

© Л.П. Юдин, П.С. Юдин, 2012

## ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ SIMPLANT

Л.П. Юдин, П.С. Юдин

ООО «3D - Диагностика» (127055, г. Москва, Новослободская ул., 71, офис 13) +7 495 363-36-03, info@3d-diagnostics.ru.

Представлены преимущества компьютерного предоперационного планирования установки интракостных дентальных имплантатов с помощью специализированной компьютерной программы SimPlant по данным компьютерной томографии.

*Ключевые слова:* компьютерная программа SimPlant, предоперационное планирование

The advantages of computer preoperative planning of the installation intraosseous dental implants with the help of a specialized computer program SimPlant on the computer tomography.

*Key words:* computer program SimPlant, preoperative planning

В дентальной имплантологии точное предоперационное планирование как самой имплантации так и протезирования является основой успешной реабилитации пациентов. Радиологические данные могут быть получены посредством современных трехмерных методов визуализации, таких как конусно-лучевая томография (КЛКТ), мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) с низкой дозой излучения и большой точностью изображения и обработаны при помощи специализированного программного обеспечения. Становится возможным планирование трехмерного позиционирования имплантатов и его перенос на область проведения операции [1-5,8]. Временный зубной протез может быть изготовлен до операции и установлен пациенту сразу после ее окончания. Таким образом, запланированное лечение является более быстрым, менее инвазивным, и, прежде всего, предсказуемым, что улучшает качество как хирур-

гической процедуры, так и протезирования [6,9,10,14]. В оральной имплантологии для трехмерной навигации применяют как статические, базирующиеся на шаблонах, так и оптические, динамические системы навигации.

Мы используем программное обеспечение точного дооперационного планирования SimPlant («Materialise», Бельгия), которое обеспечивает исключительную безопасность пациентов. План протетического лечения с использованием в качестве опоры дентальных имплантатов создается с целью идеального расположения имплантата в 2D- и 3D-изображениях с учетом клинических и эстетических соображений. Для его реализации и ознакомления с ним пациента во время операции используют хирургические шаблоны различных модификаций: с опорой на кость, зубы или слизистую оболочку полости рта. Существует возможность проводить дентальную имплантацию и, одновременно, применять шаблон, безлоскутные опе-

Юдин Павел Семенович – д-р мед. наук, проф., тел. +7 (495) 363-36-03, e-mail: info@3d-diagnostics.ru

рации, операции синусифтинга, аугментацию и другие вмешательства, необходимые и запланированные ранее.

**Хирургические шаблоны** (SurgiGuides) обеспечивают связь между виртуально спланированной и фактической операцией, точно передавая ее смоделированный план. Направляющие втулки для сверл располагают в определенном положении и ориентации как было намечено в программном обеспечении. Направляющие втулки для сверл располагают в определенном положении и ориентации, как было намечено в программном обеспечении. Вследствие сложной формы альвеолярной кости и зубов, готовый SurgiGuide уникален и используется только для конкретной операции. Программа SimPlant демонстрирует пациентам предоперационный план, тем самым привлекая новых пациентов и добиваясь понимания. Программа также удовлетворяет постоянно возрастающим медицинским и юридическим требованиям, предоставляя точную деловую документацию. Кроме того, предварительное планирование с SimPlant экономит время и деньги, эффективно уменьшает продолжительность операций, улучшает ситуацию с запасами, хранением, использованием имплантатов и специальных материалов во время операции [5,7,9-13]. В программе SimPlant открываются «окна», представляющие аксиальные, сагиттальные и корональные изображения проекта дентальной имплантации (рис.6). С помощью программы осуществляется трехмерная визуализация имплантата вместе с костью, сканируемым радиологическим шаблоном, виртуальными зубами, положение нижнечелюстного нерва, контуров верхнечелюстных синусов (см. рис.6, рис.7, 8). В определенных ситуациях проводится оптическое сканирование моделей челюстей, которое завершается визуализацией. Программное обеспечение позволяет добиться взаимопонимания между хирургом, стоматологом, зуботехнической лабораторией и пациентом. Печать отчетов (протоколов сверления) с данными пациента, спецификациями выбранных имплантатов, 2D- и 3D-изображениями в цветном варианте передается врачу, заказавшему проект, и только после подтверждения им плана отправляется на 3D принтер для печати шаблона (рис.15). Кроме того, программа осуществляет измерение плотности и размеров кости, увеличение контраста, масштабирование окна, панорамирование видов, просмотр поперечных срезов и панорамных изображений (см. рис.7, рис. 9,11,12).

Клиницисты во всем мире и в нашей стране с успехом используют хирургические шаблоны для более точной установки дентальных имплантатов (1-5,7,9). Методика перенесения данных предоперационного планирования в реальность с целью установки имплантатов и препарирования костной ткани соответственно запланированному расположению, направлению, глубине теперь применяется еще больше в связи с появлением 3D-принтеров (RP

- rapid prototyping, manufacturing). Благодаря этому стало быстрым и недорогим изготовление хирургических шаблонов и медицинских моделей. Таким образом, все аспекты управляемой дентальной имплантации уже созданы и успешно апробированы [5,9,14,15]. При таком комплексном подходе роль врача - ортопеда - стоматолога становится достаточно важной, и тогда концепция совместной ответственности подразумевает, что именно он устанавливает стандарты проведения хирургического этапа имплантации, необходимой для достижения желаемого протетического результата, главным принципом имплантологического лечения. Посредством передачи протетического результата в интерактивное трехмерное программное обеспечение (ПО) во время сканирования, установка имплантата проходит в соответствии с предварительно определенными требованиями ортопеда - стоматолога. Эта методология переноса позволяет создавать протетически направленный план лечения в пределах ПО и перенести его непосредственно пациенту во время операции.

