифовальном станке KaVo ARCTICA Engine изготавливали каркасы металлокерамических искусственных коронок. Рабочие модели зубных рядов изготавливали с помощью 3D принтера Asiga Max UV из фотополимерного материала Freeprint model UV (DETAH, Германия). Всего было получено 20 каркасов искусственных коронок. В таблице 1 представлено распределение пациентов по группам с учетом гендерного признака.

Во всех группах осуществляли замер потраченного времени в клинике врачом стоматологом ортопедом и зубным техником в лаборатории при изготовлении каркасов металлокерамических искусственных коронок.

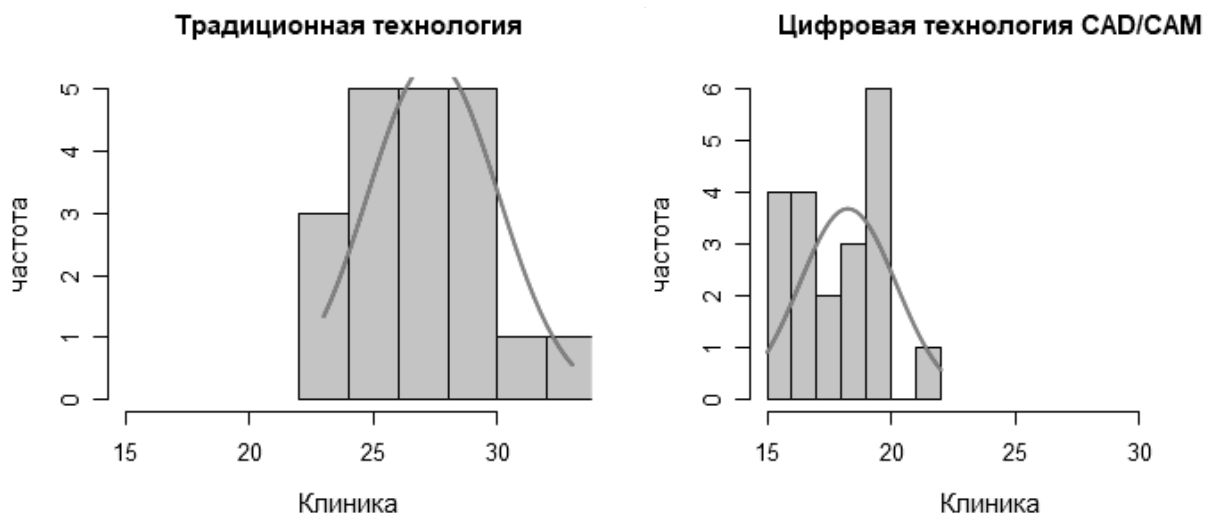


Рис. 1. Гистограммы распределения значений величины затраченного времени врачом стоматологом ортопедом в клинике при изготовлении каркаса металлокерамической искусственной коронки различными методами

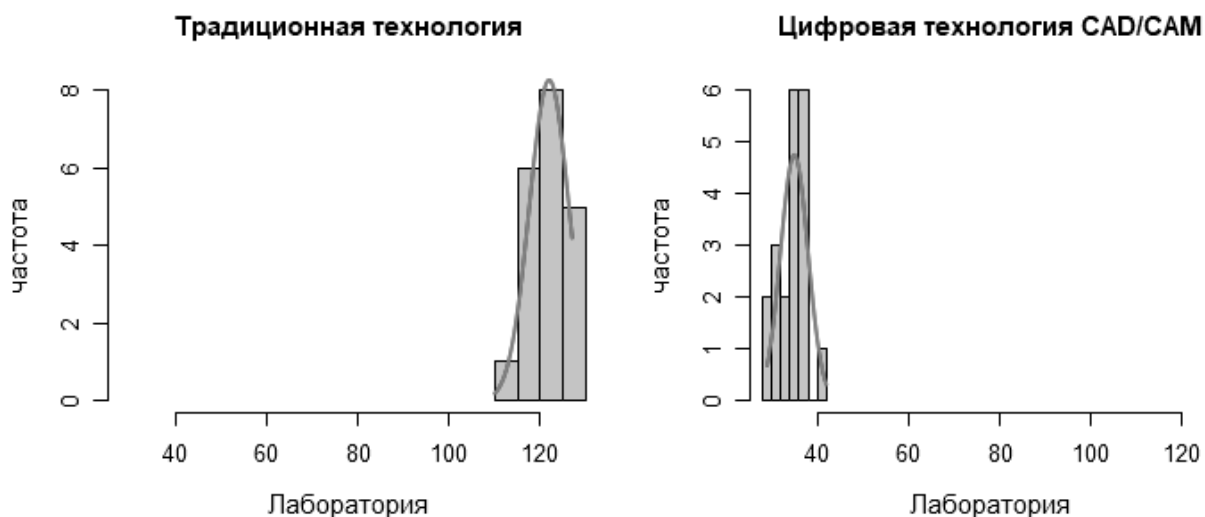


Рис. 2. Гистограммы распределения значений величины затраченного времени зубным техником в лаборатории при изготовлении каркаса металлокерамической искусственной коронки различными методами

нок. В таблице 2 приведены клиничко-лабораторные процедуры, время для проведения которых учитывалось в данном исследовании.

