

# Применение компьютерных 3D-технологий на этапе планирования и проведения дентальной имплантации

Д.м.н., проф. А.Н. РЯХОВСКИЙ

## Use of computer 3D-technologies on the stage of planning and realization of dental implantation

A.N. RYAKHOVSKY

Центральный НИИ стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, Москва

Показано, как с помощью предварительного эстетического планирования, основанного на компьютерной 3D визуализации, проводят имплантацию и последующее ортопедическое лечение. Получить запланированный результат можно, сочетая различные 3D-технологии, базирующиеся на соответствующих программных и аппаратных средствах с открытой платформой.

*Ключевые слова:* 3D-технологии, дентальная имплантация, планирование.

It was shown that with the help of preliminary esthetic planning based upon computer 3D-visualization of implantation was realized with subsequent prosthetic treatment. One could receive the planned result by combining different 3D-technologies based upon suitable program and hardware with open platform.

*Key words:* 3D-technologies, dental implantation, planning.

Применение компьютерной томографии (КТ) в имплантологии с недавних пор стало обыденной практикой. Известные ранее способы диагностики и планирования имплантации [3] достаточно успешно решали свои задачи, однако построение трехмерных компьютерных сцен на основе томограмм обеспечило возможности навигации при операции имплантации, что, безусловно, увеличило предсказуемость и надежность результата и снизило риски.

Возможности навигации в имплантологии в настоящее время существуют в 2 видах. 1-й реализуется в режиме реального времени (навигация on-line), когда точка сверления и положение фрезы в пространстве постоянно отслеживаются на экране монитора, что позволяет хирургу корректировать свои движения. Следует отметить, что себестоимость такой системы весьма высока, а производительность и точность явно уступают другому виду навигации, который реализуется на основе применения направляющего шаблона. Последний фиксируется на челюсти и имеет направляющие шахты, через которые производят сверление. Благодаря своим преимуществам и простоте этот вид навигации получил наибольшее распространение, и в настоящее время практически каждая широко известная система имплантации имеет собственный хирургический набор для навигации с помощью шаблонов.

Следует отметить, что последний способ не лишен и недостатков, связанных с неточностями и ограничениями самой КТ [1, 7–9]. В связи с этим нами разработан способ изготовления хирургических направляющих шаблонов для имплантации [2], обеспечивающий высокую точность

посадки на протезное ложе и возможность использования любых вариантов томограмм (как от спирального, так и от конусного томографов). Основная идея способа — в совмещении в виртуальном пространстве результатов самой томограммы с результатами оптического сканирования протезного ложа. В последнем случае поверхность зубов и слизистой оцифровывается с применением либо внутриротового, либо внеротового сканера (по гипсовым моделям). Таким образом, при расстановке имплантатов учитывают данные КТ, а изготовление шаблона осуществляется с применением CAD/CAM-технологий по результатам сканирования. Сканирование обеспечивает на порядок более высокую точность, чем КТ, благодаря чему создаваемый шаблон обладает гарантированно высокой точностью посадки. Шаблон может быть изготовлен как из пластика, так и из металла одним из методов прототипирования [1].

Мы считаем особенно важным подчеркнуть необходимость планирования имплантации с учетом не только размеров и формы соответствующего участка кости, но и положения будущего искусственного зуба. При этом имеется возможность планировать возможный эстетический результат, используя разработанную нами систему трехмерной визуализации лица и зубных рядов [1, 4–6].

Приводимый клинический пример демонстрирует реальность предлагаемых решений.

Пациентка И. обратилась с жалобами на эстетический дефект, связанный с дефектом твердых тканей 22-го и 23-го зубов и негодностью ранее изготовленных металлокерамических коронок на 12-м и 13-м зубах (рис. 1, 2).



Рис. 1. Исходная клиническая ситуация.



Рис. 2. Исходная клиническая ситуация (крупный план).



Рис. 3. Результат трехмерного компьютерного моделирования.

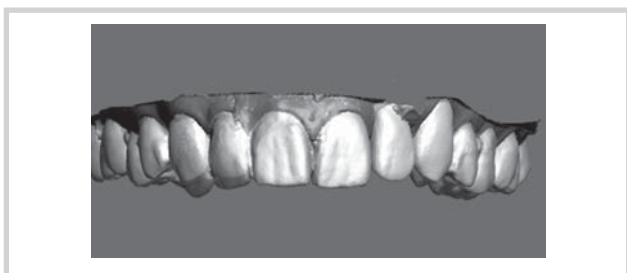


Рис. 4. Результат трехмерного компьютерного моделирования (крупный план).