Управляемая (компьютером) дентальная имплантация включает 3 основных компонента, взаимно дополняющих друг друга: компьютерную томографию (КТ), использование специализированных программ планирования и, как результат их взаимодействия, третий компонент - хирургические инструменты: индивидуальный направляющий сверл (хирургический шаблон), удлиненные сверла со стопперами, направляющие рукоятки и пр. (рис.1).

При полной адентии или протяженных дефектах зубного ряда передача протетической информации начинается с создания рабочей модели для изготовления рентгенографического шаблона - протетического плана лечения. Для шаблонов с опорой на слизистую необходимо визуализировать как мягкие ткани, так и зубы. Последние визуализируют исключительно с помощью оптического сканирования: создается оптическая модель, которая в свою очередь передается в программу планирования. Низкая визуализация мягких тканей (десен) и контуров поверхности зубов при использовании конус - лучевого компьютерного томографа (КЛКТ), как впрочем и медицинского спирального томографа (МСКТ), не позволяет изготовить точный назубный или надесневой хирургический шаблон только по данным КТ (рис.2). Но именно данный вид рентгенографического шаблона предоставляет возможность использовать хирургический шаблон для установки имплантатов без откидывания лоскута. Поэтому достаточно сложно обойтись без реального рентгенологического шаблона, который в программе КТ превращается в виртуальный, хотя существуют варианты сканирования без использования радиографического шаблона. В этом случае информация о контурах слизистой оболочки и зубов (физической модели) передается с помощью оптического сканера (рис.4 а,б). Если используют шаблон с опорой на

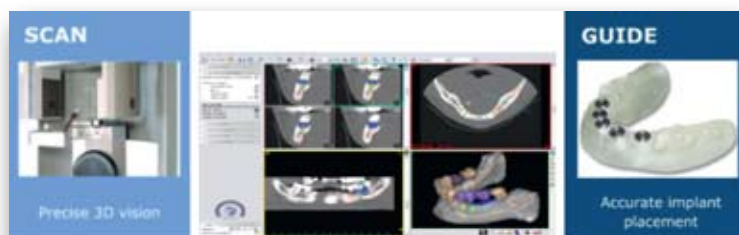


Рис. 1.  
Три компонента управляемой дентальной имплантации: КТ, планирование и, в результате, производство хирургического шаблона.

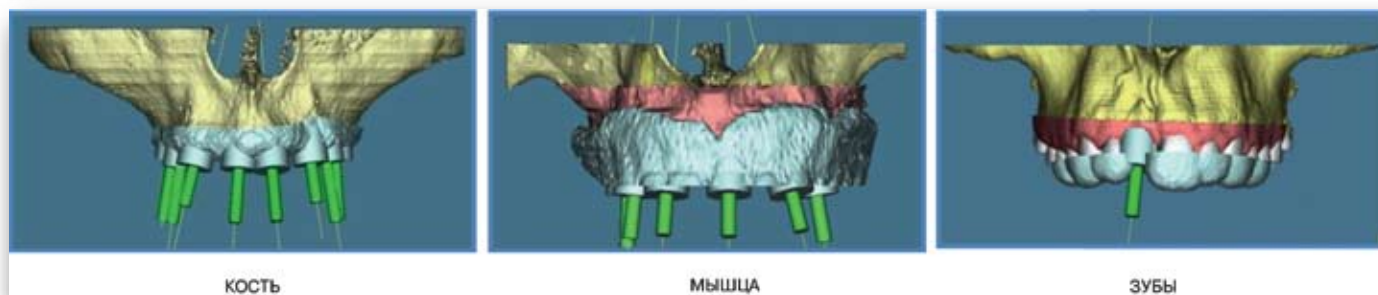


Рис. 2.  
Хирургические шаблоны опираются на кость, слизистую оболочку и зубы.

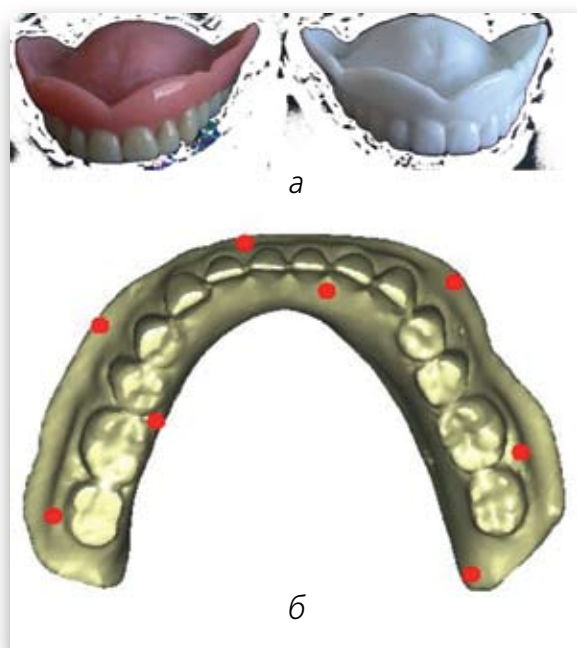


Рис. 3.  
**Принципы двойного сканирования.**  
а - сканирование пациента с радиологическим шаблоном в КЛКТ, а затем шаблон сканируют отдельно. Может быть использован «старый» съемный протез пациента, б - на поверхности шаблона видны маркеры, необходимые для объединения в программе КТ данных и сканированного отдельно шаблона - стеклянные шарики диаметром 1мм, специально изготовленные производителем.