Изготовление каркаса металлокерамической коронки лабораторным методом включало в себя следующие процедуры: создание рабочих гипсовых моделей, восковое моделирование каркаса искусственной коронки, создание литниковой системы, паковка в опоку, выплавление воска в муфельной печи Vego Miditherm,

литье в литейной установке Vego Nautilus, постобработку и припасовку готового каркаса.

В эксперименте участвовало 2 врача стоматолога ортопедов и 2 зубных техника, каждый из которых принимал участие в изготовлении 10 металлокерамических искусственных коронок в каждой группе.

Время изготовления моделей челюстей с помощью 3D принтера Asiga Max UV и время изготовления карка-

Таблица 3. Описательные статистики распределения значений величины затраченного времени для изготовления каркасов металлокерамических коронок различными методами (n – количество искусственных коронок)

Время протезирования	n	Среднее ± стандартное отклонение	Медиана	Минимум	Максимум	25-й процентиль	75-й процентиль	Стандартная ошибка среднего
<b>Цифровой метод (CAD/CAM)</b>								
Клиническое	20	18,25 ± 1,943	18,50	15,00	22,00	17,00	20,00	0,43
Лабораторное	20	34,95 ± 3,017	35,00	29,00	42,00	33,50	37,00	0,67
Общее время	20	53,2 ± 3,503	53,50	46,00	60,00	50,75	55,25	0,78
<b>Традиционный метод</b>								
Клиническое	20	27,40 ± 2,624	27,00	23,00	33,00	25,75	29,25	0,59
Лабораторное	20	122,00 ± 4,334	122,5	110,0	127,0	119,8	125,2	0,97
Общее время	20	149,30 ± 5,204	151,0	139,0	158,0	146,2	153,0	1,16

Таблица 4. Результаты сравнения независимых групп методом Манна-Уитни

Время протезирования	W	p
Клиническое	400	0,00000006***
Лабораторное	400	0,00000006***
Общее время	400	0,00000006***

Примечание «\*\*\*» — различия статистически значимы по критерию Манна-Уитни с уровнем значимости  $p < 0,0166667$ .

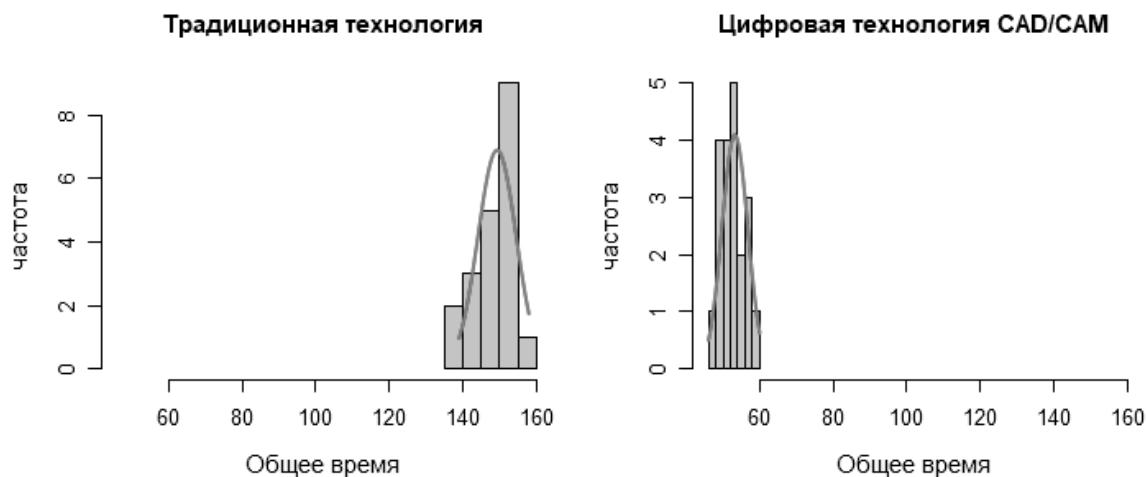


Рис. 3. Гистограммы распределения значений величины общего затраченного времени зубным техником в лаборатории и врачом стоматологом ортопедом в клинике при изготовлении каркаса металлокерамической искусственной коронки различными методами

