

УДК 616.314-08:004.94

ЦИФРОВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЯМОЙ КОМПОЗИТНОЙ РЕСТАВРАЦИИ ПЕРЕДНЕЙ ГРУППЫ ЗУБОВ

Казеко Л.А., Пстыга Е.Ю., Егизарян Р.Г., Небышинец М.Д.

УО «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

В статье проведена оценка эффективности и целесообразности применения ряда цифровых технологий, доступных для внедрения в реставрационную стоматологию. В исследовании принял участие 1 пациент 21 года со сколами режущих краев и небных стенок (~2 x 1 мм) зубов 1.1, 1.2. Для восстановления дефектов выполнено: фотопротоколирование зубных рядов пациента, прикуса, характера дефекта, планирование лечения с помощью программы «Adobe Photoshop», определение и подбор цвета будущей реставрации зуба 1.1, препарирование зубов с формированием скосов, перенос цифрового wax-up с помощью силиконового ключа фотоотверждаемым композиционным материалом. Восстановление зуба 1.2 осуществлялось без применения цифровых методик. Сформулированы критерии, произведен анализ целесообразности внедренных методик, дана оценка по субъективной шкале «VAS» и в соответствии с критериями качества реставрации «FDI», проведен сравнительный анализ методик с применением и без применения цифровых технологий.

Ключевые слова: цифровые технологии; цветовые модели; композитная реставрация; силиконовая матрица; цифровой wax-up; шкала субъективной оценки VAS; критерии качества реставрации «FDI».

Введение. В современной стоматологии восстановление передней группы зубов считается одним из наиболее сложных и ответственных этапов, так как малейшие отклонения в форме, прозрачности или цвете могут нарушить естественность улыбки и мимики. Оптимальное состояние передних зубов не только обеспечивает функциональность, но и существенно влияет на социальную коммуникацию и психологический комфорт пациента.

В большинстве случаев разрушение части коронки зуба не является показанием к созданию керамических реставраций. Композиционные материалы позволяют восстанавливать зубы в соответствии с принципом биомиметики, избегая трудозатратных и требовательных с технической точки зрения мелких керамических реставраций, так называемых частичных виниров [1].

Композитные смолы – высокоспециализированный класс реставрационных материалов, обладающих четкими клиническими показаниями к применению в передних и боковых отделах зубного ряда. Их основные преимущества включают технологичность применения, сокращение числа клинических этапов, высокую адгезию к тканям зуба, а также широкий ассортимент доступных на рынке модификаций, что обеспечивает их широкое использование в современной стоматологической практике. Кроме того, композиционные смолы можно эффективно использовать для улучшения эстетики улыбки с помощью малоинвазивных

методов лечения при низкой стоимости и высокой клинической эффективности [2].

Создание прямых композитных реставраций передней группы зубов сопряжено с рядом трудностей, их преодоление связано с большим количеством клинических факторов, к числу которых относится уровень мануальных навыков, материально-технического оснащения, качество планирования лечения.

В связи с большим количеством проблем при выполнении прямых реставраций передних зубов считается, что цифровые технологии могут помочь в их решении на этапах лечения.

Современная стоматология стремительно развивается благодаря внедрению цифровых технологий. Цифровизация повышает точность, сокращает сроки лечения и улучшает комфорт пациентов, делая стоматологическое лечение более совершенным и эффективным.

Цифровая стоматологическая фотография – исключительный инструмент для эстетической и функциональной диагностики, документирования информации о пациенте. Многое из того, что доступно сегодня при лечении зубов, в значительной степени зависит от способности стоматологов в полной мере фиксировать необходимую диагностическую информацию [3]. Фотография и компьютерная обработка изображения облегчает диагностику и планирование стоматологического лечения, это действенный инструмент мотивации пациентов [1].

Адекватный анализ оттенка зубов, как и репродукция цвета для максимально возможной имитации естественного вида – одна из сложных задач практической стоматологии при реабилитации пациентов посредством разных типов реставраций [4]. Цифровые технологии позволяют объективно оценить оттенок зубов, минимизируя субъективные ошибки визуального подбора и повышая точность воспроизведения оптических свойств композиционного материала [5].