кость, то альвеолярный гребень должен быть длиной  $\geq 3,5$  см и ясно видим на КТ; если с опорой на слизистую оболочку - пациента сканируют вместе с рентгенопрозрачным радиологическим шаблоном; если с опорой на,

то контуры минимум 3 зубов должны быть ясно видимыми по изображениям КТ; необходимо использовать недавнюю и точную гипсовую модель для сканирования в оптическом сканере. Но во всех случаях шаблон следует выбирать прежде, чем будет проведена КТ.

**Двойное сканирование.** Сканирование (КТ) проводят дважды, т. е. кроме пациента с радиологическим шаблоном, шаблон сканируют отдельно. Определение координат маркеров в программном обеспечении для планирования имплантации - обязательный и ответственный этап (рис.3).

**Направление на исследование КТ.** Пациента направляют в диагностический центр для получения высококачественного аксиального КТ изображения, которое может быть реконструировано при помощи современных программ в сагиттальные и панорамные срезы, трехмерные изображения и, в немногих программах - в трехмерные объекты. Качество изображения зависит прежде всего от квалификации персонала, выполняющего исследование, и соблюдения диагностических протоколов. Технические характеристики КТ-оборудования также являются важным фактором. В направлении четко указывают точные инструкции для рентген-лаборанта. Инструкции включают: челюсть, исследование которой будут проводить, наличие или отсутствие рентгенографического шаблона и анатомические структуры, которые должны быть обозначены. Соединение объектов на основании различной плотности и их трехмерный анализ выполняют при помощи специализированного программного обеспечения. Хирургические шаблоны изготавливают по данным КТ изображения и протетически направленного дооперационного хирургического плана, т. е. рентгенологического шаблона. Из



Рис. 4.

**Сагиттальный разрез.**

а - синим цветом выделен виртуальный шаблон, а расстояние между ним и костью позволяет определить толщину и конфигурацию слизистой оболочки, б - сканирование пациента в КЛКТ, а затем модель сканируют отдельно в оптическом сканере и данные передают на КТ.



Рис. 5.

**Начало планирования в программе SimPlant.**

а - выделение осевой линии - важный и ответственный этап: это основной ориентир для установки имплантатов, б - подобный подход использован для проведения виртуальной линии (выделено желтым цветом), проведенной по вестибулярной поверхности зубов, расставленных в шаблоне, и далее к установлению виртуальных зубов.

ротовой полости пациента следует убрать все съемные металлические протезы. Любые украшения могут помешать процессу сканирования, поэтому их также следует снять.

Пациент вставляет в полость рта рентгенографический шаблон, изготовленный из рентгенопрозрачного материала, прикус регистрируют с помощью, например, Aquasil Bite («Dentsply»). Разделение челюстей гарантирует, что аксиальное изображение не сольется с противоположной челюстью. При использовании рентгенографического шаблона у полностью беззубого пациента, для стабилизации шаблона на слизистой также используют регистратор прикуса. После завершения КТ исследования, данные конвертируются для использования в программном обеспечении. Завершенное исследование пациента на электронном

носителе, бумаге, пленке или по интернету отсылают врачам, ответственным за лечение пациента.

Технологию КТ используют в стоматологии достаточно давно, и по сравнению с КТ неинтерактивная рентгенограмма проигрывает в точности. Но одинаково важной является способность передачи соответствующей протетически направленной информации непосредственно в ротовую полость больного. Возможно самым важным для понимания ценности технологии является то, что вся информация о пациенте уже включена в набор данных КТ. Ее извлекают при помощи программного обеспечения. Интерактивное КТ программное обеспечение позволяет клиницисту до проведения хирургических мероприятий сформулировать вопросы и извлечь данные, необходимые



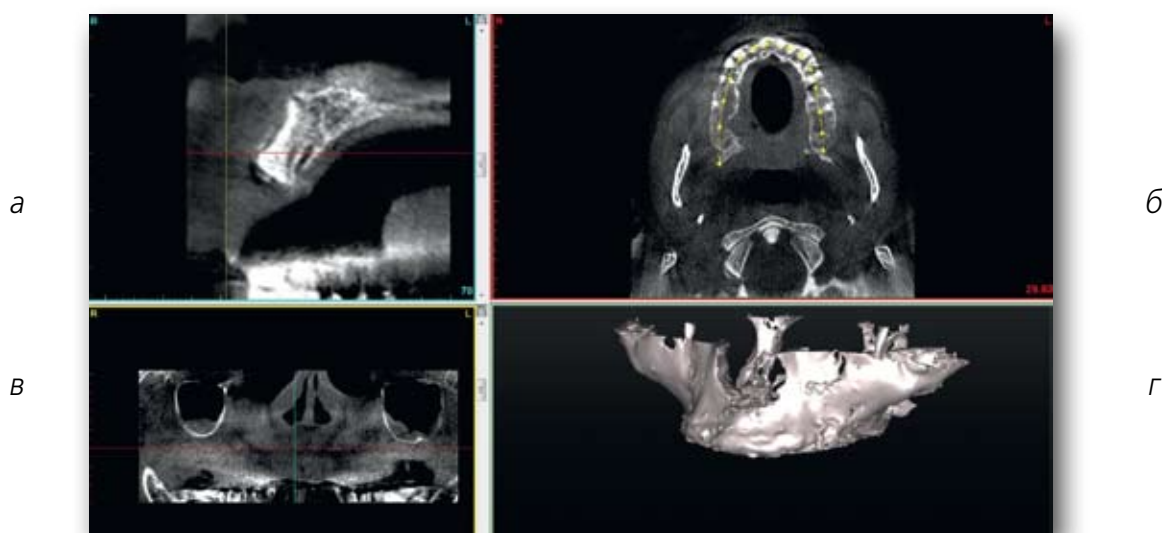


Рис. 6.

