

ВОЗМОЖНОСТИ компьютерного анализа рельефа десны

А.Н.Ряховский

• д.м.н., профессор, зав. отделением ортопедической стоматологии, ЦНИИС

Д.А.Чумаков

• аспирант, ЦНИИС

В настоящее время вырос уровень требований к эстетике и функциональности протезов, восстанавливающих дефекты зубных рядов. Большое разнообразие клинических условий для протезирования, под которым подразумеваются анатомо-функциональные особенности протезного поля, подлежащей кости и окружающих органов и тканей, обуславливает необходимость индивидуального подхода к изготовлению съемных протезов.

Полость рта, с точки зрения восприятия цвета, разделяется на две зоны: красную и белую, от сбалансированного состояния которых зависит эстетическое восприятие полости рта как одного из основных элементов лица человека. Эстетика “красной” зоны затрагивает проблемы соотношения десен и зубов и диктует необходимость воссоздания естественного вида десны при протезировании.

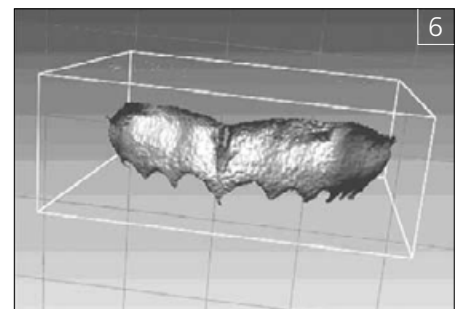
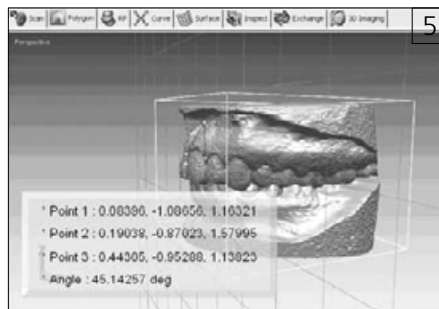
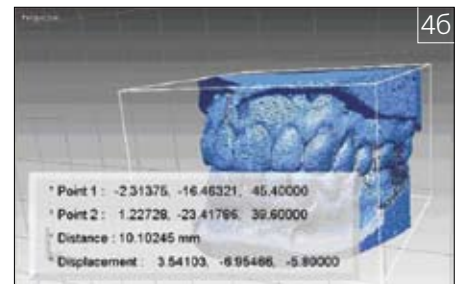
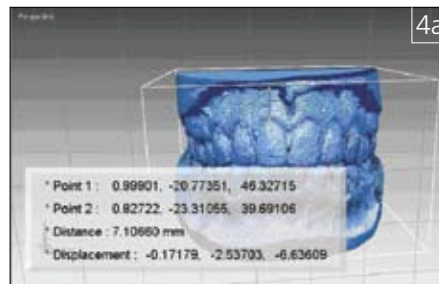
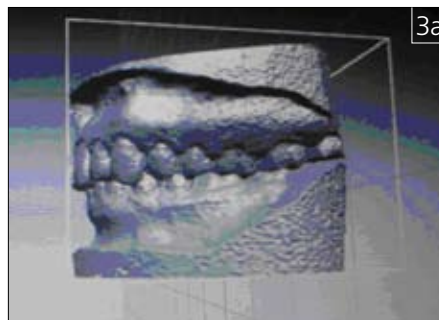
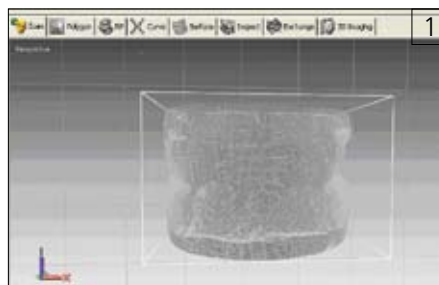
Получение и анализ информации о рельефе десны имеет большое значение для успеха ортопедического лечения. Протезы, изготовленные при недостаточном учете анатомо-физиологических особенностей тканей десны, оказывают неблагоприятное воздействие на ткани протезного ложа и усиливают атрофические процессы в челюстях.

Изучение биометрических параметров челюстей традиционно осуществляется на гипсовых моделях с помощью различных технических средств. В большинстве случаев используются штангенциркули и измерительные микроскопы благодаря их относительной простоте и общедоступности. Однако, несмотря на достаточную разрешающую способность, эти приборы больше всего подходят для определения линейного расстояния между двумя точками. Хотя измерительные микроскопы могут работать и в трехмерной системе координат, однако работа с ними очень кропотлива и требует от оператора постоянной фокусировки микроскопа на поверхность исследуемого образца.

