

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2020

Апресян С.В.<sup>1</sup>, Степанов А.Г.<sup>2</sup>, Ретинская М.В.<sup>1</sup>, Суонио В.К.<sup>1</sup>

## РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ЦИФРОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ И ОЦЕНКА ЕГО КЛИНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», 117198, г. Москва, Российская Федерация;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова», 127473, г. Москва, Российская Федерация

**Введение.** Возрастающие эстетические требования пациентов диктуют специалистам условия использования трехмерных программ для планирования и моделирования стоматологического лечения.

**Цель** — повышение эффективности зубного протезирования путем разработки и клинического обоснования протокола комплекса цифрового планирования стоматологического лечения.

**Материал и методы.** Проведен ретроспективный анализ информационных источников, по результатам которого сформулирован протокол использования цифровых стоматологических технологий для планирования, макетирования и прототипирования зубных протезов.

**Результаты.** Для оценки клинической эффективности разработанного комплекса цифрового планирования стоматологического лечения было обследовано 109 человек, желающих установить на зубы верхней челюсти эстетические керамические конструкции, из них для участия в исследовании были отобраны 48. По завершении этапа планирования стоматологического лечения пациентам исследуемых групп проводили анкетирование на предмет удовлетворенности качеством оказанной стоматологической услуги.

**Заключение.** Разработанный комплекс цифрового планирования позволяет получить предсказуемый результат стоматологического лечения. Применение инновационных компьютерных технологий дает возможность не только контролировать каждый этап реабилитации, но и вносить необходимые изменения на ранних этапах планирования. Согласование с пациентом формы и размера зубов на начальных этапах позволяет избежать конфликтных ситуаций по результату завершения проведенных манипуляций в полости рта.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** цифровое планирование; стоматологическое лечение; цифровая стоматология; качество жизни; планирование лечения; Diagnocat; 3Shape; Exocad; Avantis 3D.

**Для цитирования:** Апресян С.В., Степанов А.Г., Ретинская М.В., Суонио В.К. Разработка комплекса цифрового планирования стоматологического лечения и оценка его клинической эффективности. Российский стоматологический журнал. 2020;24(3):135-140. <http://dx.doi.org/10.17816/1728-2802-2020-24-3-135-140>

Apresyan S.V.<sup>1</sup>, Stepanov A.G.<sup>2</sup>, Retinskaya M.V.<sup>1</sup>, Suonio V.K.<sup>1</sup>

### DEVELOPMENT OF COMPLEX OF DIGITAL PLANNING OF DENTAL TREATMENT AND ASSESSMENT OF ITS CLINICAL EFFECTIVENESS

<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia, 117198, Moscow, Russian Federation;

<sup>2</sup>A.I. Evdokimov Moscow State Medical and Dental University, 127473, Moscow, Russian Federation

*The article considers prerequisites and methods of developing a complex of treatment planning profile in a patient using modern dental computer technologies. We performed a retrospective analysis of data based on the results of a protocol using digital dental technologies for planning, layout, and prototyping of dental prostheses. This developed complex allows for obtaining a predictable result of dental treatment. The use of innovative computer technologies makes it possible not only to control each stage of rehabilitation, but also to make the necessary changes in the early stages of planning. Coordination with patients' shape and size of teeth at initial stages avoids conflict situations by completing manipulations in oral cavity.*

**К е у в о р д с :** digital planning; dental treatment; digital dentistry; quality of life; treatment planning; Diagnocat; 3Shape; Exocad; Avantis 3D

**For citation:** Apresyan S.V., Stepanov A.G., Retinskaya M.V., Suonio V.K. Development of complex of digital planning of dental treatment and assessment of its clinical effectiveness. Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal. 2020;24(3):135-140. <http://dx.doi.org/10.17816/1728-2802-2020-24-3-135-140>

**For correspondence:** Samvel V. Apresyan, Candidate of Medical Sciences, Professor of the Department of orthopaedic dentistry of the Peoples' Friendship University of Russia Medical Institute, dentist, E-mail: [dr.apresyan@gmail.com](mailto:dr.apresyan@gmail.com)

**Acknowledgements:** The study had no sponsorship.

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

Received 10.03.2020

Accepted 16.04.2020

### Обоснование

Использование цифровых технологий в стоматологической практике является уже рутинным про-

цессом для многих стоматологов и зубных техников. Результатом комплексной консультации стоматологического пациента является изготовление прототи-

**Для корреспонденции:** Апресян Самвел Владиславович, кандидат медицинских наук, профессор кафедры ортопедической стоматологии медицинского института РУДН, врач-стоматолог, E-mail: [dr.apresyan@gmail.com](mailto:dr.apresyan@gmail.com)

па зубных протезов, которые утверждены врачом-стоматологом и пациентом на начальных этапах планирования [1].

