

УДК 616314-089818.1

Компьютерные трёхмерные изображения: положительный опыт применения в стоматологической практике

Т.И. Ибрагимов, Г.В. Большаков, А.В. Габучян

*Кафедра ортопедической стоматологии Московского
государственного медико-стоматологического университета
127473, Москва, ул. Делегатская, 20/1*

Ключевые слова: компьютерные трёхмерные модели (3D модели), CAD/CAM, окклюзия, окклюзионная поверхность, одонтопрепарирование

Предпосылки для получения трёхмерных изображений в стоматологии возникли на рубеже 60-70-х годов прошлого столетия с появлением компьютерной томографии. Уже 15 лет спустя Франсуа Дюре были получены первые ортопедические конструкции с применением систем автоматического проектирования. Сегодня трёхмерные компьютерные изображения нашли применение в ортопедической стоматологии, ортодонтии, имплантологии, лучевой диагностике [2] и экспериментальной исследовательской стоматологии [4,6].

Компьютерные технологии позволяют осуществлять высокоточное воспроизведение формы и размера зубов, зубных рядов, суставов и костной ткани, а также смоделированных ортопедических конструкций в виде трёхмерных изображений. Методы получения трёхмерных изображений прошли долгий путь от фотографирования по технике Moiré [7] до современных сканеров. В ортопедической стоматологии наблюдаются две основные тенденции при получении компьютерных трёхмерных моделей (КТМ). Первая заключается в использовании КТМ вместо традиционно применяющихся гипсовых моделей. Данная задача выполняется внутриворотным сканированием, когда трёхмерное изображение получается непосредственно с объектов, расположенных в полости рта (CEREC Bluecam, Sirona; D4D Intraoral Digitizer, D4D Technologies LLC). Второй подход подразумевает совместное использование КТМ и гипсовых моделей (справедливости ради, следует отметить, что гипсовые модели также являются трёхмерными). Трёхмерное изображение получается с гипсовых моделей в соответствующих сканирующих устройствах (Procera, Nobel Biocare; Cercon, DeguDent).

Спектр использования КТМ в ортопедической стоматологии значительно расширился вместе с внедрением в практику CAD/CAM технологий, позволяющих получать ортопедические конструкции из готовых жёстких или лёгких в обработке, но требующих спекания, фарфоровых блоков; неметаллические (диоксид циркония), металлические и пластмассовые (для дальнейшей отливки из металла) каркасы для последующего покрытия их облицовочным материалом; временные ортопедические конструкции [3]. Моделирование (или автоматическое проектирование) происходит при помощи соответствующего программного обеспечения. Программы позволяют учитывать границу препарирования, толщину цементной плёнки, толщину каркаса, расположение и форму промежуточной части каркаса, анатомическую форму зубов, смыкание зубов и пр. Вытачивание смоделированной ортопедической конструкции производится на фрезерном оборудовании (CEREC inLab, Sirona; Everest, KaVo; LAVA, 3M). Фрезерование происходит немедленно в клинике либо после отправки данных в фрезеровочный центр, который может находиться на любом удалении от клиники (в другом городе или даже государстве).

Разумеется, все новые технологии имеют, помимо преимуществ, некоторые недостатки. CAD/CAM технологии требуют весьма значительных материальных затрат на приобретение и обслуживание оборудования. Низкие эстетические свойства ортопедических конструкций непосредственно после машинной обработки так или иначе возможно улучшить, но только применяя ручной труд. Трудоёмкость обработки и значительные затраты на режущие инструменты высококачественных жёстких материалов позволяют добиться высокой точности в работе, однако зачастую отдаётся предпочтение использованию лёгких в обработке материалов, которые подвергаются обжигу, давая равномерную усадку (синтеризация). Несмотря на перечисленные выше недостатки, технологии, использующие компьютерные трёхмерные изображения, всё глубже проникают в практику ортопедической стоматологии. Отчасти это явление связано со стремлением людей беспрекословно следовать веяниям современности. Об этом не стоит сожалеть, так же как и об отсутствии желающих иметь искусственные зубы из слоновой кости или протез из каучука. Однако не лишне понимать недостатки и преимущества новых технологий, применяя их в наилучшем соответствии показаниям.