**Интерактивные «окна» программы SimPlant**

**а** – кросс-секция, **б** – аксиальный вид : осевая линия (выделена желтым цветом) предназначена для первоначального ориентирования, **в** – определение уровня среза для панорамного вида (красная линия), **г** – 3D-реконструкция. Преимущества планирования имплантации очевидны: оставшаяся альвеолярная кость используется более эффективно по сравнению с традиционными методами, что позволяет достичь идеального выполнения протетического плана лечения.

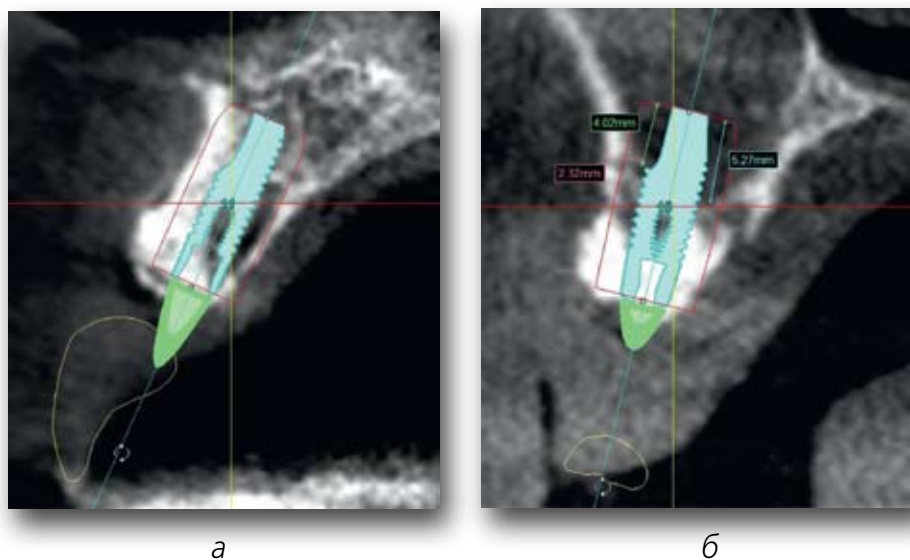


Рис. 7.

**Имплантат 11 находится в выгодном положении относительно протетической конструкции (а); имплантат 15 проникает в верхнечелюстной синус (степень проникновения которого можно измерить) (б).**

для определения клинических процедур с целью получения желаемого результата. При извлечении информации необходимо понимание интерактивного программного обеспечения. Способность интерпретировать КТ снимки в значительной мере зависит от знаний и опыта.

**ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ КТ.**

**Первым этапом** анализа КТ-исследования является определение того, правильно ли был позиционирован

пациент при проведении КТ- исследования. Аксиальная плоскость должна быть параллельна окклюзионной плоскости зубного ряда или рентгенографического шаблона. (рис.5-7).

**Вторым этапом** является разметка анатомически важных структур (рис.8).

**Третий этап.** Оценка совместимости оптимальной окончательной позиции зуба (представляемой рентгенографическим шаблоном) и анатомии кости (рис. 9,10). Также



Рис. 8.

**Выделение критических анатомических структур.**

Трассировка нижнего альвеолярного нерва. Цветом на панорамном снимке и в кросс-секциях выделены нижний альвеолярный нерв и места его выхода в ментальной области.

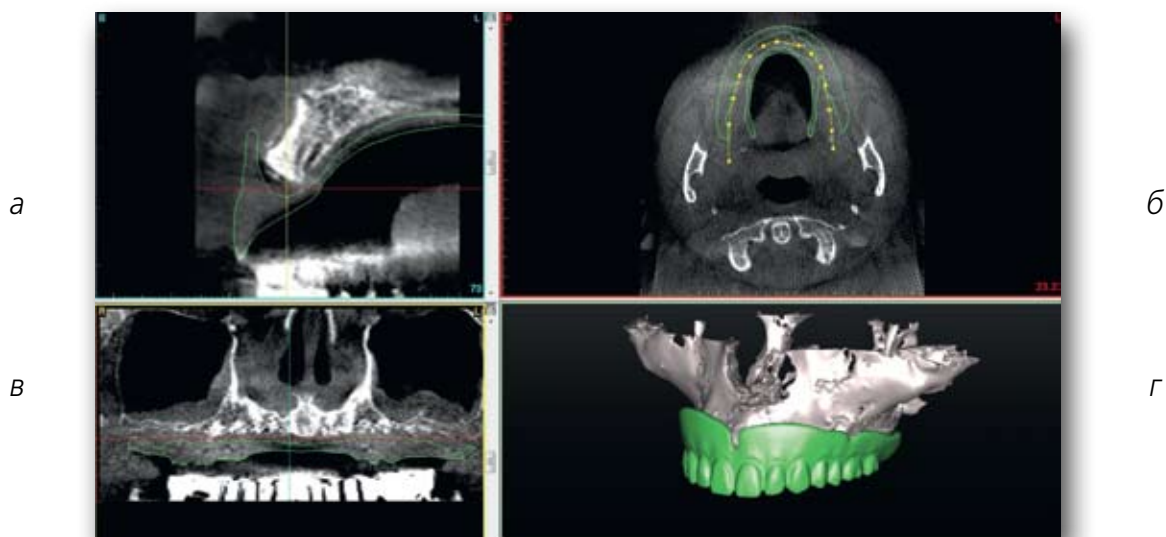


Рис. 9.

