

Методики применения CAD-технологий в стоматологической диагностике

Е.А. Иванова, А.А. Трифонов

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики.

Аннотация: Автоматизированные системы CAD/CAM, уже давно получившие широкое распространение в промышленности, в последние десятилетия активно развиваются в области медицины, и, в частности, стоматологии. Эволюция технических и программных средств приводит к совершенствованию применяемых алгоритмов, повышая качество зуботехнических реставраций и конкурентоспособность медицинских учреждений. Последние разработки в области ГИС позволяют применять программные средства, казалось бы, отдаленной от прикладной медицины области для оптимизации процессов CAD и, в дальнейшем, создать конкурентоспособную отечественную CAD/CAM систему медицинского назначения.

Ключевые слова: CAD/CAM, информационные технологии в медицине, компьютерная диагностика, компьютерное моделирование

В последние годы стоматология все менее воспринимается как раздел медицины, и все более, как сфера обслуживания. Специфика рынка состоит в том, что на доход клиники большое влияние оказывает удобство для пациента, уровень оснащения и общий престиж. Высокий уровень конкуренции на рынке стоматологических услуг обуславливает постоянный спрос на новые технологии, такие как пломбировочные материалы нового поколения, средства гигиены и профилактики, аппараты и методики исправления зубочелюстных аномалий.

Ниже перечислены этапы работы CAD/CAM-систем, которые необходимо использовать для изготовления зубных протезов с помощью данной технологии.

- Получение информации об объекте. Это можно сделать с помощью внутриворотной камеры, стационарного сканера или контактного профилометра.



- Обработка полученной информации компьютерной программой и перевод данных в систему координат.
- Виртуальное моделирование реставраций в компьютере с помощью виртуального каталога и специального программного обеспечения.
- Изготовление виртуально смоделированных реставраций с помощью фрезерного станка.

Первым этапом изготовления каркасов с помощью CAD/CAM-систем является сканирование. От точности сканера зависит сходство размеров виртуальной модели размерам натуральной, что является одним из главных факторов точности прилегания готовой конструкции. С точки зрения ортодонтии, от качества сканирования напрямую зависит точность диагностики зубочелюстных аномалий. Важной технической характеристикой сканера является порог распознавания, т.е. минимальный размер, который сканер определяет как обособленный участок, не сливающийся с другими. Однако в технической документации к сканерам данная характеристика не указана.

Идея применения CAD/CAM для изготовления зубных протезов появилась в 1971 году в результате сотрудничества F. Duret с фирмой Hennson International, но только в 1983 г. на конференции во Франции был представлен первый прототип системы, а 30 ноября 1985 г. на международном конгрессе, организованном Французской стоматологической ассоциацией во Дворце конгрессов в Париже изготовлена и установлена в полости рта без каких-либо лабораторных вмешательств первая коронка. Любопытно отметить, что первым пациентом системы CAD/CAM была жена автора госпожа Duret. В 1988 г. стоматологическая CAD/CAM система F. Duret вышла на французский рынок, а в 1989 г. — на американский.

В качестве примера можно привести также несколько систем CAD/CAM характеризующихся различными подходами к считыванию оптической информации:

Швейцарская система Ceres, разработчики W.H. Moermann, M. Brandestini (Университет Цюриха), производитель Siemens Dental Corp., Bensheim (Германия). Система была изобретена в декабре 1980 г. В 1985 г. была первая публикация. Получение трехмерной информации производят с помощью моментальных снимков миниатюрной телекамерой в нескольких проекциях в полости рта.

Компьютерная обработка полученной информации заключается в реконструкции трехмерного изображения по полученным проекциям и воссоздание недостающих аппроксимальных поверхностей (кроме окклюзионной поверхности, которую под контролем прикуса формирует в полости рта врач).

Они различаются точностью считывания трехмерной информации — в первом случае это 50 микрон, во втором и третьем- 25 микрон. Основным правилом для получения «оптического слепка» является четкая видимость для сканирующей головки всех контактных поверхностей при ее ориентации соответственно пути введения будущей реставрации. Чтобы избежать зависимости от размера глубины полости, которая может быть в результате дивергенции луча, коллимационная линза должна быть выставлена по оптической оси. Кроме того, площадь рабочей поверхности сканирующей головки должна быть несколько больше площади проекции исследуемого объекта (зуба).

По завершении подготовки полости рта к оптической регистрации размеров на подготовленный зуб и соседние зубы наносят водный раствор полисорбата и с помощью пистолета вода-воздух воздушной струей распределяют его тонким слоем, после чего на стенки полости и

прилегающие поверхности соседних зубов наносят тонкий однородный слой порошка TiO_2 , который служит антибликовым покрытием.

Для получения «оптического слепка» при помощи видеокамеры с имеющейся в ней дифракционной решеткой на зуб проецируется ряд параллельных полос.

Компьютер, обработав информацию с видеокамеры, «выдает» оптический слепок и достраивает вкладку как совокупность поперечных сечений для ряда последовательных продольных координат.

Применению систем CAD/CAM в стоматологии уделяют некоторое внимание и в нашей стране. Так, в главном НИИ стоматологии (ЦНИИС) под руководством проф. А.А. Прохончукова была предложена целевая программа разработки компьютерных и лазерных систем новейшего поколения.

Первый технологический этап всех систем CAD/CAM предусматривает получение трехмерной геометрической модели протезного поля полости рта больного. В этой отношении методы, использующиеся в системах можно разделить на две группы: сканирование непосредственно полости рта больного или сканирование произведенной предварительно гипсовой модели.

