

А.Н. Ряховский,
д.м.н., профессор, зав.отделом
ортопедической стоматологии
ЦНИИС и ЧЛХ

Применение цельнометаллических накостных направляющих шаблонов CAD/CAM-изготовления для дентальной имплантации

Современная цифровая техника и ее поддержка программным обеспечением обеспечивают новые удивительные возможности в имплантологии.

Например, применение компьютерной томографии (КТ) становится все более доступным. Практически каждый стоматологический томограф обладает необходимым программным обеспечением, позволяющим проводить трехмерное планирование имплантации.

Дентальная имплантация получила заметное развитие в нашей стране. Возможности хирургической техники позволяют установить искусственные опоры даже при изначальном дефиците морфологического субстрата.

Проведение подобных вмешательств существенным образом облегчается при использовании так называемых направляющих шаблонов.

Технология применения хирургических направляющих шаблонов заключается в предварительном планировании параметров и положения имплантатов. Затем проводится изготовление хирургического шаблона, который должен устойчиво фиксироваться на протезном ложе и иметь направляющие для хирургических фрез, с помощью которых и обеспечивается

подготовка в кости посадочных мест для имплантатов.

Изготовление хирургических направляющих шаблонов, как правило, производится в централизованных лабораториях компаний-разработчиков и требует пересылки исходных данных, гипсовых моделей и самих шаблонов. Это занимает много времени и достаточно затратно.

Нами разработана технология изготовления хирургических шаблонов, основанная на применении общеизвестных программ трехмерного моделирования и оборудования для 3D-прототипирования.

От известных методов планирования она отличается еще и тем, что помимо результатов КТ-исследования дополнительно используются результаты сканирования протезного ложа, которые получают либо сканированием гипсовых моделей, либо внутривитальным сканированием. При этом нет необходимости в изготовлении рентгеноконтрастных шаблонов. В традиционной технике искусственные зубы рентгеноконтрастного шаблона служат ориентиром для расстановки имплантатов. Однако мы считаем более эффективным и менее затратным способ виртуальной по-

становки искусственных зубов, как при CAD-моделировании зубных протезов.

Нами разработаны и с 2008 г. применяются цельнометаллические шаблоны CAD/CAM-изготовления. По сравнению с шаблонами из пластика, а только такие изготавливаются с помощью известных специализированных программ (SimPlant, Австрия; NobelGide, США; ImplantAssistant, Россия, и др.), целиком металлические шаблоны имеют следующие преимущества:

- 1. Большая жесткость при меньшей толщине, а это значит, что такой шаблон занимает меньше места во рту, что создает хирургу более комфортные условия для работы.**
- 2. Удобство стерилизации.**
- 3. Нет необходимости в использовании дополнительных титановых втулок.**
- 4. В случае назубной фиксации шаблона в качестве опоры достаточно иметь по одному зубу со стороны дефекта (традиционные пластиковые шаблоны требуют для опоры не менее двух опорных зубов со стороны дефекта).**

Цельнометаллические шаблоны изготавливаются методом синтеризации (спекания) из металлической пудры (хромокобальт, титан). При этом луч лазера проходит внутри замкнутого кон-

тура (поперечного сечения) изготавливаемой детали, спекая частицы металлической пудры. Этот метод позволяет изготавливать достаточно дешевые конструкции любой протяженности.

Универсальность программ 3D-моделирования позволяет изготавливать направляющие шаблоны любого назначения, способа фиксации и любой сложности.

Алгоритм изготовления и применения шаблонов состоит из последовательного выполнения нескольких этапов. Последовательность этих этапов несколько отличается в зависимости от типа шаблона.

Рассмотрим особенности их изготовления на примере наконечных цельнометаллических шаблонов.

Алгоритм изготовления наконечного направляющего шаблона состоит из следующих последовательных этапов:

1. Получение оттисков челюстей, отливка гипсовых моделей, изготовление восковых шаблонов, определение положения центральной окклюзии, фиксация гипсовых моделей к рамам артикулятора.
2. Изготовление рентгеноконтрастного шаблона (постановка искусственных зубов на восковом базисе, получение оттисков искусственных зубов силиконом, заполнение оттисков зубов рентгеноконтрастной пластмассой, изготовление пластмассового базиса) либо размещение в базисе имеющегося съемного протеза референтных точек из гуттаперчи.
3. Проведение КТ с рентгеноконтрастным шаблоном в полости рта.
4. С учетом положения искусственных зубов, а также топографии кости челюсти, корней зубов — виртуальная расстановка имплантатов необходимой длины и диаметра.
5. Виртуальное моделирование хирургического шаблона.
6. Изготовление шаблона.

