**Современные материалы и методы, используемые в несъемном протезировании**

**Актуальность**

За последние десятилетия в основном ввиду трех факторов значительно изменились подходы к несъемному протезированию.

Во-первых, благодаря внедрению адгезивной техники и реставрационным материалам, обладающим свойствами полупрозрачности естественных зубов, минимально инвазивные методы лечения стали все более доступными. Механическая фиксация реставраций с помощью традиционного цементирования постепенно заменяется аддитивным подходом.

Во-вторых, планирование результата с помощью восковой модели еще до начала самого лечения и использование шаблона при препарировании зубов привели к разработке более щадящего подхода к удалению здоровых структур зуба.

В-третьих, цифровые технологии предоставляют важную дополнительную информацию, включающую трехмерные данные для анализа, диагностики, построения эффективной коммуникации, а также дизайна реставрационных конструкций и планирования лечения. Кроме того, процесс автоматизированного проектирования/производства (CAD/CAM) способствует более стандартизированным процессам изготовления и повышению качества материалов, а также обеспечивает доступ к новым материалам. Точно так же внедрение новых технологий позволяет сохранить структуру зубов, которые в противном случае пришлось бы препарировать как опорные.

**Цель**

Целью обзора являлось рассмотрение различных материалов и возможных методов несъемного протезирования.

**Предварительная подготовка к протезированию с использованием CAD/CAM полимеров**

Предварительное лечение окклюзионными шинами является важным шагом в структурированной концепции комплексной реабилитации и служит для определения и стабилизации физиологического положения мыщелков, а также позволяет оценить вертикальный размер окклюзии. Традиционные позиционные шины представляют собой проверенный, хорошо себя зарекомендовавший и относительно недорогой метод предварительной подготовки к протезированию. Их химический состав позволяет модифицировать шины в соответствии с адаптивными изменениями положения мыщелков. Однако нежелание пациентов носить такие шины в дневное время из-за эстетических и фонетических ограничений, снижают эффективность лечения [21\*]. Кроме того, данные шины обычно используются только для одной челюсти. Таким образом, при бимаксиллярном реставрационном лечении они отображают все изменения вертикального размера в одном устройстве и не могут имитировать положение окклюзионной плоскости последующей реставрации. Тем не менее, обычные шины для релаксации и позиционирования остаются методом выбора для первичного устранения болевого синдрома на начальных этапах лечения и функциональной реабилитации.

С появлением CAD/CAM–полимеров у традиционных шин появилась альтернатива. Созданные по диагностической восковой модели, отфрезерованные и отполированные из поликарбоната цвета естественных зубов, они по своим функциям и эстетике приближаются к исходной реставрации. Полные съемные мономаксиллярные или двухчелюстные шины обеспечивают возможность проведения консервативных, хирургических, пародонтальных и восстановительных вмешательств без неблагоприятных последствий для новой эстетической и функциональной ситуации (Рисунок 1 и 2), провести «тест-драйв», после чего выполнить сегментированный перенос, что облегчит процесс сложного протезирования (Рисунок 3 и 4), [17\*].

**Изображение выглядит как металлоизделия, зубчатая передача

Автоматически созданное описание**

Рисунок 1. Полные окклюзионные шины CAD/CAM для бимаксиллярного наложения после отделения от поликарбонатного диска (Temp Premium Flexible; Zirkonzahn, Gais, Италия). Материал имеет чрезвычайно высокую степень гибкости при незначительной толщине (0,3 мм) и обладает высокой устойчивостью к переломам.

**Изображение выглядит как пластмассовый, нарезанный ломтиками, упорядочено

Автоматически созданное описание**

Рисунок 2. Исходная клиническая ситуация пациентки с правой расщелиной губы и нёба. Зуб 12 отсутствует, отмечается патологическая стираемость.

**Изображение выглядит как нарезанный ломтиками, упорядочено, кукуруза

Автоматически созданное описание**

Рисунок 3. После клинической оценки эстетики и функции в течение как минимум трех месяцев проводится поэтапный сегментарный переход к окончательной реставрации с использованием метода реципрокного переноса для определенного соотношения челюстей.