Применение технологий, основанных на работе с компьютерными трёхмерными изображениями, имеет безусловные преимущества. Действительно, сильно сокращается потребность в ручном труде, экономится время и материалы, требующиеся для выполнения рутинных трудоёмких манипуляций, необходимых в традиционных технологиях. Деятельность профессионально подготовленного человека получает интеллектуальную направленность, повышается производительность

труда. Благодаря применению компьютера, специалист в состоянии тщательно контролировать технологический процесс изготовления ортопедических конструкций, повышая качество работы.

Традиционные технологии изготовления ортопедических конструкций требуют большого разнообразия материалов — необходимы материальные затраты. Для их хранения необходимы значительные площади. Риск повредить, сломать или потерять гипсовую модель или ортопедическую конструкцию на каком-либо этапе изготовления делает её уязвимой. КТМ полностью лишены указанных выше недостатков. В компактном носителе информации можно разместить внушительное количество КТМ, которые можно сохранять, копировать и оперативно отправлять на любые расстояния. Компьютерные изображения можно изменять, деформировать, прозводить на них моделировку и т.д. Все эти действия не приведут к необратимым изменениям и повреждениям исходных изображений.

Широкие возможности для практического использования КТМ открывает соответствующее программное обеспечение. В компьютере помещается целая лаборатория. Возможно перемещать модель, приближать её и удалять, использовать карандаш, нож, кисть, шпатель, лобзик и линейку. Лак и моделировочные воски также внутри. Моделировка каркаса или ортопедической конструкции, а также контроль за качеством моделировки происходят в автоматическом режиме. Программное обеспечение позволяет производить моделировку конструкций с опорой на имплантаты (абатмены, коронки, мосты), а также конструкций, применяемых в сочетании со съёмными протезами (телескопические конструкции, замковые крепления, интерлоки). Гибкость и многофункциональность программного обеспечения, применяемого для работы с КТМ в стоматологии, позволяют избежать затрат на приобретение и хранение большого количества разнообразных дорогостоящих материалов.

Фрезерование ортопедических конструкций и их заготовок производится на высокоточных 3-5-осевых станках. Они отличаются способностью обрабатывать разные материалы, использовать заготовки различных размеров и режущие инструменты, а также скоростью обработки [5]. На фрезерование одной единицы в среднем потребуется около получаса, что несомненно быстрее, чем в случае с традиционно применяемыми технологиями.

Материалом исследования окклюзионной поверхности зубов мы использовали КТМ восьми зубных рядов, двенадцати препарированных зубов и двенадцати ортопедических конструкций (одиночных коронок) (рис. 1,2). Получение КТМ производилось при помощи фотограмметрического метода [8]. Применённый метод позволил воспроизвести положение центральной окклюзии при помощи КТМ и ориентировать КТМ в трёхмерной системе координат (рис. 3). Компьютерные трёхмер-

ные модели зубных рядов, препарированных зубов и коронок совмещены.

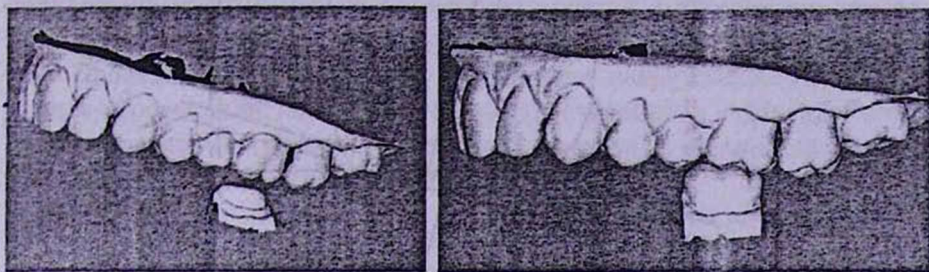


Рис. 1, 2. КТМ зубного ряда с препарированным зубом и короной противоположного зубного ряда

