

УДК 617.3

## ОРТОПЕДИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ CAD-CAM

*Р.С. Алымбаев, Т.К. Абдышев*

Рассматриваются материалы по новой компьютерной технологии CAD-CAM, которая дает быстрое решение проблемы по замещению дефектов, не подлежащих терапевтическому, эндодонтическому лечению, и позволяет быстро и точно заполнить дефект.

*Ключевые слова:* новые технологии; ортопедическое лечение; система; цифровые фотографии; CAD-CAM система.

## ORTHOPEDIC TREATMENT WITH THE USE OF COMPUTER TECHNOLOGY CAD-CAM

*R.S. Alymbaev, T.K. Abdyshev*

Article considers material on the new computer technology CAD-CAM that gives us a quick solution for the replacement of defects that cannot be therapeutic, endodontic treatment allowing to fill quickly and precisely defect.

*Keywords:* new technologies; orthopedic treatment; system; digital photos; CAD-CAM system.

**Актуальность.** В настоящее время начинает формироваться новая перспективная предметная область “Компьютерные технологии в медицине”. Компьютерные технологии или информационные технологии (ИТ, от *англ.* Information technology, IT) – это обобщенное название технологий, отвечающих за хранение, передачу, обработку, защиту и воспроизведение информации с использованием компьютеров [1–3]. Компьютерная обработка графической информации позволяет быстро и тщательно обследовать пациента и показать результаты его обследования как самому пациенту, так и другим специалистам. Первые устройства для визуализации состояния полости рта представляли собой модифицированные эндоскопы и были дорогими. В настоящее время разработаны разнообразные внутриротовые цифровые фото- и видеокамеры (Acu Cam Concept N (Gendex), Image CAMUSB 2.0 digital (Dentrix), SIROCAM и др. [1, 4]. Такие приборы легко подключаются к персональному компьютеру и просты в использовании. Созданы программы и устройства, анализирующие цветковые показатели тканей зуба, например, системы Transcend (Chestnut Hill USA) и VITA (Germany). Эти устройства помогают определить цвет будущей реставрации более объективно. Одной из таких современных технологий, применяемых в стоматологии, является система CAD/CAM. CAD/CAM расшифровывается как “Computer

Assisted Design/Computer Aided Manufacturing”, что в переводе на русский звучит как “компьютерный дизайн/производство под управлением компьютера”. CAD/CAM-системы уже длительное время успешно применяются в различных отраслях машиностроения, а также в ювелирной промышленности [2, 5]. В стоматологии CAD/CAM-системы применяются для производства каркасов зубных протезов с помощью конструирования на компьютере и фрезерования на станках с числовым программным управлением.

Цель данной работы – донести информацию об электронных данных для моделирования и получения данного изделия по системе CAD-CAM.

**Материалы исследования.** Основной принцип работы всех современных стоматологических CAD/CAM-систем состоит из следующих этапов:

1. Сбор данных о рельефе поверхности протезного ложа специальным устройством и преобразование полученной информации в цифровой формат, приемлемый для компьютерной обработки.
2. Построение виртуальной модели будущей конструкции протеза с помощью компьютера и с учетом пожеланий врача (этап CAD).
3. Непосредственное изготовление самого зубного протеза на основе полученных данных с помощью устройства с числовым программным управлением из конструкционных материалов (этап CAM).

Считывание информации о рельефе поверхности и перевод ее в цифровой формат осуществляется оптическими или механическими цифровыми преобразователями (дигитайзерами). Основное отличие оптического слепка от обычной плоской цифровой фотографии объекта состоит в том, что он является трехмерным, т. е. каждая точка поверхности имеет свои четкие координаты в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Устройство для получения оптического слепка, как правило, состоит из источника света и фотодатчика, преобразующего отраженный от объекта свет в поток электрических импульсов. Последние оцифровываются, т. е. кодируются в виде последовательности цифр 0 и 1, и передаются в компьютер для обработки. Механические сканирующие системы считывают информацию с рельефа контактным зондом, который шаг за шагом передвигается по поверхности согласно заданной траектории. Прикасаясь к поверхности, устройство наносит на специальную карту пространственные координаты всех точек контакта и оцифровывает их. Для обеспечения максимальной точности в процессе сканирования от начала и до конца недопустимо малейшее отклонение сканируемого объекта относительно его первоначального положения.

Внутриротовое сканирование проводится аппаратом iTero, разработанным корпорацией CadentInc для цифрового снятия слепка с применением интраорального сканера. Система включает в себя также рабочую станцию CAD в зуботехнической лаборатории, компьютер для обработки данных и производственный центр поддержки Cadent. Для снятия цифрового слепка стоматолог сначала заполняет электронную форму, что позволяет iTero мгновенно разработать индивидуальную последовательность сканирования для каждого конкретного пациента. С помощью аудиоподсказок система запрашивает у стоматолога, какой материал будет использоваться для изготовления реставрации, тип финишной линии препарирования, оттенок зубов и реставрации и любые особые пожелания, а также регистрировать прикус. Вся процедура занимает примерно 3–4 минуты. При необходимости стоматолог может внести нужные изменения и выполнить дополнительное сканирование.