Для визуализации исходной ситуации в полости рта и планируемого лечения существует большое количество цифровых инструментов и компьютерных программ, позволяющих продемонстрировать пациенту виртуальный макет итога проводимых манипуляций на первичной консультации. Наиболее распространенной технологией, применяемой врачами-стоматологами, является концепция цифрового планирования улыбки (Digital Smile Design) [2]. Большинство подобных технологий в качестве исходных данных используют двухмерную информацию о пациенте в виде фотографий лица и зубных рядов.

Виртуальное реконструирование улыбки используется исключительно на начальных этапах комплексного планирования для понимания эстетических предпочтений пациента. Отсутствие в подобных концепциях трехмерных изображений, в частности компьютерной томографии (КТ), цифровых слепков зубов верхней и нижней челюстей, скана лица и других данных пациента, может привести к возникновению разногласий вследствие его неудовлетворенности формой и размером зубных протезов [3].

Существует несколько методов определения функциональности итоговых ортопедических конструкций и удовлетворенности результатом лечения. Наиболее распространенным из них, применяемым для выяснения пожеланий пациента на начальных этапах лечения, является анкетирование. Очень важно, чтобы вопросы, включенные в анкету, были понятны пациентам и не требовали дополнительных разъяснений [4].

Учитывая возрастающие эстетические требования пациентов, все чаще специалисты начинают использовать в своей практике трехмерные программы для планирования и моделирования стоматологического лечения [5]. Понятие комплексного цифрового планирования стоматологического лечения включает в себя не только наличие факторов эстетического протезирования, таких как цвет, форма и положение зубов в зубном ряду, но и возможность физического воплощения виртуального прототипа в реальности, а также санационный этап [6]. Однако до сих пор отсутствуют обоснованные рекомендации практического здравоохранения по этапности комплекса цифрового планирования стоматологического лечения на амбулаторно-поликлиническом приеме.

**Цель исследования** — повышение эффективности зубного протезирования путем разработки и клинического обоснования протокола комплекса цифрового планирования стоматологического лечения.

## Методы

Для достижения поставленной цели на первом этапе проанализированы информационные источ-

ники с целью определения актуальности и обобщении данных о планировании стоматологического лечения с использованием современных компьютерных технологий. Поиск литературы проводили по базам научных электронных библиотек eLIBRARY, Scopus, PubMed и прочих сайтов сети Интернет.

В результате проведенного анализа был разработан следующий протокол комплексного цифрового планирования стоматологического лечения:

- 1) Санационный этап,
- 2) 2D-визуализация и планирование дизайна улыбки,
- 3) 3D-визуализация,
- 4) 3D-планирование и моделирование прототипа улыбки,
- 5) 3D-печать прототипа улыбки.

### *Санационный этап*

Санационный этап является первым и основополагающим элементом цифрового комплекса стоматологического лечения, который состоит из стоматологического осмотра полости рта, диагностики и лечения основных стоматологических патологий до этапа зубного протезирования. Ряд авторов отмечает серьезные проблемы, связанные с недостаточной диагностикой и предшествующим ортопедической реабилитации лечением. Решению указанных проблем помогают современные цифровые стоматологические технологии, такие как компьютерная томография (КТ), внутритротовые сканеры с функциями определения цвета зубов и обнаружения скрытых кариозных полостей, аутофлуоресцентная стоматоскопия. Однако стоит заметить, что ряд указанных технологий требует наличия у исследователя определенного опыта работы и специальных знаний, в частности описания данных компьютерных томограмм.