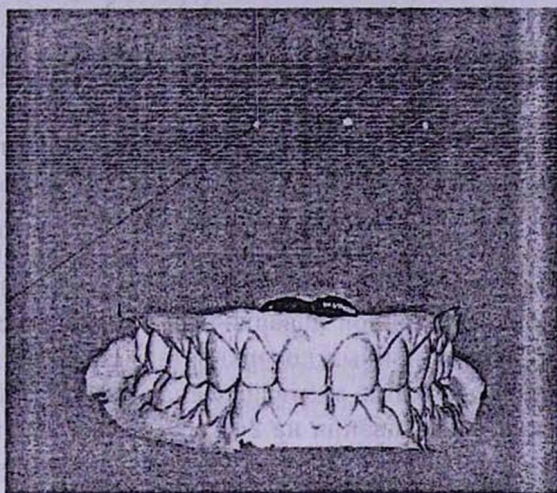


Рис. 3. КТМ, ориентированные в системе координат, в положении центральной окклюзии

Изучение окклюзионной поверхности производилось с использованием разработанного программного обеспечения, позволяющего производить сечения на трёхмерных компьютерных изображениях и производить на сечениях измерения (рис. 4), а результаты данных измерений сохранять в автоматическом режиме. На каждом из исследованных зубов проводилось 20 параллельных друг другу сечений, проходящих через анатомическую окклюзионную поверхность в вестибулооральном направлении между мезиальным и дистальным краевыми гребнями. Разработаны одонтометрические и окклюзиометрические методы измерений контуров КТМ на полученных двумерных сечениях. Совмещённые КТМ зубных рядов, препарированных зубов и коронок изучались одонтоскопическим методом.

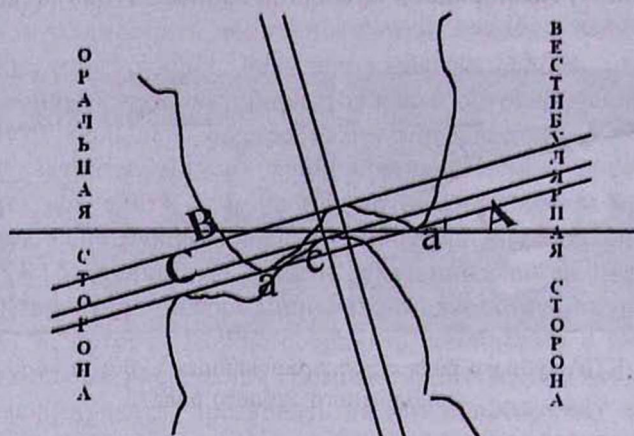


Рис. 4. Двумерный вид контуров на сечении с построениями для измерений

В ходе исследования получены, совмещены и ориентированы КТМ зубных рядов, препарированных зубов и коронок. Результаты исследований получены при проведении одонтометрических и окклюзиометрических исследований 62 жевательных зубов. Проведены измерения на 1380 сечениях, результаты измерений проанализированы для определения свойств окклюзионной поверхности и особенностей смыкания противоположных окклюзионных поверхностей. На КТМ зубных рядов, двенадцати препарированных зубов и двенадцати коронок проведены одонтоскопические исследования на 240 сечениях. Одонтоскопические исследования позволили изучить соответствие препарирования зуба и моделировки коронки строению зуба до препарирования (рис. 5).