**Протетические ориентиры в программе планирования дентальной имплантации SimPlant имеют определяющие значение.**

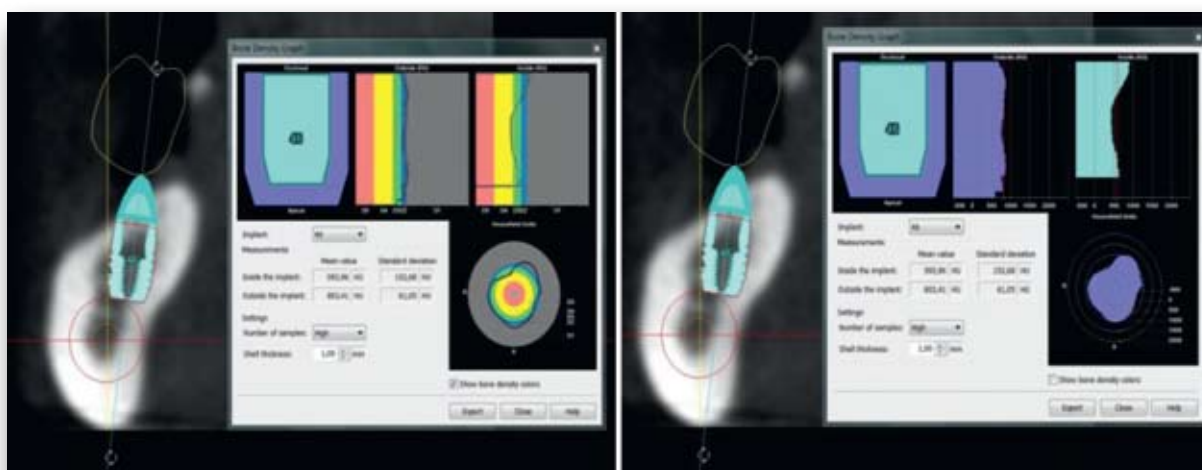
Регистрация радиологического шаблона: синим цветом выделены контуры радиологического шаблона на кросс-секции (а), аксиальном виде (б), панорамном (в) и в 3D-реконструкции (г)

можно оценить плотность и тип кости вокруг имплантата (рис. 11). Инструменты программы SimPlant - позволяют делать линейные и угловые измерения, вычислять плотность кости, получать 3D-визуализацию, осуществлять разметку, определять соотношение позиций имплантатов и нерва (рис. 12-13, 15,16), включать инструмент прозрачности чтобы оценить внутренние трехмерные структуры и инструмент клипарта для одновременного объединения двух- и трехмерных изображений [14], обеспечить возможность индивидуальной настройки меню. Программное

обеспечение SimPlant также предоставляет опцию выбора наиболее оптимального хирургического шаблона в соответствии с протетически направленным планом лечения

**Четвертым этапом** является выбор, установка и ориентация имплантата в соответствии с желаемым протетическим результатом.

**Пятый этап** включает любую дополнительную информацию и ориентиры, которые могут быть необходимыми при выполнении главной задачи: достижения идеального протетического результата (рис.12-15).

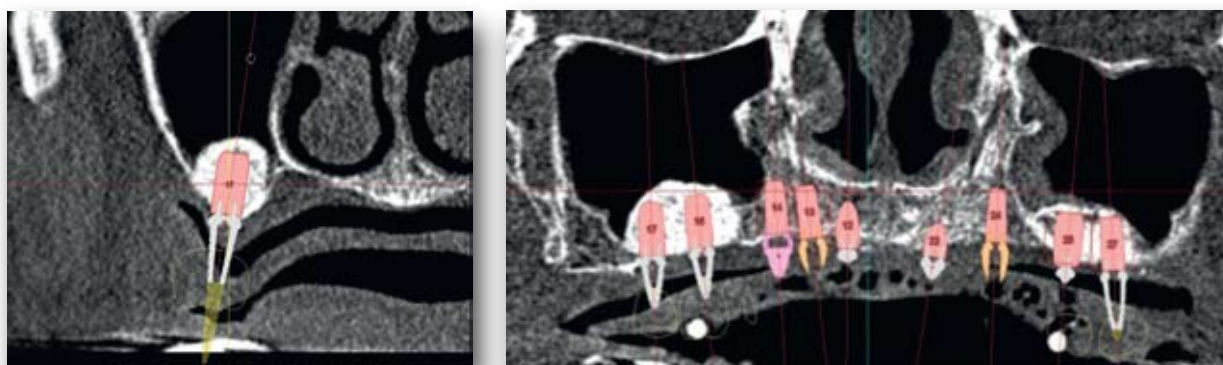


а

Рис. 10.

б

Определение плотности и типа костной ткани в месте планируемого расположения имплантата 46 внутри и снаружи (качество и тип кости на диаграмме выделены цветом) признаны приемлемыми для имплантации (а); при планировании и изменении положения имплантата в программе показатели плотности пересчитывают (б).

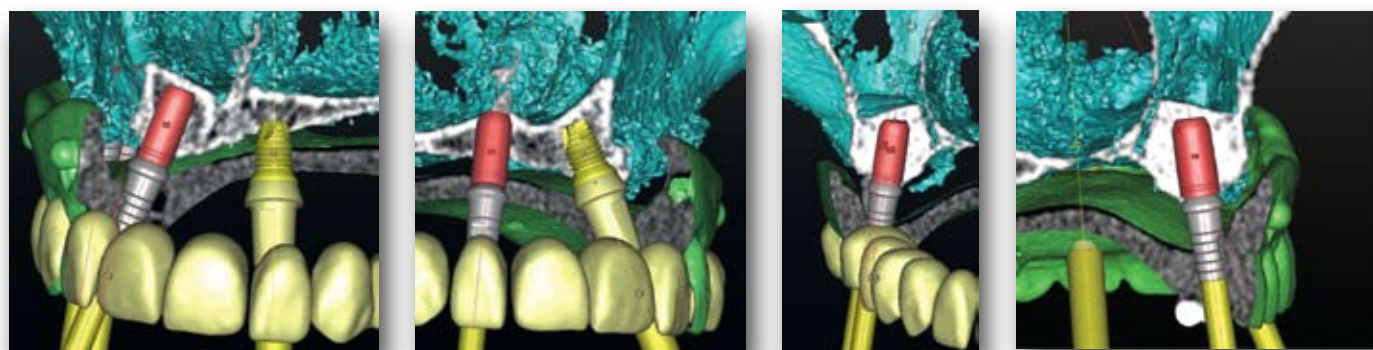


а

Рис. 11.