Затем электронный файл пересылают в лабораторию, где зубной техник изучает полученный клинический случай и проверяет файл на полноту и точность. После завершения компьютерного моделирования конструкции (CAD) зубной техник пересылает эти данные в Cadent. Затем происходит моделирование конструкции протеза. Получив со сканера оцифрованную информацию о рельефе поверхности протезного ложа, присту-

пают к построению его изображения на экране монитора. После этого специальное программное обеспечение предлагает врачу наиболее приемлемый вариант реставрации зуба. Некоторые из современных компьютерных программ могут спроектировать протезы, не уступающие по своим параметрам работам опытных зубных техников. Степень вмешательства, необходимого для оператора системы CAD/CAM, чтобы спроектировать реставрацию, может меняться в пределах от минимальных пользовательских настроек до существенного изменения конструкции. Даже в наиболее автоматизированных системах пользователь обычно имеет возможность изменить автоматически спроектированную реставрацию согласно своим предпочтениям.

Широкое развитие получило трехмерное анимированное моделирование будущей конструкции. Оно в значительной мере упрощает и ускоряет процесс создания виртуальной модели протеза, делает его более наглядным. Врач может рассмотреть на экране монитора конструкцию со всех сторон при различном увеличении и внести свои поправки. Когда моделирование будущей реставрации завершено, программное обеспечение CAD преобразовывает виртуальную модель в определенный набор команд. Они, в свою очередь, передаются на производственный модуль CAM, который изготавливает спроектированную реставрацию, где полученный набор команд преобразуется в последовательность электрических импульсов, управляющих высокоточными движениями изготавливающего инструмента.

Избирательное лазерное спекание – одна из технологий, которые используются для изготовления керамических или металлических зубных реставраций. При этом методе компьютер просчитывает траекторию движения инструмента, как и в других существующих CAD/CAM-системах. Однако система не сошлифовывает, а спекает лучом лазера слой материала, двигаясь по заданной траектории внутри емкости, заполняемой послойно керамическим или металлическим порошком. Каждый последующий слой спаивается с предыдущим. Виртуальная модель конструкции зубного протеза условно делится на 50 пластов, и соответственно каждому слою идет спекание металлического порошка по принципу “здесь спекаем – здесь не спекаем” до полного спекания зубного протеза. По такому же принципу можно изготовить не только коронки и мостовидные протезы, но и бюгельные протезы.

**Анализ и обсуждение.** Применяя современные CAD/CAM-технологии, мы сокращаем сроки изготовления коронок. Моделирование протеза

в САD-системе занимает всего несколько минут. Автоматическое создание траектории обработки в САМ-системе также экономит время работы зубных техников. Максимально сокращены подгонка и доработка коронок при применении САD/САМ-технологии, в том числе за счет предварительного учета усадки материала при спекании (получаем готовую коронку, абсолютно точно соответствующую сканированному оттиску). Оптимизация рабочего времени специалистов. Обработка коронок не только из оксида циркония ( $ZrO_2$ ), но также из других материалов (оксид алюминия, титан). Выбор станка определяет перечень материалов, которые будут доступны нам для изготовления протезов по технологии САD-САМ.

Таким образом, принципиальное различие материалов для изготовления зубных протезов по САD/САМ-технологии заключается не только в химическом составе заготовок, но и в фазовом состоянии используемого материала. Компьютерные технологии могут применяться на всех этапах оказания стоматологической помощи. Своевременная подготовка специалистов, в полной мере владеющих такими технологиями, является важным условием широкого внедрения современных информационных технологий во все сферы

стоматологии. Все возможности различных САD/САМ-систем постоянно меняются и совершенствуются, расширяются показания к их применению, меняются конструкционные материалы, методики изготовления конструкций протезов. Именно поэтому каждому врачу-стоматологу, занимающемуся изготовлением зубных протезов с использованием САD/САМ-систем, необходимо постоянно совершенствовать свои знания и навыки в этой области.

#### *Литература*

1. *Ряховский А.Н.* Новые возможности планирования эстетического результата ортопедического лечения / А.Н. Ряховский, В.В. Левицкий // Клиническая стоматология. 2008. № 4. С. 32–36.
2. *Вольвач С.И.* Обзор новых разработок и модификаций известных технологий САD/САМ стоматологического назначения / С.И. Вольвач // Новое в стоматологии. 2003. № 7.
3. *Alan David.* Cerec inLab: the САD/САМ-system with a difference. Acta Med Dent Helv 5. 131–139 (2003).
4. *Rekow E.D.* // J. Am. Dent. Assoc. 2006. V. 137. P. 5–6.
5. *Okuyama Y., Kasahara Sh., Kimura K.* // J. of Oral Science. 2005. V. 47. P. 129–133.