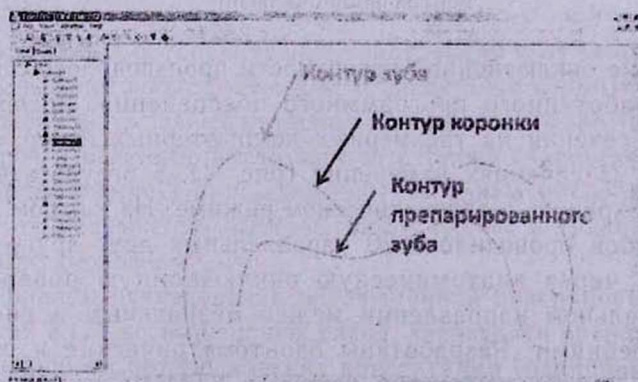


Рис. 5. Совмещённые КТМ зубных рядов, препарированных зубов и коронок

Применение компьютерных трёхмерных моделей позволило провести исследование окклюзионной поверхности зубов. Использование предложенных нами методов получения сечений и проведения измерений на них осуществимо только с применением компьютерных технологий. Проведённые исследования не вызвали повреждений изученных моделей, позволили изучить особенности строения и смыкания зубов путём проведения измерений и сравнить интактные и препарированные зубы и смоделированные коронки.

Поступила 01.02.10

Համակարգչային եռաչափ պատկերներ. ստոմատոլոգիական պրակտիկայում կիրառման դրական փորձ

S.Ի. Իբրագիմով, Գ.Վ. Բոլշակով, Ա.Վ. Գաբուչյան

Ներկայացված է օրթոպեդիկ ստոմատոլոգիայում համակարգչային եռաչափ (3D) մոդելների կիրառման վերաբերյալ կրճատ ակնարկ, ինչպես նաև ատամների օկլյուզիոն մակերեսի փորձարարական հետազոտություն՝ համակարգչային եռաչափ մոդելների վերլուծության միջոցով:

Computer 3D models-positive experience of their application in stomatology

T.I. Ibragimow, G.V. Bolshakov, A.V. Gabouchyan

This article contains a brief review of computer 3D models' use in prosthetic dentistry and describes an experimental study of occlusal surfaces of teeth through computer 3D model analysis. 3D models of dental arches, prepared teeth and crowns are studied on 2D sections that are obtained with use of software that we developed for our experiment. The photogrammetric method is applied for obtaining the 3D models and their orientation in 3D coordinate grid as well as modelling of occlusal positions. The method we used in the study makes occlusal surfaces of teeth "visible", whereas in occlusal positions of natural dentition they are "hidden".

Литература

1. Бальцер А., Кауфманн-Шиноян В. Сравнение традиционного ручного и автоматизированного методов изготовления мостовидных конструкций. Современная ортопедическая стоматология, 2007, 8, с. 22-25.

2. Кураскуа А.А., Дударев А.Л., Чибисов М.А., Попов И.В. Диагностическая многофункциональная компьютерная система с цифровой видео- и рентгено(томо)графией медицинской ассоциации «МИДИ». Институт стоматологии, сентябрь, 1999, 3(4), с. 62-64.
3. Лебеденко И.Ю., Лебеденко М.В., Лобач А.О. Современные безметалловые реставрации по технологии «CEREC». Современная ортопедическая стоматология, 2007, 8, с. 18-20.
4. Ряховский А.Н., Желтов С.Ю., Князь В.А., Юмашев А.В. Аппаратно-программный комплекс получения 3D моделей зубов. Стоматология, 2000, т. 79, 3.
5. Ряховский А.Н. Цифровая стоматология. М., 2010.
6. Юмашев А.В. Использование анализа рельефа зубных рядов и их фрагментов при планировании и проведении ортопедического лечения несъемными конструкциями зубных протезов. Дис. ... канд. мед. наук. М., 1998, 150 с.
7. Kanazawa E, Sekikawa M, Ozaki T. Three-dimensional measurements of the occlusal surface of upper first molars in a modern Japanese population. Acta Anatomica, 1983, Vol. 116: 90-6.
8. Knyaz V, Zheltov S, Gabuchyan A., Bolshakov G Photogrammetric system for automated teeth arches 3D models generation and teeth occlusion analysis, Zurich, 2007, Vol. I, p. 299-304.