Анализ КТ показал необходимость удаления верхних боковых резцов в связи с атрофией костной ткани на  $\frac{2}{5}$  длины корней. Отмечался также дефицит оставшейся в этой области костной ткани. В связи с этим было принято решение о немедленной имплантации, позволявшей избежать дополнительной атрофии кости после удаления

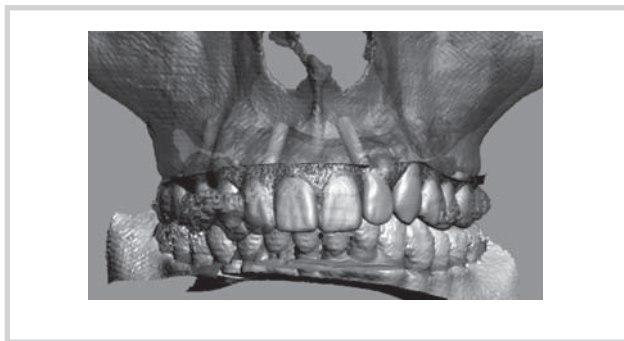


Рис. 5. Виртуальная сцена планирования имплантации.

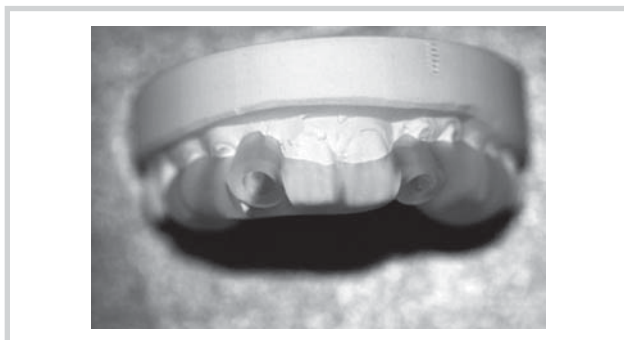


Рис. 6. Изготовленный хирургический направляющий шаблон на гипсовой модели.



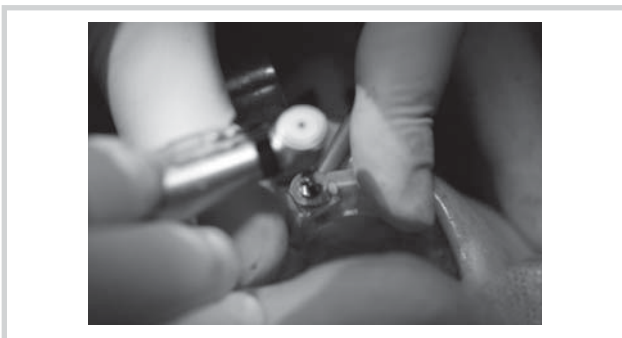
Рис. 7. Временные коронки на стереолитографической модели с аналогами имплантатов.

зубов и соответственно необходимости дополнительной аугментации костной ткани.

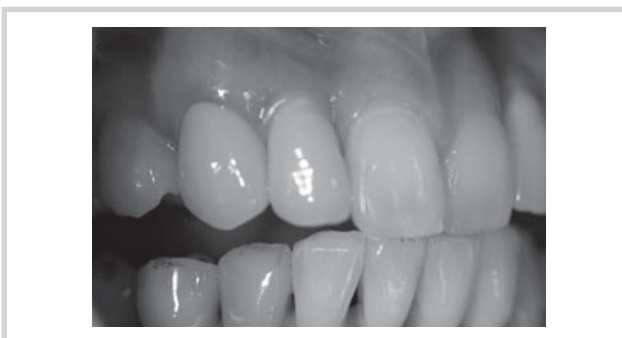
Состояние клыков было удовлетворительным, что давало возможность изготовить на них искусственные коронки после восстановления культевыми штифтовыми вкладками.

Перед началом лечения провели эстетическое планирование возможного результата с применением системы 3D-визуализации, для чего получили диагностические модели челюстей и прикусные регистраты. С применением дентального сканера HiScan («HintEls», Германия) сканировали модели и регистраты, с помощью лицевого сканера FaceScan III (Германия) — улыбающееся лицо пациентки. Согласно разработанному нами способу, совместили виртуальные модели лица и челюстей и с помощью трехмерного редактора 3ds Max 2008 смоделировали желаемый результат (рис. 3, 4).

Виртуальные коронки на зубы 13-й и 12-й были расположены нами апикальнее, чем выравнивалась резцовая



**Рис. 8.** Этап хирургической операции установки имплантатов: через шаблон производится сверление кости в заданном направлении и на заданную глубину.



**Рис. 9.** Результат ортопедического лечения на верхней челюсти справа.



**Рис. 10.** Результат ортопедического лечения на верхней челюсти слева.

линия. Результаты компьютерного моделирования показали, что могут возникнуть трудности при создании десневого контура в области 23-го и 22-го зубов (см. рис. 4).