****

Рисунок 4. Регистрация соотношение челюстей с использованием высокоточного материала для регистрации прикуса на основе бисакрилата (LuxaBite; DMG, Гамбург, Германия) после наложения левой части окклюзионной шины.

Дополнительным вариантом подготовки к протезированию является наложение накладок и виниров из полиметилметакрилата (ПММА), фиксированных к зубу или существующим реставрациям (Рисунки 5, 6 и 7). Они могут быть изготовлены традиционным способом или с помощью CAD/CAM [22,23\*]. Учитывая более высокую краевую стабильность по сравнению с керамикой, материалы на полимерной основе можно фрезеровать до очень тонких слоев (0,3 мм) и использовать без препарирования зубов [23\*]. Однако этот вариант более сложен, поскольку реставрации из ПММА сложно модифицировать в ротовой полости и они относительно дороги. Тем не менее, поскольку контуры этих временных реставраций идентичны планируемому конечному варианту, а также благодаря постоянной фиксации, пациенты могут свободно принимать пищу, что делает период оценки максимально реалистичным и эффективным.

****

Рисунок 5. CAD/CAM – накладки для репозиции из ПММА (TelioCAD; Ivoclar Vivadent, Schaan, Лихтенштейн).

**Изображение выглядит как еда, десерт, нарезанный ломтиками

Автоматически созданное описание**

Рисунок 6. Исходная клиническая картина пациента, обратившегося за лечением из-за сильной функциональной боли ввиду неправильного прикуса.

****

Рисунок 7. Окклюзионные виниры из ПММА, фиксированные к существующим реставрациям.

**Керамические виниры**

Долгосрочные положительные клинические результаты способствовали расширению диапазона показаний для изготовления всех видов керамических виниров, ставших востребованной альтернативой более инвазивным типам реставрационного лечения [24-32\*]. Сегодня виниры также используются для восстановления биомеханики зубного ряда, адекватной функции, лечения измененных после эндодонтического лечения в цвете зубов и др. [33\*]. Материалом выбора является силикатная керамика, обладающая оптическим и механическим свойствами, близкими к эмали естественных зубов [34,35\*]. Определяющим фактором успеха реставрации с использованием виниров является сохранение эмали [36,37\*]. Таким образом, виниры должны быть разработаны преимущественно с использованием аддитивного подхода.

Препарирование под виниры следует строгим принципам, но все еще имеет высокую степень вариативности в зависимости от клинической ситуации (положение зуба, степень разрушения, окклюзия, состояние пародонта и т. д.) [38,39\*] (Рисунки 8-11). Препарирование с переходом на небную поверхность обеспечивает максимальную свободу позиционирования режущего края, что особенно важно, если было потеряно большое количество твердых тканей [38,39,40\*]. Таким образом, препарирование с переходом на небную поверхность имеет преимущества при выраженном дисколорите, диастемах, обширных изменениях формы, больших пломбах, коррекции средней линии, а также закрытии «черных треугольников». Кроме того, такой способ препарирования рекомендован при расположении виниров в непосредственной близости от коронок, поскольку позволяет выполнить область контакта между двумя реставрациями из керамики. Изготовление виниров 360°, также известных как полные виниры, особенно рекомендовано в сложных случаях, когда требуется увеличение вертикального размера окклюзии, чтобы закрыть образовавшееся свободное пространство на небной стороне передних зубов верхней челюсти.

В качестве ориентира при препарировании зубов под виниры рекомендовано использование диагностического шаблона, изготовленного по восковой модели и уменьшающего количество удаляемой ткани с учетом ранее определенного внешнего контура будущего винира [35,44\*] (Рисунок 12).

**Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание**

Рисунок 8. Варианты дизайна препарирования по мере увеличения степени инвазивности.

Shotr-wrap – препарирование без перекрытия режущего края. Остается видимой граница перехода реставрации.

Medium-wrap – препарирование с перекрытием режущего края. Контактный пункт сохранен, линия перехода реставрация – зуб не визуализируется.

Long-wrap – препарирование с перекрытием режущего края и с переходом на небную поверхность. Требуется интерпроксимальное препарирование.