б

С помощью программы SimPlant можно определять объем и необходимое количество остеопластического материала при синуслифтинге (а); общий план (панорамный вид) установки всех имплантатов: синуслифтинг проведен прежде установки имплантатов (б).



а

б

в

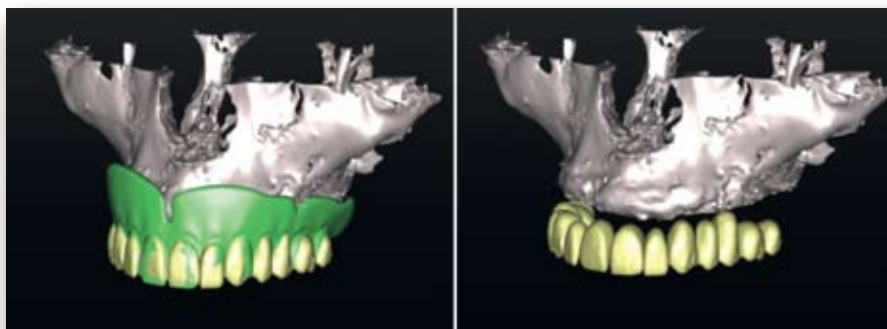
г

Рис. 12.

Имплантаты 22 и 12 в окончательной позиции (а); планируется установка имплантата 16 в верхнечелюстном синусе (б); синуслифтинг проведен заблаговременно (в); в другой проекции (г).



## ДИАГНОСТИКА. ПЛАНИРОВАНИЕ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ



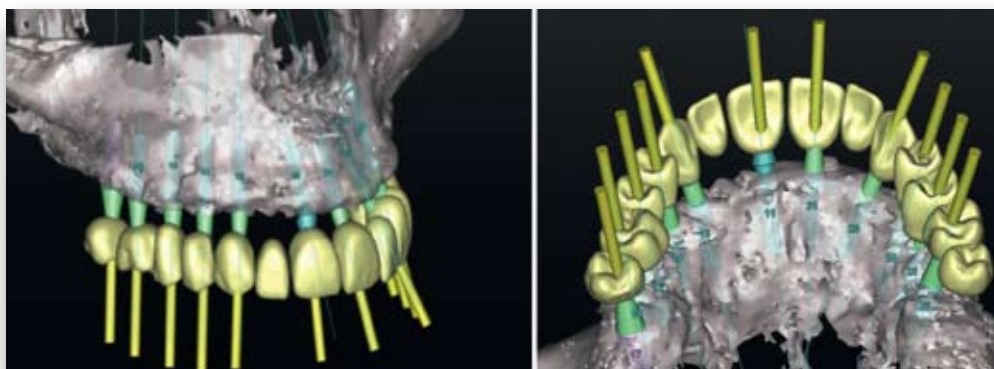
а

б

Рис. 13.

**Протетические ориентиры в программе планирования дентальной имплантации SimPlant.**

Радиологический шаблон с помощью виртуальной линии (хорошо различимой на рис.5,б желтого цвета) для создания четкой видимости альвеолярной кости (а) замещается на виртуальные зубы (б).



а

б

Рис. 14.

**При планировании замещения имплантатами отсутствующих зубов, использован инструмент прозрачности для оценки внутренних трехмерных структур.**

Косой вид 3D-реконструкции (а); 3D-реконструкция: определение соотношений позиций имплантатов и кости (б).

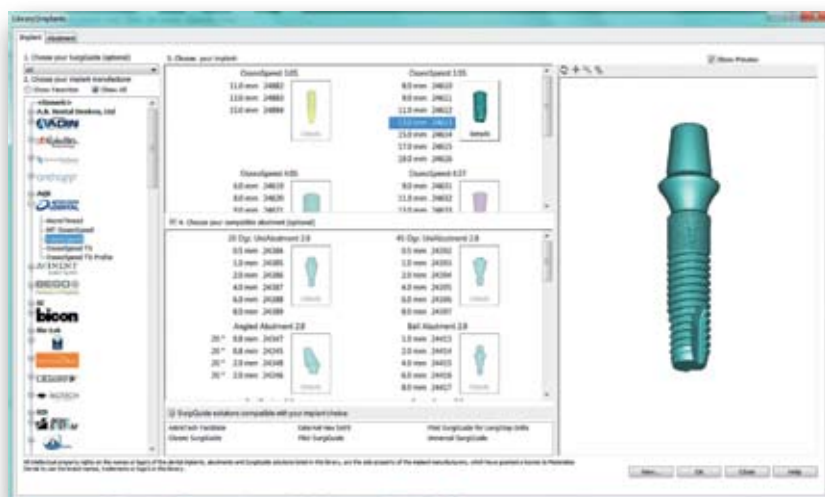


Рис. 15.