В качестве инструмента для рентгенологической диагностики в данном исследовании использовали технологию Diagnostics на основе искусственного интеллекта, способную за 2 мин проанализировать результаты КТ, предоставив при этом несколько вариантов отчета (рис. 1).

Следует отметить, что технологию Diagnostics необходимо использовать исключительно в качестве помощника врачу-стоматологу для анализа КТ, но не как инструмент постановки диагнозов.

Наличие КТ является обязательным элементом предложенного нами протокола комплекса цифрового планирования для полноценного трехмерного создания виртуальной сцены лечения.

### *2D-визуализация и планирование дизайна улыбки*

Первостепенной задачей врача-стоматолога на первичной консультации является мотивация пациента на комплексное стоматологическое лечение. Данный этап включает в себя двухмерную визуализацию исходной клинической ситуации и презентацию возможных эстетических решений будущего



Рис. 1. Технология искусственного интеллекта Diagnostics.



Рис. 2. Пациентка с широкой улыбкой.

зубного протезирования. Для 2D-визуализации мы предлагаем использовать фотопротокол с обязательным включением фотографии лица пациента с широкой улыбкой и макрофотографии зубов в центральном соотношении с ретрактором (эти фотографии необходимы для последующих этапов планирования дизайна улыбки). Существует много протоколов дентальной фотографии, который каждый врач-стоматолог выбирает для себя сам (рис. 2, 3).

Для 2D-планирования дизайна улыбки используют такие программы и сервисы, как iSmileStudio, 3Shape Smile Design, DSD, SmileCloud и другие, позволяющие быстро в присутствии пациента презентовать предстоящее лечение (рис. 4).

### 3D-визуализация

Этап 3D-визуализации предполагает получение трехмерных данных в формате .stl, которые в дальнейшем используются в CAD-программах (от англ. Computer Aided Design — *система автоматизированного проектирования*) для составления виртуальной сцены планирования. Обязательным элементом предлагаемого комплекса являются данные компьютерной томографии и цифровые слепки зубов верхней и нижней челюстей. С этой целью возможно использование любого современного интраорального 3D-сканера (рис. 5).



Рис. 3. «Улыбка» пациентки с ретрактором.

Использование 3D-скана лица является желательным, но не обязательным элементом данного этапа. Упомянутые выше трехмерные изображения будут достаточными для проведения комплексного цифрового планирования стоматологического лечения. Однако наличие скана лица позволит более персонализированно осуществить планирование будущего лечения. Для этой цели можно использовать как стационарные сканеры (например, FaceHunter, ZirkonZahn), так и специальные мобильные приложения, позволяющие с помощью смартфонов создавать трехмерные изображения лица (например, Bellus3D AppFace) (рис. 6).

### 3D-планирование и моделирование прототипа улыбки

Планирование дизайна улыбки в 2D-режиме возможно только на первичной консультации с целью мотивации пациента на комплексное лечение. Применять результаты такого планирования для изготовления окончательных конструкций невозможно ввиду отсутствия объемных данных. После получе-



Рис. 4. 2D-планирование дизайна улыбки в программе SmileCloud.



Рис. 5. Цифровые слепки зубов верхней и нижней челюсти.

ния информации о пациенте в виде двухмерных и трехмерных файлов можно перейти непосредственно к созданию дизайна улыбки в 3D-формате, для чего можно использовать различные стоматологические CAD-платформы, такие как Exocad, 3Shape, Avantis 3D и др. (рис. 7).

#### 3D-печать прототипа улыбки

Логическим завершением предыдущего этапа является создание виртуального прототипа будущей улыбки и изготовление его методом прототипирования с использованием 3D-принтеров (рис. 8).