В большинстве случаев композитные реставрации изготавливают исключительно «от руки», без помощи шаблонов. Такой широкий подход эффективен при лечении детей, но у взрослых пациентов реставрации часто имеют большой объем и сложную конфигурацию, что затрудняет достижение оптимального результата при отсутствии навигации [6]. Цифровой wax-up с последующим изготовлением прозрачного силиконового ключа позволяет точно перенести запланированную анатомию фронтальных реставраций на клинический этап, обеспечивая высокую точность контуров и оптимальное распределение композиционного материала.

Таким образом, использование цифровых технологий имеет высокий потенциал применения и открывает широкий горизонт возможностей в композитной реставрации передней группы зубов.

Материалы и методы. В исследовании принял участие пациент 21 года с эстетическими дефектами зубов 1.1, 1.2, полученными в результате спортивной травмы. При осмо-

тре на зубах 1.1, 1.2 выявлены сколы режущих краев и фрагментов небных поверхностей (~2 × 1 мм) до 1/3 высоты клинических коронок в пределах эмали (S02.50 – перелом только эмали зуба, откол эмали) (рис. 1). Было получено мотивированное согласие пациента на участие в исследовании.

Для проведения сравнительного анализа реставрации с применением цифровых технологий и без них было принято решение проводить восстановление зуба 1.1 при помощи цифровых методик, зуба 1.2 – традиционным способом. Было выполнено фотопротоколирование зубных рядов пациента, прикуса, характера дефекта, с использованием фотокамеры «Canon EOS 550D» с макрообъективом и биполярной вспышкой, экспорт фотографий в программу «Adobe Photoshop».

Результаты и их обсуждение

По экспортированным фотографиям осуществляли планирование реставрации в «Adobe Photoshop» следующим образом: зубы 2.1 и 2.2 выделены на картинке в качестве объектов, дублированы, ротированы зеркально и припасованы на место дефектных зубов. В результате сконструирована картинка будущей реставрации с соблюдением принципов симметрии (рис. 2), что позволило оценить объем предстоящей работы, согласовать ее с зубным техником и пациентом.

Действие многих факторов затрудняет процесс объективизации цветового анализа зубов и его репродукции, одним из которых является



Рис. 1. Исходная клиническая картина: вид травматических сколов зубов 1.1, 1.2 вестибулярно и орально



Рис. 2. Конструирование реставрации в «Adobe Photoshop»

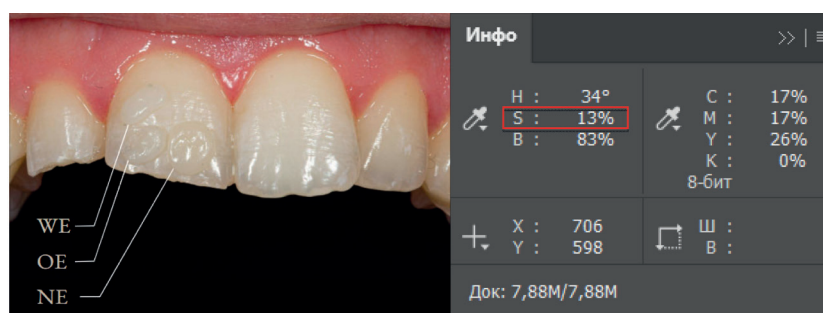


Рис. 3. Определение насыщенности (S) эмали зуба 1.1 в «Adobe Photoshop»

различное освещение интересующей области, которое искажает эффект цветовосприятия окончательных реставраций. Цифровая фотография стала одним из инструментов, позволяющим произвести объективный анализ оттенков. Для анализа цвета существует несколько цветовых моделей, но ни одна из моделей не считается идеальной. Устройство моделей одинаково: в каждой принято несколько базовых компонентов и каждый вносит вклад в создание определенного цвета. Самые известные цветовые модели: 1) RGB; 2) CMYK; 3) Lab; 4) HSB [7]. Из всего разнообразия была выбрана цветовая модель «HSB», как наиболее доступная и целесообразная для практического применения. В данной модели имеется три показателя: тон, насыщенность и яркость. Насыщенностью является характеристика чистоты цвета, где 0 % соответствует серому, а 100 % – наиболее яркому варианту цвета. Значение данного показателя ключевой фактор при анализе оттенков. При адекватно откалиброванном изображении можно измерить количество цветности (насыщенности) в области зуба и, опираясь на данный показатель, осуществлять выбор цвета будущей реставрации.