**Выбор реального имплантата с точной геометрией, включая абатмент, легко осуществляется с помощью библиотеки, предоставляемой производителями.**

**Устройства для позиционирования имплантатов:** хирургические шаблоны. Практически все навигационные системы используют виртуальное планирование примерно одинаковыми способами, но изготовление хирургичес-

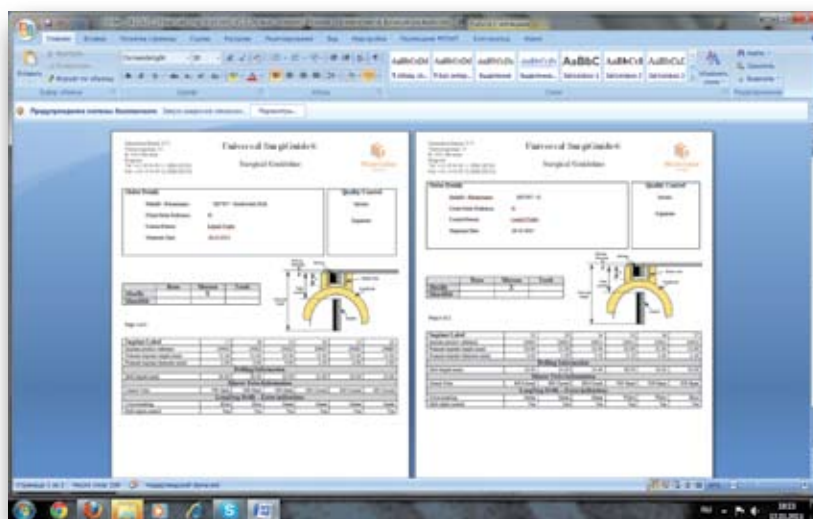
ких шаблонов происходит по-разному. Статические навигационные системы с использованием КТ, виртуальной имплантации на основе CAD/CAM-технологий и быстрого прототипирования (Simplant) характеризуются именно



Рис. 16.

**Протокол сверления.**

После утверждения плана имплантации врачом, проект передается на 3D-принтер для изготовления хирургического шаблона.



а

б



Рис. 17.

**Клинический этап, подготовка к операции: хирургический шаблон установлен и закреплен на слизистой верхней челюсти фиксирующими пинами – стрелки вверх. Стрелками снизу выделены втулки для сверления (с разрешения канд. мед. наук С. Рахимова).**

тем, что данные планирования переносятся в форму шаблона с использованием технологий быстрого прототипирования (рис.17). Учитывают требования ортопедической конструкции, состояние и строение костной ткани, так как для планирования применяются данные КТ. Метод переноса данных виртуального предоперационного планирования происходит в цифровой форме (рис.16-18). После утверждения плана имплантации, проект передается на 3D-принтер для изготовления хирургического шаблона (рис.20). Для операции врач получает набор необходимых инструментов (см. рис.18). До начала операции может быть изготовлена временная или окончательная протетическая реставрация. Отсюда предсказуемый хирургический и, как следствие, протетический результат лечения (рис.19, в).

Протетически ориентированное позиционирование имплантатов и их точная установка во время проведения операции является в настоящее время решающим фактором успешной реабилитации пациента после установки протеза с опорой на имплантаты. Уже на этапе планирования имплантации должен быть продуман весь ход операции, и на основании имеющейся восковой модели изготовлена протетическая реставрация (рис.19 а,б,в).

С введением системы диагностики на цифровой основе с визуализацией трехмерной костной структуры стало возможным перед проведением имплантации объединение 2 главных аспектов: тщательно спланированного протетического решения и анатомических данных пациента. При этом трехмерные данные КТ или цифровой объемной томографии (ЦОТ) в формате DICOM (цифровое изобра-



Рис. 18.

**После утверждения плана имплантации, проект передается на 3D-принтер для изготовления хирургического шаблона. Для операции врач получает набор необходимых инструментов.**

жение и коммуникации в медицине) используются в специальных программах визуализации, анализа и последующей обработки для изготовления шаблонов.

С появлением сложных рентгенографических шаблонов, стереолитографического RP-моделирования и хирургических шаблонов, отображающих протетический результат с точностью до долей миллиметра (рис.20), у стоматолога появляется возможность добиться предсказуемого результата в имплантологии.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ.

Поскольку протетический результат определяет стоматолог-ортопед при помощи рентгенографического шаблона или виртуальных зубов, в дооперационном планировании лечения уже содержатся основные требования для прове-

дения хирургического вмешательства. Планирование при таком подходе носит итерационный характер, начинается с исследования возможности установить имплантаты в идеальное протетическое положение и при отсутствии анатомической возможности может вести к пересмотру плана ортопедического лечения и новому анализу возможности имплантации. Таким образом, дентальная имплантация становится по-настоящему междисциплинарным разделом стоматологии, в которой протезисты должны принимать непосредственное участие от начала предоперационного планирования и до момента протезирования. План имплантации, не одобренный стоматологом-ортопедом, не должен быть реализован. Врач-ортопед-стоматолог также обязан понимать анатомические ограничения у конкретного пациента и пересматривать план ортопедического лечения при необходимости. Совместная ответственность определяет изменение парадигмы в лечении пациентов с использованием имплантатов. Следующие моменты определяют понятие совместной ответственности: протетический результат диктует требования для проведения хирургического вмешательства, которым хирург должен следовать, соответственно до проведения операции устанавливаются соответствующие ограничения и определяется стоимость; планирование лечения осуществляется до операции, а не во время ее проведения.