К первой группе относятся системы Duret, Cerec, DentiCAD. Особенности получения так называемого оптического слепка:

- перед препарированием зуба необходимо произвести оптический слепок с необработанного зуба, пускай даже разрушенного, т.к. часть здоровой поверхности у него точно сохранена и ее можно применять в качестве ориентира при компьютерном моделировании реставрации.
 - зона обязана быть очищена от побочных продуктов препаровки зуба - крови, слюны, воды и т.д.
 - осуществляется соответствующая ретракция десны, если уступ
-

расположен более чем на 1 мм ниже линии десневого края.

- на поверхность обработанного зуба должен быть аэрозольным методом нанесен специальный нетоксичный порошок для получения качественной модели. Свет, какой падающий на непокрытые порошком зубы, отчасти отражается, а отчасти поглощается тканями зубов, значительно снижая качество трехмерного изображения. Получение модели чаще всего включает в себя сканирование нескольких проекций: щечную, язычную, две проксимальных и одну проекцию окклюзионных поверхностей зубов-антагонистов. Для получения этих снимков врач двигает оптический сканер вокруг обработанного зуба, осуществляя контроль через монитор. Несколько проекций снимается в разных состояниях окклюзии, что позволяет реконструировать динамику окклюзионных отношений.

Недостатками САD-систем, имеющих в продаже, являются их крайне высокая стоимость, делающая этот класс устройств недоступным для поликлиник с государственным финансированием, а также ограниченная область применения, связанная со спецификой изготовления сложных ортопедических конструкций. Однако с развитием технологий 3D-печати преодоление данных трудностей является лишь вопросом времени. По мнению основоположников САD/САM направления в стоматологии (Strub J.R. et al., 2006; Mormann W., 2006, 2012), перспективы развития данной технологии заключаются в более широком использовании прямого внутриворотного сканирования и открытости систем с возможностью внешнего экспорта и импорта полученных данных.



Литература

1. Чиканов С.В. Использование современных технологий и материалов в стоматологической практике. Крисмас+. - 1997. с. 89
2. Сакира М.В., Санчес А.С., Басков В.И. Использование компьютерных систем при проектировании и изготовлении ортопедических конструкций. Обзор литературы. МРЖ. 2005. с. 23-28
3. Schmidt R., and others. Automated crown replication using solid photography. US Army Contract no. The Journal of the American Dental Association DAMD 17.77., C-7041. 2008., p. 265-269
4. Freedman G. CAD/CAM and Beyond: An interview with Dr. Francois Duret. The Journal of the American Dental Association DAMD 14.32, 2013, с. 56
5. CEREC Siemens Aktiengesellschaft Medical Engineering Group Dental Sector Fabrikstrasse 31, D-6140 Bensheim Dentistry Today, сс. 31–33, 37, 38.
6. Rekow, D. Computer-aided design and manufacturing in dentistry: A review of the state of the art. J. Prosth. Dent. 58(4):1997 сс. 512–516,
7. Юрмалаев А.Г. Компьютерная технология реставрации зубов «CEREC»-еще один шаг в XXI век. Стоматология для всех. - 1998. - №3, с 15-18
8. А. С. Шайкин, Е. В. Шайкина Применение комплекса полунатурного моделирования в процессе проектирования информационно-измерительных и управляющих систем.

Инженерный вестник Дона. - 2014. - №2. URL:
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2248

9. Миньков Д.В., Зотов В.В. Автоматизированная система подготовки производства инновационной продукции. Инженерный вестник Дона. - 2008. - №3. URL:
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2008/91

10. Davidowitz G, Kotick PG. The use of CAD/CAM in dentistry. Dental Clinics of North America, - 2011. - №3, с.120-122

References

1. Chikanov S.V.. Ispol'zovanie sovremennykh tekhnologiy i materialov v stomatologicheskoy praktike. [Using of modern technologies and materials in practic dentistry] Krismas+. 1997. p. 89
2. Sakira M.V., Sanches A.S., Baskov V.I Ispol'zovanie komp'yuternykh sistem pri proektirovanii i izgotovlenii ortopedicheskikh konstruksiy Obzor literatury. [Using of computer systems in the prodaction of orthopedic constructions. Literature review.] MRZh. 2005. p. 23-28
3. Schmidt R., and others. Automated crown replication using solid photography. US Army Contract no. The Journal of the American Dental Association DAMD 17.77., C-7041. 2008., p. 265-269
4. Freedman G. CAD/CAM and Beyond: An interview with Dr. Francois Duret. The Journal of the American Dental Association DAMD 14.32, 2013, p. 56
5. CEREC Siemens Aktiengesellschaft Medical Engineering Group Dental Sector Fabrikstrasse 31, D-6140 Bensheim Dentistry Today, p. 31–33, 37,38.
6. Rekow, D. Computer-aided design and manufacturing in dentistry: A review of the state of the art. J. Prosth. Dent. 58(4):1997 pp. 512–516,



7. Yurmalaev A.G. Stomatologiya dlya vsekh. 1998. №3, p 15-18
8. A. S. Shaykin, E. V. Shaykina P. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2014. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2248
9. Min'kov D.V., Zotov V.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2008. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2008/91
10. Davidowitz G, Kotick PG. The use of CAD/CAM in dentistry. Dental Clinics of North America, 2011. №3, p.120-122