**Изображение выглядит как закрыть

Автоматически созданное описание**

Рисунок 9. Препарирование зубов под виниры с перекрытием режущего края и сохранением контактных пунктов, примерка лабораторно изготовленных виниров (Отто Прандтнер, MDT, Мюнхен, Германия).

**Изображение выглядит как внутренний

Автоматически созданное описание**

Рисунок 10. Препарирование зубов под виниры с перекрытием режущего края и переходом на небную поверхность, примерка керамических виниров (Отто Прандтнер, MDT, Мюнхен, Германия).

****

Рисунок 11. Препарирование под полные виниры и примерка окончательных монолитных виниров из керамики на основе дисиликата лития (IPS e.max Press Multi; Ivoclar Vivadent; Otto Prandtner, MDT, Мюнхен, Германия).

Изображение выглядит как синий, закрыть

Автоматически созданное описание

Рисунок 12. Препарирование под виниры с использованием силиконового шаблона. Контроль удаления твердых тканей.

**Цельнокерамические окклюзионные накладки**

В настоящее время уделяется все больше внимания окклюзионным дефектам в области задней группы зубов: восстановлению адекватной функции, эстетики и биомеханики, а также предотвращению дальнейшей патологической стираемости. Адгезивные цельнокерамические окклюзионные накладки - надежный вариант лечения в области задней группы зубов [46,47\*]. Большинство клинических долгосрочных исследований основано на стеклокерамике, армированной лейцитом, тогда как сегодня доступны значительно более прочные керамические материалы на основе дисиликата лития [12,48\*]. Ввиду препарирования с учетом распространенности границ дефектов и отсутствия необходимости в создании ретенционных площадок, все керамические накладки позволяют избежать традиционных инвазивных методов [5,14,51\*]. Наддесневые границы препарирования под окклюзионные накладки имеют такие преимущества, как улучшенный контроль препарирования, уменьшение потери твердых тканей зуба, сокращение или отсутствие травматического воздействия на краевую десну, упрощение традиционного и цифрового снятия оттисков, хороший доступ к эмали для бондинга и контролируемая адгезивная фиксация с использованием раббердама (Рисунок 13).

С момента появления дисиликата лития рекомендуемая глубина препарирования стеклокерамических накладок значительно сократилась. Сегодня для монолитных реставраций (техника окрашивания) рекомендуется минимальная окклюзионная толщина 1 мм (Рисунки 14, 15). В настоящее время ведутся дискуссии о дальнейшем уменьшении толщины слоя при наличии соответствующей эмалевой основы [14,48\*].

Стеклокерамические накладки идеально подходят для восстановления боковых зубов с патологической стираемостью, поскольку они обладают эмалеподобными свойствами и благоприятным прилеганием в зоне препарирования, позволяют особенно бережно препарировать структуру зуба и могут помочь избежать обычных, гораздо более инвазивных процедур протезирования [51\*] (Рисунок 13). Важно, чтобы края препарирования располагались преимущественно в эмали. Однако, чтобы предотвратить скачки напряжения внутри реставрации, все переходы должны быть закругленными и мягкими [52\*].

Как правило, различают накладки, затрагивающие только окклюзионные поверхности, и накладки, затрагивающие вестибулярную поверхность. Последние показаны, если требуется значительное изменение цвета в эстетической зоне (премоляры) [23\*]. В контролируемом проспективном клиническом исследовании силикатные керамические накладки показали удовлетворительные долгосрочные результаты через 12 лет эксплуатации. Они также подходят для использования при обширных дефектах структуры зубов [53\*]. Другое клиническое исследование с периодом наблюдения 12,6 года показало, что частота неудач составляет 20,9% в области витальных зубов и 39% для зубов, подвергшихся эндодонтическому лечению.

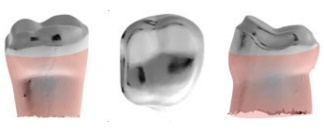
****

Рисунок 13. Щадящее удаление структур зуба при препарировании под окклюзионные накладки**.**

**Изображение выглядит как беспозвоночное

Автоматически созданное описание**

Рисунок 14. Монолитные окклюзионные накладки из IPS e.max Press с окклюзионной толщиной 1 мм и толщиной 0,5 мм в зонах без нагрузки (лабораторные процедуры: Отто Прандтнер, MDT, Мюнхен, Германия).