Сокращенный вариант проектирования наконечного шаблона (без рентгеноконтрастного шаблона):

1. Снятие оттисков челюстей, отливка гипсовых моделей, изготовление восковых шаблонов с референтными точками из гуттаперчи на валиках. Определение положения центрального соотношения челюстей на восковых шаблонах.
2. Проведение КТ-исследования с восковыми шаблонами в полости рта.

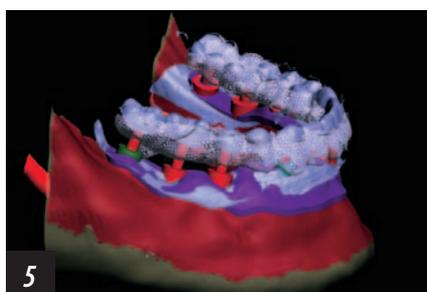
3. Сканирование гипсовых моделей челюстей с восковыми шаблонами и без таковых.

4. Сопоставление в виртуальном пространстве с помощью референтных точек положения моделей челюстей по данным КТ и по данным сканирования. Виртуальная постановка зубов.

5. Планирование положения и размеров имплантатов.

6. Виртуальное планирование хирургического направляющего шаблона.

7. Изготовление шаблона.

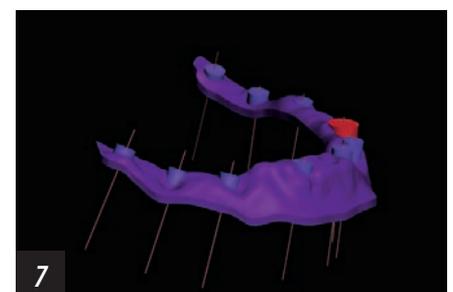
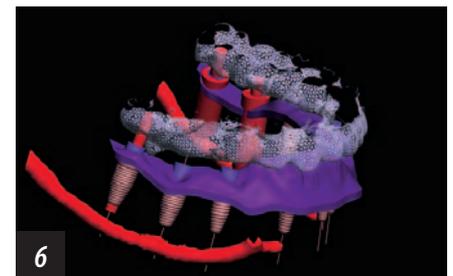


Рассмотрим разработанную методику на примере клинического случая двухэтапной имплантации.

ПРОТОКОЛ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ ШАБЛОНОВ НАКОСТНОЙ ФИКСАЦИИ С НАПРАВЛЯЮЩИМИ ПОД ПИЛОТНОЕ СВЕРЛО

Пациент М. обратился с жалобами на подвижность зубов. После анализа клинической ситуации было принято решение об удалении зубов на нижней челюсти с последующим протезированием несъемными конструкциями с опорой на имплантаты (рис. 1–3).

1. На период заживления лунок удаленных зубов пациенту изготавливали съемный протез.
2. Проводили дублирование протеза с заполнением оттисков зубов рентгеноконтрастной пластмассой (рис. 4).
3. Проводили КТ с установленным в полости рта рентгеноконтрастным шаблоном в положении центральной окклюзии.
4. С учетом положения искусственных зубов, а также топографии кости челюсти виртуально устанавливали имплантаты необходимой длины и диаметра.
5. Проводили виртуальное моделирование самого шаблона (рис. 5–7). Вариант пластикового шаблона требует дополнительной установки титановых втулок (рис. 8) и должен



быть изготовлен из прочной пластмассы, исключая случайную поломку. От практического применения такого шаблона отказались.

6. Изготовили направляющий шаблон целиком из металла путем лазерного спекания металлической пудры. В приведенном клиническом случае шаблон планировался с шахтами под пилотные сверла (рис. 9–11). Ограничителем высоты служил верхний край шахты, некоторые из которых имели вестибулярный вырез для удобства введения костной фрезы в боковых отделах зубного ряда (рис. 12). После очищения каркаса и его стерилизации шаблон готов к применению (рис. 13, 14). Металлический каркас шаблона ввиду высокой прочности позволяет минимизировать ширину его дуги,

чем уменьшается необходимая для наложения шаблона степень отслоения слизисто-надкостничного лоскута. Шаблон фиксируется к кости мини-винтами. Отверстия в шаблоне задают направление, а высота направляющих цилиндров – глубину погружения пилотного сверла.