Для определения цвета применена методика «горошин» (с помощью специальных образцов-эталонов, напоминающих по форме горошины или шарики). Для зуба 1.2 методика реализована в классическом аналоговом формате, с визуальной оценкой соответствия цвета композиционного материала и зуба. Для 1.2 в результате визуальной оценки выбран композиционный материал «Estelite Asteria» цвета A2B. В то время как для зуба 1.1 методика перенесена в программу «Adobe Photoshop».

В окне «INFO» по щелчку на маленький значок пипетки появляется раскрывающееся меню. При нажатии на опцию «HSB Color»

12%	WE
20%	OE
24%	NE
13%	Зуб 1.1

Рис. 4. Сравнительный анализ насыщенности зуба и композиционных материалов

отображается таблица с цифровыми значениями показателей оттенка, насыщенности и яркости. При наведении курсора в интересующей области зуба и композиционного материала, избегая бликующие участки, фиксируется значение S (saturation), оно обозначает процент насыщения (рис. 3).

Результаты, полученные в ходе измерения данного показателя в нескольких точках исследуемых объектов, перенесены в таблицу, где при помощи инструмента «пипетка» удалось наглядно представить визуальные отличия оттенков материала и зуба (рис. 4).

У композита «Estelite Asteria» цвета «WE» показатель насыщенности наиболее приближен к значению зуба 1.1. Цвета «OE» и «NE» имеют расхождения 7 и 11 % соответственно. Таким образом, материалом выбора стал «Estelite Asteria» цвета «WE».

После тщательного планирования реставрации были получены двухэтапные двухслойные оттиски верхней и нижней челюсти из силиконового эластомера конденсируемого типа (Speedex) (рис. 5).

Отлиты модели из сверхтвердого гипса 4-го класса. Модели были отсканированы и экспортированы в программу «Exocad». Зуб-

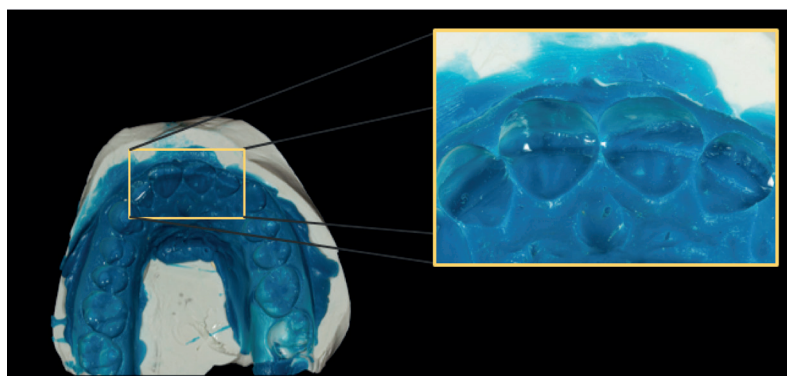


Рис. 5. Точное отображение сегмента 1.2–2.2

ным техником в указанной программе было произведено цифровое моделирование реставраций зубов 1.1, 1.2. На основе цифрового проекта с помощью стереолитографа осуществлена филаментная трехмерная печать моделей из пластмассы (рис. 6).

Было решено отойти от привычной методики восстановления зуба по ключу, где последний используется для восстановления лишь небной стенки. С помощью прозрачного силикона А-типа («glassbite») снят частичный оттиск с целью его использования в качестве матрицы для композитной реставрации (рис. 7). Прозрачный силикон позволяет сделать ключ для моделирования всех стенок реставраций одновременно, что увеличивает скорость работы и точность переноса формы зуба и его анатомии с wax-up.

В дальнейшем было произведено щадящее препарирование зубов с формированием скосов минимальной толщины шириной до 1/2 высоты коронки зуба. Рабочее поле было изолировано системой коффердам. Затем проводилось протравливание эмали гелем 37 %-ой ортофосфорной кислоты 20 секунд, промывание водой и высушивание струей воздуха.