**Изображение выглядит как контейнер, пластмассовый

Автоматически созданное описание**

Рисунок 15. Примерка окклюзионных керамических накладок из дисиликата лития (IPS e.max Press) с окрашенной примерочной пастой (Variolink Esthetic, Try-in, цвет: теплый; Ivoclar Vivadent).

**Цельнокерамические несъемные зубные протезы для передней группы зубов с адгезивной фиксацией**

Впервые описание несъемных зубных протезов с адгезивной фиксацией (RBFDP) в области фронтального отдела встречается в 1970-х годах [54\*]. По имеющимся данным вероятность выживания RBFDP с двумя накладками в течение десяти лет значительно ниже, чем у RBFDP с опорой на полные искусственные коронки [1\*].

Однако следует иметь в виду, что передние зубов верхней челюсти, являющиеся опорными и покрытые искусственной коронкой в традиционных несъемных зубных протезах, часто теряют жизнеспособность [2\*]. Удаление структур зуба на передних центральных резцах верхней челюсти составило до 72,1% для полных опорных коронок и только 12,4% для RBFDP с крыловидными накладками [4\*]. С появлением в 1980-х годах консольных несъемных зубных протезов с адгезивной фиксацией на металлической основе (cRBFDP) отпала необходимость нефизиологического шинирования опорных зубов [55,56\*]. В переднем отделе клиническая эффективность лечения cRBFDP выше, чем несъемных зубных протезов с двумя накладками [57,58\*]. Благодаря большей популярности и лучшему доступу к технологии CAD/CAM, cRBFDP на основе диоксида циркония стали методом выбора в случаях, когда имеются показания к изготовлению безметалловых cRBFDP [60,61\*].

Сегодня большинство cRBFDP изготавливаются с каркасами из материалов с высоким модулем упругости, таких как сплавы неблагородных металлов или циркониевая керамика (Рисунок 16). Они используются в переднем отделе в качестве альтернативы реставрациям с опорой на имплантаты для одиночных зубов, когда имплантация противопоказана, обширные хирургические вмешательства нежелательны, места для имплантации недостаточно, слишком молодой или пожилой возраст пациента, а также если имплантат просто не нужен [55,61\*].

Одним из наиболее важных показаний является дефект передней области верхней челюсти. Наиболее часто отсутствуют боковые резцы верхней челюсти, причем у женщин чаще, чем у мужчин [63\*]. Кроме того, по данным метаанализа, двустороннее отсутствие боковых резцов верхней челюсти обнаруживается чаще, чем односторонняя (Рисунок 17). В такой ситуации центральные резцы будут предпочтительными опорой для cRBFDP из-за большей площади проксимального контакта (PCA) [64\*] (Рисунки 18, 19). Дополнительными требованиями являются здоровые опорные зубы (отсутствие кариозного процесса и пломб), достаточные межокклюзионное пространство (приблизительно 0,8 мм) и количество эмали [61\*]. Если на центральных резцах имеются обширные кариозные поражения и пломбы, зуб ранее лечен эндодонтически, в качестве опорного зуба для cRBFDP может быть выбран клык.

Одним из самых частых осложнений является дебондинг. Надежная адгезия с твердой тканью зуба либо с диоксидом циркония считается наиболее важной предпосылкой для клинического успеха cRBFDP на основе диоксида циркония в долгосрочной перспективе [66\*]. Описаны различные методы для создания надежной адгезии к поверхностям из диоксида циркония [67\*]. Основываясь на результатах систематического обзора, выявлено, что физико-химическое кондиционирование диоксида циркония, включая умеренную обработку аэрозольными частицами и использование полимерных цементов, обеспечивают надежное сцепление (Рисунки 19, 20) [68\*]. Такой тип минимально инвазивной реставрации удовлетворяет высоким эстетическим требованиям при относительно небольшом времени лечения и не требует использования местных анестетиков (Рисунки 21, 22).