7. После сверления пилотным сверлом шаблон снимался, и расширение отверстий в кости под имплантаты проводилось хирургическими фрезами поэтапно в соответствии с общепринятым протоколом. Устанавливались имплантаты (рис. 15).

Слизисто-надкостничные лоскуты соединялись швами.

8. Проводили перебазировку съемного протеза мягкой пластмассой. Через 3 мес устанавливали формирователи десны, проводилось контрольное рентгенографическое исследование. Пространственные искажения на контрольной ортопантограмме создают впечатление «криво» установленных имплантатов (рис. 16). На контрольной КТ видно, что позиция имплантата в области платформы соответствует запланированной точке входа имплантата в кость

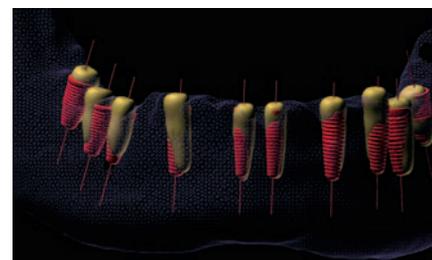
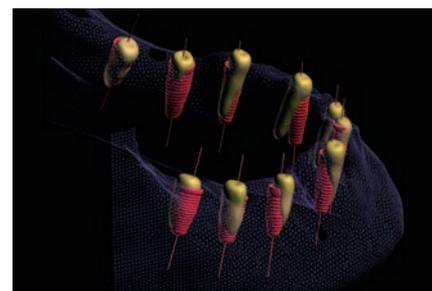
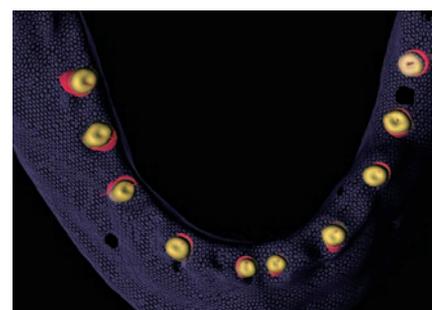
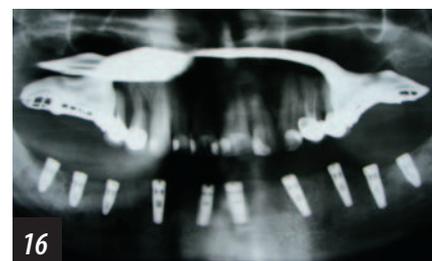
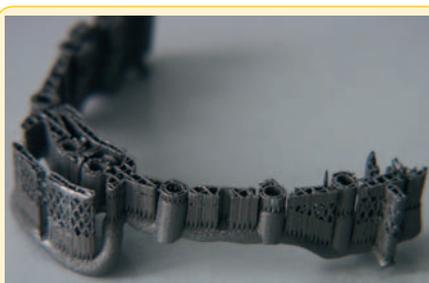
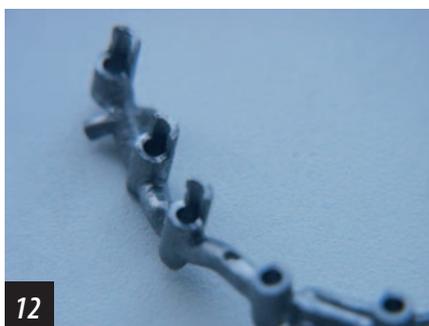
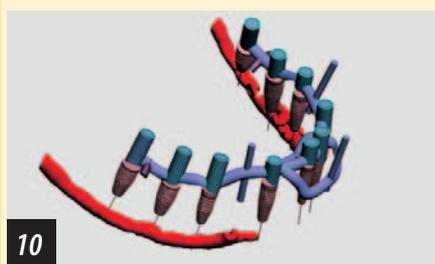
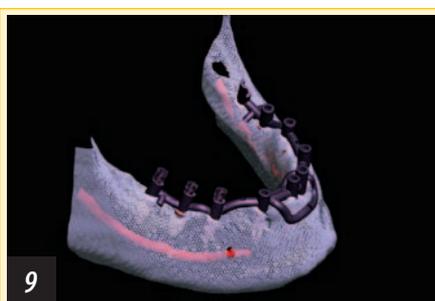