#### Результаты

Для оценки клинической эффективности разработанного комплекса цифрового планирования стоматологического лечения было обследовано 109 человек, желающих установить на зубы верхней челюсти эстетические керамические конструкции. В соответствии с разработанными критериями включения, невключения и исключения из исследования были отобраны 48 человек. В группу исследования вошли пациенты, которым проводили диагностику и планирование стоматологического лечения по предложенному цифровому комплексу. Группу сравнения составили пациенты, которым диагностику, планирование, макетирование и прототипирование улыбки проводили аналоговым методом с

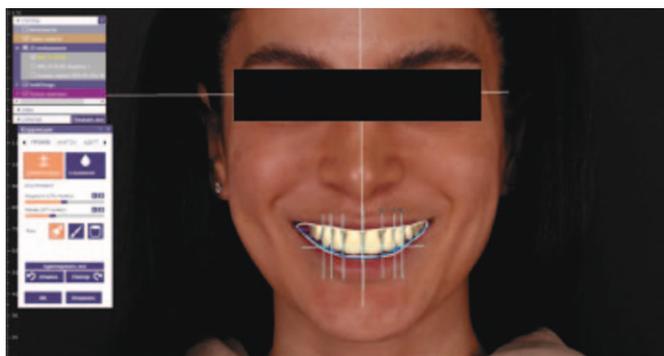


Рис. 7. 3D-планирование стоматологического лечения в программе Exocad.



Рис. 6. Скан лица, полученный с помощью мобильного приложения Bellus 3D.

получением физических оттисков, последующим восковым моделированием, внутриротовым изготовлением макетов прямым методом через силиконовый ключ. По завершении этапа планирования стоматологического лечения пациентам исследуемых групп проводили анкетирование на предмет удовлетворенности качеством оказанной стоматологической услуги. В качестве анкеты использовали модифицированные в соответствии с задачами исследования материалы, рекомендуемые Департаментом здравоохранения г. Москвы Министерства здравоохранения РФ. Анкета требовала односложных ответов (да, нет).

1. Врач принял Вас в установленное по записи время?
2. Вы удовлетворены отношением врача к Вам (доброжелательность, вежливость)?
3. Перед обращением в медицинскую организацию Вы обращались к информации, разме-



Рис. 8. Прототип будущих зубных протезов.

щенной на официальном сайте медицинской организации?

4. При обращении в медицинскую организацию Вам назначалось рентгенологическое диагностическое исследование?
5. Вы удовлетворены комфортностью условий предоставления услуг в медицинской организации?
6. Было ли у Вас достаточно времени для принятия решения о форме, цвете и положении Ваших зубов на этапе согласования макета будущей улыбки?
7. Испытывали Вы какой-либо дискомфорт при проведении манипуляций в полости рта?
8. Совпадали форма и положение зубов в зубном ряду, согласованные на начальном этапе визуализации дизайна улыбки, с аналогичными показателями после фиксации физического макета?
9. Соответствовали ли Ваши ожидания полученным результатам?
10. Оказание услуги по диагностике и планированию стоматологического лечения требовало однократного присутствия в клинике?
11. В целом Вы удовлетворены условиями оказания услуг в данной медицинской организации?

При анализе коэффициентов учитывались причины их снижения, а также замечания и предложения опрошенных.

Анкетирование на предмет удовлетворенности стоматологическим лечением в 100% случаев дало положительный ответ на первые три вопроса. Остальные вопросы подтверждают актуальность цифровизации лечебных учреждений при информировании пациентов о способах удаленного доступа. Также все респонденты отмечали полноценную визуализацию вариантов, примеров, качественное описание представленных на сайте клиники материалов и технологий, используемых в лечении, как определяющих в выборе лечебного учреждения, а также удовлетворительные результаты лечения.

Согласие пациентов по остальным вопросам анкеты не было столь единодушным.

## Обсуждение

Отвечая на вопрос о комфортности условий предоставления услуг в медицинской организации, 5 пациентов группы сравнения ответили отрицательно, тогда как пациенты основной группы в полном составе дали положительный ответ. Учитывая, что ответы на 9-й вопрос о соответствии ожиданий полученным результатам у данного контингента также были отрицательными, можно предположить, что речь идет о той части пациентов, которые остались неудовлетворенными итогом макетирования и не смогли разделить данную неудовлетворенность с общим пониманием комфортности условий предоставления услуг.

Определенный дискомфорт в процессе диагностических процедур (вопрос № 7) испытывали 13 (%) респондентов группы контроля против 24 (50%) пациентов основной группы, удовлетворенных аналогичной процедурой. При личном общении выяснилось, что дискомфорт был обусловлен неоднократным снятием физических оттисков, что вызывало у некоторых участников рвотные позывы и страх повреждения зубов при извлечении оттиска после структурирования, 9 пациентов отмечали неприятные ощущениями, связанными с запахом пластмассы и удалением ее остатков после фиксации макета, его шлифовании и полировании в полости рта.