Данные клинических исследований cRBFDP из диоксида циркония показывают высокие результаты. В ходе четырехлетнего клинического исследования 15 cRBFDP выживаемость составила 100% [69\*]. В долгосрочном клиническом исследовании 10-летняя выживаемость 108-ми cRBFDP из диоксида циркония в области передних зубов (75 на верхней и 33 нижней челюсти) составила 98,2%, соответствующий показатель успешности составил 92,0%. В подходящих клинических случаях керамика на основе дисиликата лития может быть материалом каркаса для cRBFDP [70\*].

****

Рисунок 16. CAD/CAM – cRBFDP на основе диоксида циркония (cRBFDP) для восстановления отсутствующих левого и правого боковых резцов верхней челюсти у молодой пациентки (лабораторные процедуры: Отто Прандтнер, MDT, Мюнхен, Германия).

**Изображение выглядит как цветок, растение, орхидея

Автоматически созданное описание**

Рисунок 17. Вид небной поверхности передних центральных резцов молодой пациентки с врожденным двусторонним отсутствием боковых резцов верхней челюсти после ортодонтического лечения.

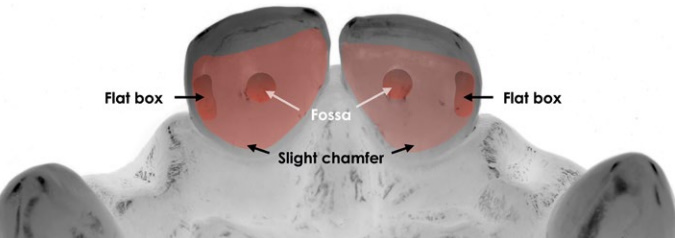
****

Рисунок 18. При препарировании под cRBFDP на основе диоксида циркония с крыловидными накладками рекомендовано удалить структуру зуба на 0,5–0,7 мм с небольшим скосом или закругленным уступом в качестве завершающей линии. Вместо фиксирующих канавок, характерных для несъемных зубных протезов на металлической основе, на стороне консоли препарируется проксимальный бокс глубиной 0,5 мм и шириной 2×2 мм [60,65\*].

**Изображение выглядит как внутренний, еда

Автоматически созданное описание**

Рисунок 19. Для надежного соединения внутренняя поверхность обработана воздушным абразивом (зернистость 50 мкм). На втором этапе обработанный диоксид циркония очищен, нанесен MDP-праймер.

**Изображение выглядит как еда, десерт

Автоматически созданное описание**

Рисунок 20. Вид после адгезивной установки двух cRBFDP из диоксида циркония с овальным дизайном зоны прилегания. В области дистальных краев мостовидного протеза возможно проведение гигиены с помощью зубных флоссов.

**Изображение выглядит как закрыть, украшен

Автоматически созданное описание**

Рисунок 21. Клиническая картина после ортодонтического лечения (ортодонтические процедуры: профессор A. Wichelhaus, LMU, Мюнхен, Германия).

**Изображение выглядит как еда, внутренний, закрыть

Автоматически созданное описание**

Рисунок 22. Вид после адгезивной фиксации cRBFDP на основе диоксида циркония. Клыки и центральные резцы-люминиры (лабораторные процедуры: Отто Прандтнер, MDT, Мюнхен, Германия).

**Традиционные несъемные зубные протезы из диоксида циркония**

Керамика из дисиликата лития была представлена в 1998 году как надежный безметалловый материал для различных типов одиночных реставраций зубов с показателями клинической выживаемости, сравнимыми с металлокерамическими коронками в долгосрочной перспективе [71,72,73\*]. Традиционные несъемные зубные протезы, состоящие из трех единиц и изготовленные из керамики на основе дисиликата лития, имеют ограниченные показания (включенный дефект небольшой протяженности, заканчивающийся вторым премоляром). Показатели выживаемости сильно коррелируют с конструкцией каркаса: облицованный или монолитный [74,75,76\*]. Внедрение технологии CAD/CAM привело к появлению первого поколения стабилизированного иттрием поликристаллического тетрагонального диоксида циркония (3Y-TZP) со значительно более высокой прочностью на изгиб, чем вся стекло- или оксидная керамика, доступная в настоящее время [77\*]. Из-за своей высокой непрозрачности диоксид циркония первого поколения использовался преимущественно в качестве каркасного материала, который вручную облицовывался керамикой в эстетических целях. Комбинация оптических свойств дентиноподобного каркаса из диоксида циркония и эмалеподобной керамической облицовки значительно повысила эстетические стандарты для безметалловых несъемных зубных протезов в переднем и заднем отделах зубных рядов (Рисунок 23-26) [79\*].