Рис. 13. В таком виде изделие выходит из станка

Рис. 14. Изделие очищено от «поддержек»

Рис. 17. Совмещение ранее выполненной томограммы и виртуально расставленных имплантатов с контрольной КТ

Рис. 18. Апикальные части установленных имплантатов отклонены от запланированного положения



Рис. 19. К имплантатам прикручены трансферы

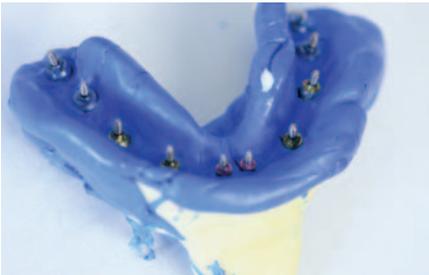


Рис. 20. Получен предварительный оттиск «закрытой ложкой»



Рис. 21. Подготовлены трансфер-чеки для получения окончательного оттиска



Рис. 22. Индивидуальная ложка обеспечивает дополнительные удобства при получении оттиска



Рис. 23. Во рту зафиксированы индивидуальные титановые абатменты



Рис. 24. Металлокерамические мостовидные протезы зафиксированы на постоянный цемент



ные металлокерамические протезы (рис. 23, 24).

12. Получена контрольная рентгенограмма (рис. 25).

13. Провели протезирование зубов верхней челюсти (рис. 26, 27). По результатам виртуального моделирования изготовили цельнокерамические коронки на верхние передние зубы. Данный пример позволяет сделать следующие выводы:

- направляющие шаблоны с отверстиями под пилотное сверло недостаточно эффективны, поскольку гарантируют лишь точку ввода имплантата в кость;



Рис. 26. 3D-визуализация лица и зубных рядов, моделирование формы верхних передних зубов



Рис. 27. Через 3 дня после фиксации безметалловых коронок

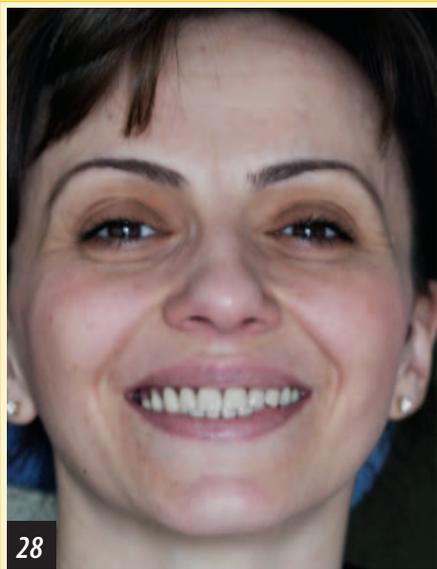
(рис. 17). Однако апикальные части практически всех установленных имплантатов отклонены от запланированного положения (рис. 18). В некоторых случаях эти отклонения были весьма значительны. Объясняется это тем, что из-за неоднородности костной ткани при дальнейшем сверлении расширяющимися хирургическими фрезами при встрече с участками более плотной кости фрезы отклонялись от направления, заданного пилотным сверлом. В данном клиническом случае эти отклонения не имели значения, в виду достаточного объема костной ткани.

9. Методом «закрытой ложки» получили оттиск нижней челюсти и оттиск с антагонистов (рис. 19, 20).

10. Изготавливали «трансфер-чеки», с помощью которых получали оттиск нижней челюсти методом «открытой ложки» (рис. 21, 22).

11. Изготавливали и примеряли титановые абатменты, а затем и постоян-

- подобный результат можно обеспечить использованием более простых шаблонов, изготавливаемых по гипсовым моделям в зуботехнической лаборатории общепринятым способом;
- точное соответствие установленного имплантата его запланированной позиции можно достичь только в том случае, когда все этапы сверления кости проводятся через один жестко закрепленный шаблон. Для этого необходимо применять направляющие шаблоны с широкими отверстиями, предусматривающие использование полного комплекта фрез.