Использование хирургического шаблона существенно снижает проблему хирургического опыта. Другими словами, при установке дентальных имплантатов больше не надо полагаться на традиционную «ментальную навигацию» для их оптимального позиционирования, можно довериться плану лечения, который предоставляет компьютерная программа. Ортопед играет ключевую роль в междисциплинарном сотрудничестве и в процессе совместной работы фокусирует внимание других специалистов на результате лечения больных. Как только пациенты начнут ценить время и усилия, потраченные на подготовку к проведению их лечения, принятие этого варианта лече-

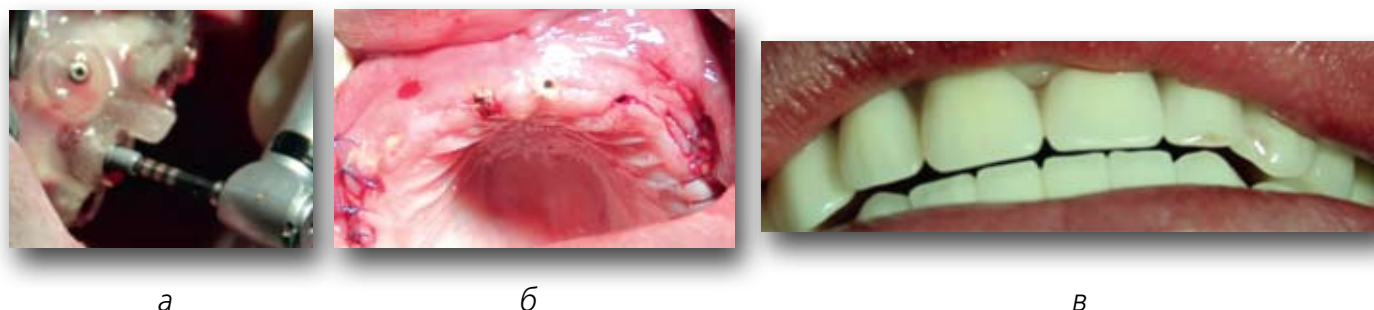


Рис. 19.

**Этапы операции.**

**а - сверление, б - состояние после установки имплантатов и двустороннего синуслифтинга, в - непосредственное протезирование (эти же временные съемные протезы использованы как радиологические шаблоны. С разрешения канд.мед.наук С. Рахимова).**



Рис. 20.

**3D-принтер обеспечивает точность изготовления хирургического шаблона до 0,016 мм без участия человека. Таким образом, ошибки исключены.**

ния ими самими несомненно произойдет. Использование технологии КТ-сканирования не ограничено так называемыми сложными случаями. Возможность универсального применения хирургических шаблонов делает их простыми в использовании и эффективными. Все изложенное выше позволяет с уверенностью сделать следующие выводы:

- управляемая дентальная навигация - комплекс диагностических и инструментальных средств, позволяющий ввести протетическую информацию в КТ-исследование для дальнейшего анализа анатомических структур пациента перед проведением хирургического вмешательства;
- совместная ответственность во время предоперационной подготовки к имплантации закрепляет роль лидера за врачом - ортопедом - стоматологом;
- должны быть установлены операционные стандарты до проведения самого хирургического вмешательства;
- наступает эра минимально-инвазивного хирургического лечения в стоматологии и более тесной связи её с медициной в целом;
- появляется возможность проведения планирования имплантологического лечения в атмосфере информированного согласия и полной открытости всех сторон, участвующих в лечебном процессе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А.Ю., Воробьев Ю.И., Трутень В.П. Лучевая диагностика в стоматологии. М., 2007. - С. 496.
2. Жусев А.И., Ремов А.Ю. Дентальная имплантация. Критерии успеха. М., 2004. - С. 224.
3. Олесова В.Н., Гарафутдинов Д.М., Кабанов А.Ю. и др. Компьютеризированное планирование дентальной имплантации // Рос. вестник дентальной имплантологии - 2004. - №2(6). - С. 54-57.
4. Серова Н. С. Лучевая диагностика в стоматологической имплантологии: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. - М., 2010. - С. 47.
5. Юдин П.С., Юдин Л.П. Управляемая дентальная имплантация: от томографии к хирургическому шаблону // Дентальная имплантология и хирургия. - 2011. - N45. - С. 122-129.
6. Misch K.A., Yi E.S., Sarmant D.P. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements// J. Periodontol. - 2006. - Vol.77. - P.1261-1266.
7. Van Assche N., van Steenberghe D., Guerrero M.E. et al. Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: a pilot study// J. Clin. Periodontol. - 2007. - Vol.34, N9. - P.816-821.
8. Perel M.L. Throwing darts// Implant Dent. Editorial. - 2003. - Vol.12, N4. - P.267.
9. Eggers G., Patellis E., Muehling J. Accuracy of template-based dental implant placement// Int. J. Oral Maxillofac Implants et al. - 2009. - Vol. 24. - P.447-454.
10. Almog D.M., Benson B.W., Wolfgang L. et al. Computerised tomography-based imaging and surgical guidance in oral implantology// J. Oral. Impl. -2006. - Vol.1. - P.14-18.
11. Jung R.E., Ganeles J., Haemmerle C. Computer-assisted applications in surgical implant dentistry: a systematic review// Int J. Oral Maxillofac Implants. - 2009. - Vol. 24 (suppl). - P. 92-109.
12. Swaelens B. Drilling templates for dental implantology// Phidas Newsletter. - 1999. -Vol.3. - P. 10-12.
13. Wouters K. Colour rapid prototyping. An extra dimension for visualizing human anatomy// Phidas Newslette. - 2001. - Vol.6. - P. 4-7.
14. Wulf J, Vitt KD, Gehl H-B, Busch LC. Anatomical accuracy in medical 3D modeling. Phidas Newsletter. - 2001. - Vol.7. - P.1-2.
15. Di Giacomo G.A., Cury P.R., de Araujo N.S., Sendyk C.L. Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results// J. Periodontol. -2005. - Vol.76. - P.503-507.
16. Ewers R., Schicho K., Undt G. et al. Basic research and 12 years of clinical experience in computer-assisted navigation technology: a review. //Int J. Oral Maxillofac Surg.