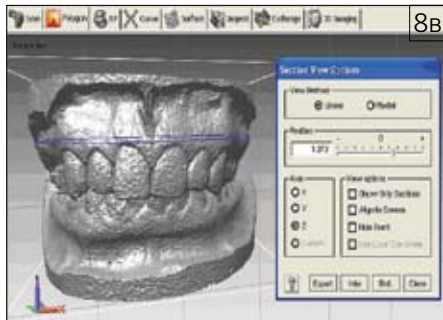
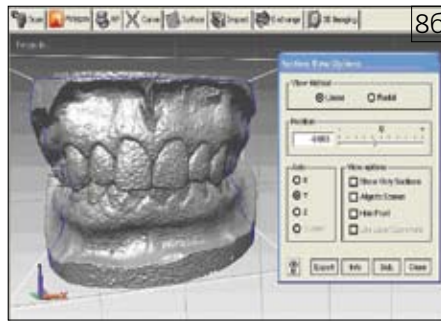
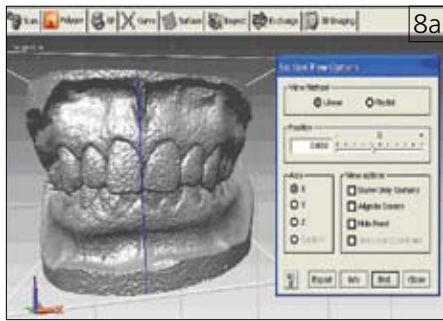
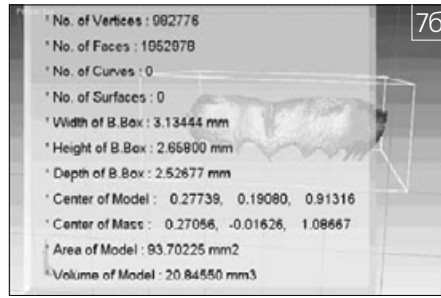
В последние годы в стоматологии все чаще начинают применять оптико-электронную технику нового поколения, которая позволяет на основе сканирования первоначальной модели снимать показания в трехмерной системе координат. Бесконтактное лазерное сканирование объектов представляет собой новейшую технологию и является мощным инструментом для 3D-моделирования, позволяя найти подход к задачам, решение которых другими методами затруднено или просто невозможно.

Компьютерные технологии позволяют получить точные цифровые данные и упростить анализ. С помощью современных графических пакетов, способных оперировать трехмерными образами практически любой степени сложности, появилась возможность оценить рельеф криволинейных поверхностей и выявить асимметричные изменения в челюстях. Все измерения осуществляются автоматически с помощью программного обеспечения.

Методы трехмерного сканирования и моделирования широко используются в автоматизированных системах изготовления зубных протезов (CAD/CAM системах), но могут иметь и самостоятельное применение. В отделении современных технологий протезирования ЦНИИ Стоматологии (зав. — проф. А.Н.Ряховский) разработаны методологические основы применения компьютерных технологий для изучения рельефа сложнопрофильных объектов.

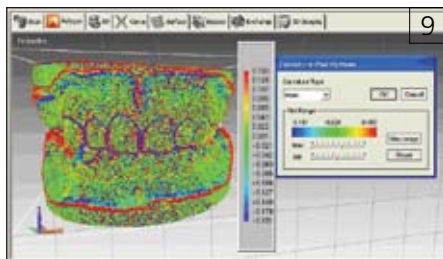


- Рис. 1. Точечная модель
- Рис. 2. Полигональная модель
- Рис. 3. Просмотр виртуальной модели с разных ракурсов
- Рис. 4. Измерение расстояния между двумя точками: а) по прямой линии; б) по криволинейной поверхности
- Рис. 5. Измерение угла наклона альвеолярного отростка во фронтальном отделе верхней челюсти
- Рис. 6. Вырезание элементов модели



личественной оценки параметров рельефа десневой поверхности.

Гипсовые модели челюстей, полученные традиционным способом и составленные в положении центральной окклюзии, сканировали с помощью трехмерного лазерного сканера PICZA LPX-250 (ROLAND DG Corp.). Для управления процессом сканирования и оцифровки изображений использовали специально разработанное для трехмерных лазерных сканеров серии PICZA программное обеспечение Dr. PICZA3 (Roland DG Corp.).