При добавлении к этой сцене данных КТ путем виртуального совмещения положения моделей определилась возможность планирования имплантации (рис. 5). Виртуальные аналоги имплантатов размещались в пространстве с учетом геометрии костной ткани челюсти, корней соседних зубов, положения будущих искусственных зубов 12-го и 22-го.

С учетом избранного положения имплантатов и данных сканирования гипсовой модели верхней челюсти спроектировали и изготовили хирургический направляющий шаблон (рис. 6). Шаблон изготовили из пластика путем 3D-прототипирования.



**Рис. 11.** Результат ортопедического лечения (общий план).

Одновременно с хирургическим шаблоном изготовили временные коронки, для чего спроектировали и изготовили стереолитографическую модель, которая имела шахты под аналоги в соответствии с запроектированным положением имплантатов. Установив и зафиксировав аналоги в шахтах, зубной техник моделировал и изготовлял пластмассовые коронки на временных абатментах (рис. 7).

Хирургический этап лечения состоял в удалении короней 12-го и 22-го зубов, подготовке костного ложа и установке имплантатов с помощью направляющего шаблона и фиксации временных коронок, которые выводились из прикуса (рис. 8). Через 4 мес, которые требовались для приживления имплантатов, изготавливали и фиксировали циркониевые абатменты и постоянные керамические коронки на основе оксида циркония (рис. 9—11).

В чем мы видим преимущества заявленного подхода. Мы убеждены в том, что все подготовительные и лечебные мероприятия должны быть направлены на достижение конечной цели, которая должна выглядеть в сознании пациента, врача и зубного техника не как некие идеальные и всегда разные образцы, а как вполне конкретная модель (образец). Этот образец, который согласуется всеми участниками лечебного процесса заранее, является именно тем шаблоном, относительно которого ведется планирование всех лечебных мероприятий. Цифровые методы планирования и производства позволили выстроить весь лечебный процесс, ориентируясь на запланированный конечный результат, и гарантированно достигать его. Заранее спроектированная и согласованная с пациентом форма искусственных зубов существенно облегчает зубному технику работу, ориентированную на конечный результат. Положение искусственных зубов в виртуальном проекте служит основой для проектирования положения имплантатов. Грамотное планирование имплантации в таком случае исключает неприятные «сюрпризы», с которыми может столкнуться врач-ортопед и зубной техник, увидев на модели положение трансферов.

Разработанная нами методика изготовления хирургических направляющих шаблонов отличается от мировых аналогов тем, что изготовление шаблонов осуществляется не по данным КТ, а по данным оптического сканирования протезного ложа. В этом случае у хирурга не бывает проблем с «посадкой» и фиксацией направляющего ша-

блона на протезное ложе, имеется возможность трансгингивальной имплантации как с помощью мукотома, так и с минимальным отслоением слизистой-надкостничного лоскута, что облегчает для пациента послеоперационный период.

Подобный подход удается осуществить, применяя соответствующие аппаратные и программные средства, имеющие открытую платформу, т.е. есть возможность обмениваться данными, используя стандартные форматы файлов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Ряховский А.Н.* Цифровая стоматология. М: Авантис 2010.
2. *Ряховский А.Н.* Положительное решение по заявке на изобретение №2009130505/14(042588). Направляющий шаблон для дентальной имплантации.
3. *Ряховский А.Н., Михаськов С.В.* Варианты применения направляющих шаблонов на хирургическом этапе дентальной имплантации. Панорама ортопедической стоматологии 2007;1:6—11.
4. *Ряховский А.Н., Юмашев А.В., Левицкий В.В.* Способ построения трехмерного изображения лица и зубных рядов, сопоставленных в корректном друг относительно друга положении. Патент РФ №2306113. А61С 9\00. Бюл №26, 2007.
5. *Ряховский А.Н., Левицкий В.В.* Новые возможности планирования эстетического результата ортопедического лечения. Клин стоматол 2008;4:34—38.
6. *Ryakhovsky A.N., Levitsky V.V.* Neue Möglichkeiten zur Planung von ästhetischen Behandlungen für prothetische Versorgungen. Dental Spiegel 2010;1—2:30:26—31.
7. *Eggers G., Klein J., Welzel T., Muhling J.* Geometric accuracy of digital volume tomography and conventional computed tomography. Br J Oral Maxill Surg 2008; 46:639—644.
8. *Kwong J.C., Palomo J.M., Landers M.A. et al.* Image quality produced by different cone-beam computed tomography settings. Am J Orthodont Dentof Orthoped 2008;133:2:317—327.
9. *Liang X. et al.* A comparative evaluation of cone beam computed tomography (CBCT) and multi-slice CT (MSCT). Part II: On 3D model accuracy. Eur J Radiol 2009;doi:10:1016.