Важным условием использования диоксида циркония в монолитных реставрациях было улучшение эстетики за счет уменьшения непрозрачности и возможности индивидуального окрашивания. Новые формулы привели к появлению новых типов циркониевой керамики с большей прозрачностью [85\*]. В настоящее время доступны четыре поколения керамики из диоксида циркония, которые можно различить по смеси оксидов алюминия и иттрия (Рисунки 27,28) [86,87\*]. Недавно были представлены инновационные CAD/CAM-материалы, которые объединяют два разных состава диоксида циркония в одном диске (градиентная технология). Первоначальные исследования in vitro продемонстрировали значительное увеличение прозрачности в новых материалах из диоксида циркония, но это было связано со значительным снижением прочности на изгиб [89\*]. Для диоксида циркония 5Y-TZP указаны параметры прочности и прозрачности между 3Y-TZP и керамикой на основе дисиликата лития. Показано, что как краткосрочная, так и долгосрочная прочность связи 5Y-TZP и 3Y-TZP аналогична дисиликату лития.

Изображение выглядит как еда, сладость

Автоматически созданное описание

Рисунок 23. Вид с небной стороны несъемного зубного протеза, состоящего из четырех единиц, с циркониевым CAD/CAM каркасом и керамической облицовкой (IPS e.max ZirCAD LT [3Y-TZP]/IPS e.max Ceram; Ivoclar Vivadent). Имитация десны также облицована на циркониевый каркас (лабораторные процедуры: Оливер Брикс, CDT, Бад-Хомбург, Германия).

**Изображение выглядит как внутренний

Автоматически созданное описание**

Рисунок 24. Примерка несъемного зубного протеза на основе диоксида циркония, состоящего из четырех единиц, с опорой на имплантаты в области 12 и 22.

****

Рисунок 25. Вид внутренней поверхности несъемного зубного протеза, состоящего из трех единиц, с циркониевым CAD/CAM каркасом (3Y-TZP, Lava Plus; 3M) и керамической облицовкой (IPS e.max Ceram; Ivoclar Vivadent) (лабораторные процедуры: Отто Прандтнер, MDT, Мюнхен, Германия).

**Изображение выглядит как овощ

Автоматически созданное описание**

Рисунок 26. Вид после адгезивной фиксации несъемного зубного протеза из диоксида циркония с керамической облицовкой, состоящего из трех единиц.

**Изображение выглядит как овощ

Автоматически созданное описание**

Рисунок 27. Вид CAD/CAM несъемного зубного протеза, изготовленного из монолитного многослойного диоксида циркония (диоксид циркония 3Y-TZP; Katana HT/ML, Kuraray Noritake, Токио, Япония), на три единицы с подкраской.

**Изображение выглядит как еда, овощ

Автоматически созданное описание**

Рисунок 28. Примерка несъемного зубного протеза на три единицы, изготовленного из монолитного многослойного диоксида циркония (диоксид циркония 3Y-TZP; Katana HT/ML, Kuraray Noritake, Токио, Япония).

**Выводы**

Внедрение цифровых технологий проложило путь к инновационным стратегиям лечения и концепциям восстановления зубных рядов, предлагая новые диагностические инструменты, преимущества в общении и планировании лечения, а также доступа к новым материалам с расширенными показаниями. Многие методы, внедренные в последние десятилетия, теперь подкреплены достоверными долгосрочными данными. Однако относительно использования керамики и новых классов диоксида циркония некоторые долгосрочные результаты их применения для окончательных реставраций отсутствуют. Рекомендовано продолжение анализа данных исследований.

\*Указатели ссылок в квадратных скобках соответствуют списку литературы в первоисточнике.