ПРОТОКОЛ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ ШАБЛОНОВ НАКОСТНОЙ ФИКСАЦИИ СО СМЕННЫМИ НАПРАВЛЯЮЩИМИ ВТУЛКАМИ

Пациентка И. с полным отсутствием зубов на верхней челюсти обратилась с жалобами на плохую фиксацию имеющегося полного съемного протеза и неудовлетворительную форму передних искусственных зубов (рис.28, 29). Пациентка принесла несколько своих фотографий, где она широко улыбалась (прежняя форма зубов ей очень нра-

вилась), а также вырезки из журналов с фотографиями красивых улыбающихся женщин, форму зубов которых она хотела бы иметь (чтобы приподнять настроение читателя отмечу, что на всех представленных изображениях форма зубов была разной).

Эстетическая проблема решалась применением системы 3D-визуализации лица и зубных рядов. Функциональная — планированием изготовления условно-съемных протезов с опорой на имплантаты.

Анализ полученной компьютерной томограммы показал дефицит костной

ткани как по высоте, так и по ширине альвеолярного отростка (рис. 30). Было принято решение об установке 4 имплантатов в переднем отделе челюсти и 2 — в боковых. При этом необходимо было провести подсадку костной ткани в верхнечелюстные синусы.

Установка имплантатов проводилась после раскрытия и отслоения слизисто-надкостничного лоскута (рис. 31), прикрепления шаблона к кости с помощью мини-винтов (рис. 32). При металлическом варианте шаблона (рис. 33) нет необходимости объемного отслоения слизисто-надкостничного лоскута, имеется хороший обзор операционного поля.

Применялся хирургический набор с фрезами, имеющими ограничители высоты (рис. 34) и специальные втулки (рис. 35). Втулки представляют собой цилиндры с удерживающей ручкой, наружный диаметр которых позволяет их точно вставить в отверстия шаблона, а внутренний диаметр соответствует диаметру хирургических фрез. Через эти втулки проводилось сверление кости и установка имплантатов (рис. 36—38).

Имеющийся съемный протез модифицировался перебазировкой с формированием эластичной подкладки.

Контрольная КТ указывает на точное совпадение запланированного положения имплантатов и установленных (рис. 39).

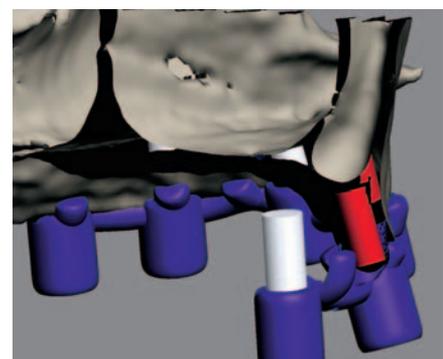
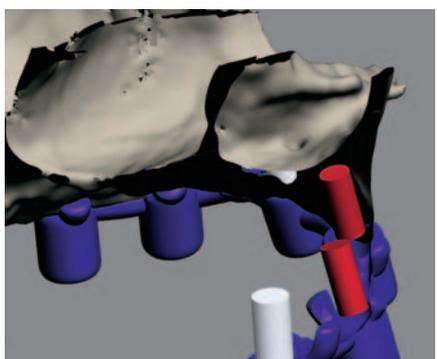
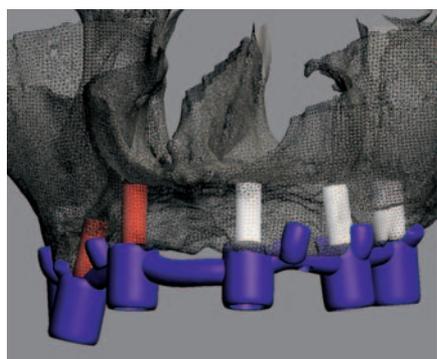


Рис. 30. Этап планирования положения имплантатов в кости. Имеется выраженный дефицит костной ткани. Требуется абсолютно точное позиционирование имплантатов. Спроектирован хирургический направляющий шаблон



31

32

33

Изготовление ортопедической конструкции проводили с применением системы 3D-визуализации лица и зубных рядов (рис. 40—49).