■ Рис. 7. Информация о геометрических параметрах модели в целом и о размерах выделенного участка
 ■ Рис. 8. Проведение плоскостного сечения модели по осям X, Y, Z
 ■ Рис. 9. Оценка рельефа вестибулярной поверхности челюстей

В предыдущих публикациях нами уже демонстрировались возможности компьютерной оценки цифровых макетов оттисков и гипсовых моделей челюстей, полученных по результатам лазерного сканирования. Основным приемом являлось совмещение двух или нескольких виртуальных моделей для выявления имеющих расхождений. Этот метод применялся для сравнения рельефа челюстей в динамике до и после операции пластики мягких тканей с целью устранения эстетического дефекта, а также для сравнительного анализа оттисков, полученных разными способами.

В настоящей работе показаны возможности применения трехмерного лазерного сканирования гипсовых моделей челюстей с последующим 3D-моделированием для ко-

благодаря удобным функциям, программное обеспечение Dr. PICZA3 позволяет эффективно и гибко управлять процессом сканирования, позволяя после сканирования всего объекта повторно отсканировать один или несколько элементов объекта (например, мелкие детали) с более высоким разрешением и затем присоединить их к первоначальному изображению.

Необходимо отметить, что чем меньше шаг сканирования (а значит, выше разрешающая способность), тем продолжительнее процесс сканирования. В прямой зависимости от размеров сканируемого объекта и в обратной зависимости от шага сканирования находится объем оперативной памяти компьютера, расходуемой в процессе сканирования. Недостаток оперативной памяти может замедлять работу компьютера или приводить к зависанию программы, поэтому оперативная память компьютера должна составлять от 512 МБ и выше.

После завершения процесса сканирования полученное трехмерное изображение объекта в виде "облака точек" визуально оценивали с помощью функции предварительного просмотра. Если результаты сканирования оценивались как приемлемые, то полученные оцифрованные изображения челюстей сохраняли в файлах формата *.pix. В зависимости от размера отсканированного объекта и точности сканирования, объем одного файла занимал от 5 до 30 МБ.

Затем импортировали точечную модель (рис. 1) в программу для 3D-моделирования RapidForm версии 2002 Plus Pack1 (INUS Technology) и на ее основе строили полигональную модель (рис. 2). Общим методом

построения криволинейных поверхностей является метод триангуляции, при котором поверхность аппроксимируется (заменяется) вписанной или описанной многогранной поверхностью, графиями которой являются треугольники. Точность аппроксимации определяется количеством треугольников. Более детализированная триангуляционная сеть улучшает качество модели. Однако следует помнить, что при моделировании объекта с большим количеством полигонов резко возрастает нагрузка на процессор компьютера и 3D-акселератор, что снижает скорость обработки. Например, модель, состоящая из 5000000 полигонов, занимает 500 МБ оперативной памяти и требует еще 1,5 Гб для осуществления каких-либо операций с ней.

После построения полигональных моделей приступали к изучению их геометрических характеристик.

В программе предусмотрен целый ряд функций для изучения параметров полученной модели. Во-первых, имеется возможность производить вращение пространственной модели, позволяя осмотреть ее со всех сторон и визуально оценить ее форму и размеры (рис. 3).

Цифровые макеты гипсовых моделей челюстей можно оценивать не только визуально, но и в количественном выражении, производя измерения на верхней и нижней челюстях.

Необходимо отметить, что программа RapidForm позволяет измерять не только линейные расстояния между двумя точками, но и оценивать расстояние между этими же точками по криволинейной поверхности (рис. 4), а также осуществлять измерение угловых характеристик (рис. 5).

Реализована также возможность выделения интересующих участков модели, закрашивать их другим цветом и отсекал ненужные элементы (рис. 6).

Наряду с этим можно получить информацию о модели в целом или о каком-либо ее участке, включая такие характеристики, как площадь поверхности и объем (рис. 7).

В набор функций программного обеспечения RapidForm входит получение сечений моделей в различных плоскостях (рис. 8).

Имеется также функция для визуальной и количественной оценки рельефа поверхности модели (рис. 9).

В настоящее время необходимо проводить формирование банков данных цифровых моделей челюстей, полученных при сканировании гипсовых моделей челюстей лиц с полными зубными рядами и ортогнатическим прикусом, как это уже делается с гарнитурами зубов или с банками зубов для проектирования в системах CAD-CAM. Это позволит систематизировать наиболее часто встречающиеся формы челюстей и выявить характерные особенности вестибулярной поверхности десны. Получение усредненных цифровых данных позволит установить различия топографии десны в зависимости от пола, определить закономерности возрастных изменений, оценить изменения рельефа десны после удаления зубов. Банки цифровых моделей челюстей позволят в будущем отказаться от эмпирического подхода при воссоздании естественной формы десны на этапах моделирования ортопедических конструкций. ИС