Для профилактики затекания материала в контактные пункты в межзубные промежутки предварительно были установлены лавсановые матрицы. После на препарированные поверхности была нанесена адгезивная система V поколения («Prime & Bond NT»), распределена отраженной струей воздуха и полимеризована в течение 20 секунд. Осуществлена адаптация пакуемого композиционного материала («Estelite Asteria WE») на подготовленные



Рис. 6. Цифровой wax-up зубов 1.1, 1.2



Рис. 7. Получение ключа сегмента 1.3–2.2

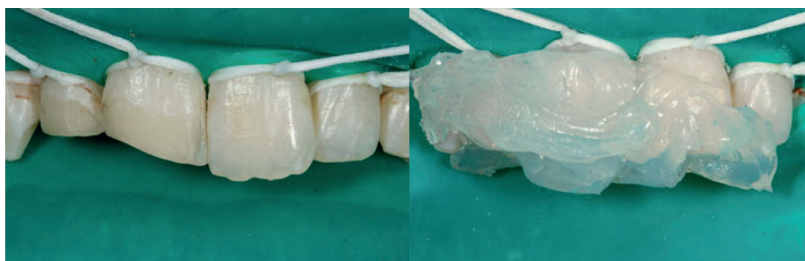


Рис. 8. Компрессия композиционного материала прозрачной силиконовой матрицей



Рис. 9. Вид реставраций до и после шлифовки и полировки

поверхности зуба 1.1, установка прозрачного поливинилсилоксанового шаблона на соответствующий сегмент зубного ряда и полимеризация со стороны режущего края, с вестибулярной и оральной поверхностей (по 40 секунд с каждой) (рис. 8). Реставрация зуба 1.2 выполнена в произвольной методике послойным внесением композиционного материала («Estelite Asteria A2B»).

Компрессия пакуемого композиционного материала оставила неровности на поверхности и по контурам реставрации (рис. 9). Мы считаем, что причина в излишней плотности пакуемого материала, предполагаем, что при использовании более пластичных пакуемых композиционных материалов результат оказался бы более удовлетворительным.

Осуществлена шлифовка абразивными дисками (TOP BM) и полировка инструментом «Pogo One-Step» (окончательная шероховатость поверхности 0,060 мкм) (рис. 9).

Была проведена сравнительная оценка реставраций, полученных с применением и без применения цифровых технологий, по критериям оценки «FDI» (2008 г.). Данная оценка включает следующие критерии: цвет, прозрачность, анатомическая форма, краевая пигментация, краевое прилегание, контур реставрации. Баллы выставляются по шкале, где 5 – абсолютно неприемлемый результат, а 1 – полностью удовлетворительный результат. Итоги реставрации приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Сравнительные результаты реставраций зубов 1.1, 1.2.

Критерии	1.1	1.2
Цвет	1	4
Прозрачность	2	4
Анатомическая форма	1	5
Краевая пигментация	1	1
Краевое прилегание	1	1
Контур реставрации	1	1

Согласно результатам, различия в функциональных характеристиках не выявлены. В то же время с эстетической точки зрения реставрация, выполненная с использованием произвольной методики, уступает альтернативному способу восстановления.

При сравнительной оценке по критериям «FDI» реставрации с применением цифровых технологий были оценены на 9 баллов выше реставраций, выполненных без вспомогательных методик.

Использованные методы применения цифровых технологий были оценены в соответствии со шкалой субъективного анализа «VAS». Последняя является измерительным инструментом для субъективных характеристик или установок, которые нельзя измерить эмпирически. При измерении с помощью данной шкалы указывается степень удовлетворенности от 1 до 10, где 1 – абсолютная неудовлетворенность, а 10 – полная удовлетворенность. Результаты применения цифровых технологий приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты анализа целесообразности примененных цифровых методик.