Применяемые нами шаблоны изготавливались методом лазерной синтеризации. Отметим возможность и другого способа изготовления таких

шаблонов. Для этого вначале изготавливают шаблон методом 3D-прототипирования из воска или беззольной пластмассы с последующей заменой

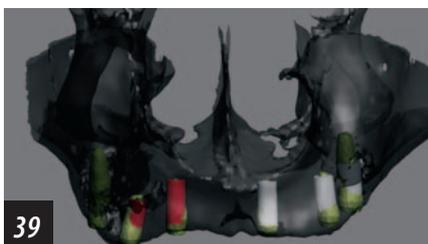
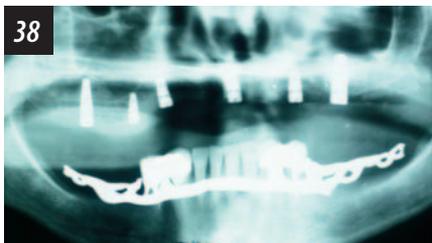
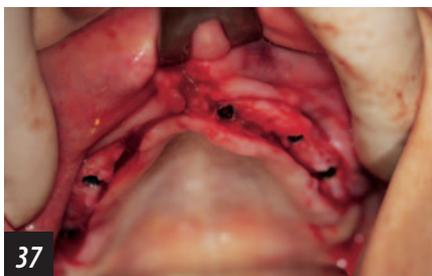


Рис. 40. Исходная ситуация



Рис. 41. Результат моделирования

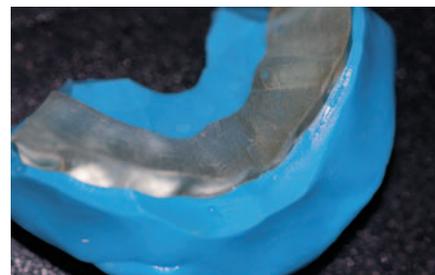


Рис. 42. Перенос смоделированной формы на имеющийся протез



Рис. 43. Пациентка полностью удовлетворена результатом. Центральные резцы кажутся широкими — проявляется эффект оптической иллюзии, поскольку не выражены углубления между резцами (силиконовый шаблон накладывался на зубы протеза, которые не модифицировались)



Рис. 44. Для максимальной точности оттиска подготовлен абатмент-чек (а), который фиксировался на имплантатах (б), его части соединялись жидким композитом (в)

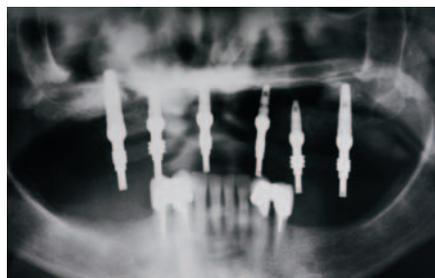


Рис. 45. Точность посадки слепочных модулей контролировалась рентгенологически

на металл методом литья по выгораемым моделям.

3D-планирование дентальной имплантации с применением направляющих шаблонов считается перспективным направлением развития современной

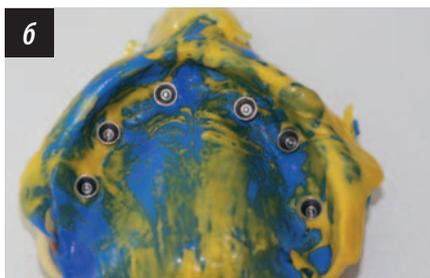


Рис. 46. С помощью индивидуальной ложки (а) получали оттиск верхней челюсти (б)

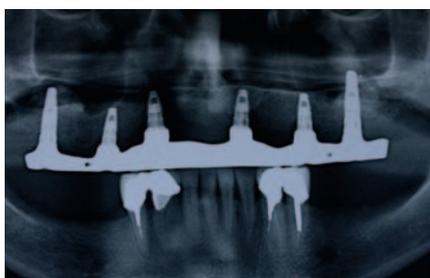


Рис. 47. Зафиксирована балка

имплантологии, обеспечивающий максимальный уровень предсказуемости результата и его точность. Данный метод снижает уровень тревожности пациента перед перспективой имплантации и повышает его мотивацию



Рис.48. Вид готового протеза

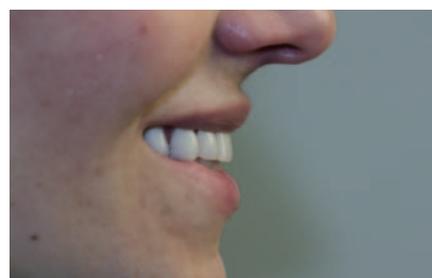


Рис. 49. Готовый протез в полости рта. Пациентка настаивала на применении зубов максимальной белизны

к данному виду стоматологической помощи. Однако он в свою очередь требует от врачей нового мышления и современного уровня компьютерной грамотности.