сов металлокерамических искусственных коронок CAD/CAM системы KaVo ARCTICA Engine в среднем составляет 120 мин. Это время не учитывалось, т.к. 3D печать и фрезерование полностью автоматизированные процессы и не требуют присутствия зубного техника, который это время может потратить на другие производственные дела. В данном исследовании учитывалось только время, потраченное на виртуальное моделирование каркаса искусственной коронки и моделей челюстей и время

необходимое для постобработки (ультразвуковой очистки) созданных с помощью 3D принтера моделей челюстей.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Визуальный анализ гистограмм (рис. 1, 2, 3) и описательные статистики (таблица 2) позволяют качественно

оценить характеристики распределения значений величины затраченного времени для изготовления провизорных конструкций различными методами. На основании этих данных был сделан 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 было применение непараметрических статистических методов (U-критерий Манна-Уитни).

Нулевую гипотезу при статистическом анализе обозначили следующим образом  $H_0 = \{ \text{между полученными в разных условиях показателями существуют лишь случайные различия} \}$ . В данном исследовании нулевая гипотеза отвергается на уровне статистической значимости  $p < 0,0166667$ , т.е. вероятность ошибочного признания различий значимыми меньше  $0,0166667$ . При расчете критического уровня значимости была введена поправка Бонферрони для учета множественных сравнений:  $0,0166667 = 0,05 / 3$ , где  $0,05$  — общепринятое значение критического уровня значимости для одинарного сравне-

ния в медико-биологических исследованиях, а 3 — число сравнений. В таблице 3 приведены значения W-критерия Манна-Уитни и соответствующие ему уровни значимости  $r$  для каждого признака для сравнения всех групп.

На основании полученных данных было установлено, что для изготовления каркаса металлокерамической коронки с помощью CAD/CAM KaVo ARCTICA из титановой заготовки Titan-Blank врачу стоматологу ортопеду и зубному технику необходимо затратить —  $53,2 \pm 3,503$  мин., с помощью лабораторного метода —  $149,30 \pm 5,204$  мин.

### Заключение

Полученные данные позволили нам сделать вывод о том, что изготовление каркаса металлокерамической искусственной коронки с применением современных цифровых технологий (CAD/CAM-системы, внутриротового лазерного сканирования и 3D принтера) требует в 2,8 раза меньше времени по сравнению с традиционными методами литья ( $p < 0,0166667$ ).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Жулев Е.Н., Вокулова Ю. А. Изучение качества внутреннего прилегания каркасов искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий // *Journal of science*. Lyon 2020;1 (4): 24–27.
2. Жулев Е.Н., Вокулова Ю. А. Изучение размерной точности каркасов металлокерамических искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий // *Danish Scientific Journal* 2020; 1 (34): 3–9.
3. Жулев Е.Н., Вокулова Ю. А. Сравнительная оценка размерной точности каркасов искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий // *Norwegian Journal of development of the International Science* 2020; 2 (39): 12–16.
4. Вокулова Ю.А. 2017. Разработка и внедрение цифровых технологий при ортопедическом лечении с применением несъемных протезов зубов. Автореф. дис. ... кандидата медицинских наук. Нижний Новгород, 22.
5. Карякин Н.Н., Горбатов Р. О. 2019. 3D-печать в медицине. М., ГЭОТАР-Медиа: 240.
6. Лебедеко И.Ю., Арутюнов С. Д., Ряховский. 2016. Ортопедическая стоматология: национальное руководство. М., ГЭОТАР-Медиа: 824.
7. Массирони, Д. Точность и эстетика. Клинические и зуботехнические этапы протезирования зубов / Д. Массирони, Р. Пасчетта, Д. Ромео // М.: ИД Азбука: 2008. — 464 с.
8. Розенштиль С.Ф. 2010. Ортопедическое лечение несъемными протезами. М., Медпресс: 940.
9. Ряховский, А. Н. Цифровая стоматология. М.: ООО «Авантис», 2010. 282 с.
10. Смит Б., Хоу Л. 2010. Коронки и мостовидные протезы в ортопедической стоматологии. Пер. с англ.; под общ. ред. Е. Ю. Новикова. М., МЕДпресс-информ, 344.
11. Шустова В.А., Шустов М. А. Применение 3D-технологий в ортопедической стоматологии. СПб: СпецЛит, 2016. 159 с.

© Вокулова Юлия Андреевна (vokulova@rambler.ru), Жулев Евгений Николаевич (hrustalev54@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»