Вопрос № 8 о соответствии ожиданий результатам макетирования также получил подтверждение у половины респондентов основной группы (24, т. е. 50%), в то время как 12 пациентов группы сравнения испытывали неудовлетворенность от формы и положения зубов, согласованных с врачом-стоматологом на этапе воскового моделирования.

## Заключение

Подводя итог, можно сделать вывод о клинической эффективности предложенного комплекса цифрового планирования стоматологического пациента. Использование программ для 2D-планирования дизайна улыбки уже на первичной консультации способствует мотивации пациента к комплексному лечению. Применение цифровых устройств на этапах получения цифровых слепков зубных рядов избавляет пациентов от дискомфорта, связанного с внутриротовыми стоматологическими манипуляциями традиционными аналоговыми методами. Главным преимуществом предложенного комплекса является идентичность результата стоматологической реабилитации с согласованным дизайном улыбки на начальных этапах лечения.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Coachman C., Calamita M.A., Sesma N. Dynamic documentation of the smile and the 2D/3D digital smile design process. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2017;37(2):183–93. Doi: 10.11607/prd.2911.
2. Golub-Evans J. Unity and variety: essential ingredients of a smile design. *Curr Opin Cosmet Dent.* 1994;1–5.
3. Zimmermann M., Mehl A. Virtual smile design systems: a current review. *Int J Comput Dent.* 2015;18(4):303–17.
4. Barão V.A., Gennari-Filho H., Goiato M.C., dos Santos D.M., Pesqueira A.A. Factors to achieve aesthetics in all-ceramic restorations. *J Craniofac Surg.* 2010;21(6):2007–12. doi: 10.1097/SCS.0b013e3181f535d4.
5. Арутюнов С.Д., Лебедев И.Ю., Манин О.И., Степанов А.Г. *Стоматологические инновации.* М.: Новик; 2014. 152 с.
6. Апресян С.В., Горяинова К.Э. Виртуальное прототипирование улыбки стоматологического пациента. В кн.: Салеев Р.А., ред. *Актуальные вопросы стоматологии.* Сборник научных трудов, посвященный основателю кафедры ортопедической стоматологии КГМУ профессору Исааку Михайловичу Оксману. Казань: Казанский государственный медицинский университет; 2019:22–4.

## REFERENCES

1. Coachman C, Calamita MA, Sesma N. Dynamic documentation of the smile and the 2D/3D digital smile design process. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2017;37(2):183–93. doi: 10.11607/prd.2911.
2. Golub-Evans J. Unity and variety: essential ingredients of a smile design. *Curr Opin Cosmet Dent.* 1994:1–5.
3. Zimmermann M, Mehl A. Virtual smile design systems: a current review. *Int J Comput Dent.* 2015;18(4):303–17.
4. Barão VA, Gennari-Filho H, Goiato MC, dos Santos DM, Pesqueira AA. Factors to achieve aesthetics in all-ceramic restorations. *J Craniofac Surg.* 2010;21(6):2007–12. doi: 10.1097/SCS.0b013e3181f535d4.
5. Arutyunov SD, Lebedenko IYu, Manin OI, Stepanov AG. Dental innovation. [Stomatologicheskie innovatsii]. Moscow: Novik; 2014. 152 p. (in Russian)
6. Apresyan SV, Goryainova KE. Virtual prototyping of a dental patient's smile. In: Saleev R.A., ed. *Actual issues of dentistry.* Collection of manuscripts dedicated to the founder of the Department of Prosthetic Dentistry of KSMU, Professor Isaak Mikhailovich Oksman. [Aktual'nye voprosy stomatologii. Aktual'nye voprosy stomatologii. Sbornik nauchnykh trudov, posvyashchennyy osnovatelyu kafedry ortopedicheskoy stomatologii KGMU professoru Isaaku Mikhailovichu Oksmanu]. Kazan: Kazanskiy gosudarstvennyy meditsinskiy universitet; 2019:22–4. (in Russian)

Поступила 10.03.2020  
Принята к печати 16.04.2020