Критерии	Цифровое планирование	Определение цвета в «Adobe Photoshop»	Цифровой «wax-up» и силиконовый ключ
Удобство применения	7	4	7
Облегчение работы	7	8	5
Доступность	5	5	1
Увеличение скорости работы	3	3	6
Влияние на результат	5	10	8

Как видно из результатов оценки, метод цифрового планирования удобен в применении, облегчает работу, имеет среднюю доступность, но негативно сказывается на скорости работы, при невыраженном влиянии на результат (сумма баллов по шкале «VAS» равна 27).

В то же время метод определения цвета в «Adobe Photoshop» неудобен в применении (для определения насыщенности требуется выборка значений с множества участков фотографии), однако облегчает выбор цвета, и, несмотря на снижение скорости работы, положительно сказывается на результате (сумма баллов по шкале «VAS» равна 30).

Методика применения цифрового wax-up с последующим использованием силиконового шаблона удобна в применении, увеличивает скорость работы (однако требует дополни-

тельного клинического и лабораторного этапа работы) и качество итогового результата, однако данная техника остается малодоступной (сумма баллов по шкале «VAS» равна 27).

Так, наибольшим количеством баллов по шкале «VAS» оценена методика определения цвета по фотографии в «Adobe Photoshop» (30 баллов).

Заключение. Цифровые технологии открывают новые возможности в совершенствовании планирования и выполнения композитных реставраций. Выбранные методики продемонстрировали целесообразность использования, несмотря на несовершенство протоколов их применения, повысили прогнозируемость и удобство работы врача, расширили возможности планирования лечения и удовлетворения эстетических потребностей пациента.

Список цитированных источников

1. Манье, П. Биомиметика в реставрационной стоматологии. Том 1. Принципы и базовые клинические манипуляции / П. Манье, У. Бельсер. – Quintessence Publishing Co. Inc. – 2022. – С. 310, 454.
2. Color and Translucency Compatibility Among Various Resin-Based Composites and Layering Strategies / E. Bianca-Varvara, C. Gaspari, J. Ruiz-López [et al.] // Dent. J. – 2025. – №13(4). – С. 173.
3. McLaren, E. Digital photography enhances diagnostics, communication, and documentation / E. McLaren, T. Schoenbaum // Compendium of continuing education in dentistry. – 2011. – №4 (8).
4. McLaren, E. Combine conventional and digital methods to maximize shade matching / E. McLaren, T. Schoenbaum // Compendium of continuing education in dentistry. – 2011. – №4(2).
5. Does background color influence visual thresholds? / M. M. Pérez, A. Della Bona, F. Carrillo-Pérez [et al.] // J of Dentistry. – 2020. – № 102.
6. Манье, П. Биомиметика в реставрационной стоматологии. Том 2. Сложные клинические решения и уход после реставрационного лечения / П. Манье, У. Бельсер. – Quintessence Publishing Co. Inc. – 2022. – С. 314.
7. Крылов, А.Б. Коррекция изображений в программе «Adobe Photoshop» / А.Б. Крылов., Н. В. Тишевич. – Минск : Бел. гос. мед. ун-т, 2007. – С. 20.

DIGITAL PLANNING AND MODELLING OF DIRECT COMPOSITE RESTORATION OF ANTERIOR GROUP OF TEETH

L.A Kazeko, K.Y. Pstyga, R.G. Yegiazaryan, M.D. Nebyshinets

Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

This article evaluates the effectiveness and feasibility of a number of digital technologies available for implementation in restorative dentistry. A 21-year-old patient with chipped incisal edges and palatal walls (~2 x 1 mm) of teeth 1.1, 1.2 was selected for the study. In order to restore the indicated defects a number of manipulations were performed: photo-prototyping of the patient's dental rows, bite, nature of the defect, treatment planning with the help of the program "Adobe Photoshop", determination and selection of the color of the future restoration of tooth 1.1, preparation of teeth with the formation of bevels, transfer of digital wax-up with the help of a silicone key with light-curing composite material. Tooth 1.2 was restored without digital techniques. The criteria were formulated, the feasibility of the implemented techniques was analyzed, the subjective VAS scale and the FDI restorative quality criteria were evaluated, and a comparative analysis of the techniques with and without digital technology was performed.

Keywords: digital technology; color models; composite restoration; silicone matrix; VAS subjective assessment scale.