



Полимеризационный стресс в боковых зубах

Сергей Радлинский

Полимерные материалы обладают свойством усадки вследствие организации полимерной сети в процессе отверждения. Композиты, используемые в качестве реставрационных материалов в стоматологии, обладают полимеризационной усадкой в пределах 1,5-3%.^{5,6,8}

Полимеризационная усадка зависит от объема, глубины и конфигурации полости дефекта зуба, а также от самого композитного материала.⁸ До середины 90-х, во времена использования классических адгезивов с прочностью прикрепления к дентину в пределах 10-12 МПа, полимеризационная усадка композита приводила к краевому отрыву реставрации от дна и стенок полости. Для предупреждения отрыва композита применялись техники направленной полимеризации, послойного внесения, мягкого старта и т.д. Также была определена критическая прочность прикрепления композита при помощи адгезивной системы к дентину на уровне 17-20 МПа.² Если адгезивная система прикрепляет композит к дентину с прочностью выше критической, то отрыв композита от дентина в результате объемных изменений при полимеризации не происходит.

В наше время, когда в стоматологической практике господствуют дентинные адгезивы, способные обеспечить прочность присоединения к дентину на уровне 25-30 МПа и выше, полимеризационный отрыв в клинической практике является редкостью. Поэтому, на наш взгляд, и потеряли актуальность техники направленной и послойной полимеризации. Как ни полимеризовать, какими

слоями не вносить, отрыва от зубных тканей все равно не будет! Одна ко теперь результатом уменьшения объема композитного материала при отверждении является перенос полимеризационных напряжений (стресса) на зубные ткани и конструкцию реставрированного зуба в целом. Именно поэтому борьба с полимеризационной усадкой продолжается...

В разное время были предложены разные материалы и разные техники, направленные на уменьшение полимеризационных напряжений в конструкции реставрированного зуба. Клинический эффект от каждого нового способа, как правило, оказывался неэффективным или имел побочные нежелательные проявления (правда, узнать об этом практикующие стоматологи, кроме своего личного опыта, могли преимущественно при появлении ново го «чудесного» избавления от вечной проблемы полимеризационного стресса). И теперь те, кто работает в прямой реставрации, по прежнему, регулярно и систематически, встречаются с последствиями полимеризационных напряжений, таких как перелом стенок зуба у основания, трещины эмали и послеоперационная чувствительность.

Для прогнозирования проявления в конструкции реставрированного зуба будущих проблем, связанных с полимеризационными напряжениями, в конце 90 х введено понятие Си фактора — числового соотношения сторон реставрации, участвующих в адгезивном соединении и свободных от адгезивного соединения.

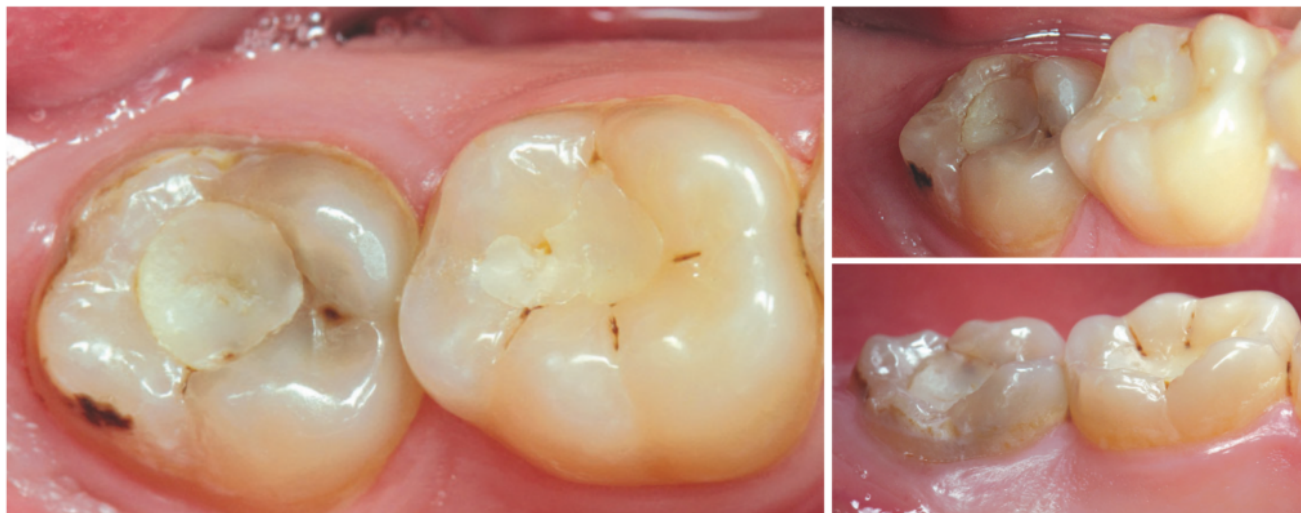
Применение композитов давно вышло за рамки традиционного пломбирования небольших дефектов, но объем выполняемой прямой реставрации ограничен полимеризационным стрессом. Поэтому для объемных восстановлений боковых зубов была предложена техника полупрямой реставрации, призванная компенсировать полимеризационную усадку. Техника полупрямой реставрации предусматривает этап дополнительной внеротовой полимеризации реставрации с последующей фиксацией в реставрируемом зубе тем же композитом, из которого выполнена сама реставрация.

Одним из способов устранения полимеризационных напряжений в объемных реставрациях преимущественно боковых зубов является применение реставрационных материалов с низкой усадкой и низким полимеризационным напряжением. К таким материалам относится новый композит, разработанный Дентсплай и названный ЭсДиАр (SDR), в английской аббревиатуре —

умное восстановление дентина, или смола, уменьшающая стресс. Применение патентованной поперечно сшивающей смолы позволило в этом материале при обычной полимеризационной усадке устранить основную часть полимеризационных напряжений, что предоставляет возможность композитом в текучей форме заполнять одной порцией слой до 4 мм (толщина утраченного дентина в боковых зубах в полости любого размера) и полимеризовать этот слой одновременно, избегая при этом мощных полимеризационных напряжений.

Новая смола придала композиту ЭсДиАр особую консистенцию, благодаря которой материал как будто сам распределяется по поверхностям в полости (Дентсплай назвал это свойство самовыравниваем). С непривычки в первое время мы продолжали адаптировать небольшим штопфером этот композит к поверхностям полости, как привыкли это делать с текучим композитом Икс флоу, но теперь в этом нет необходимости.

Исходная клиническая ситуация



На снимках представлен вид вестибулярной, жевательной и оральной поверхностей зубов 46 и 47. Пломбы, требующие замены, и деминерализованная пигментированная эмаль — вот краткое описание клинической ситуации этих зубов, дающее право на оперативное вмешательство.

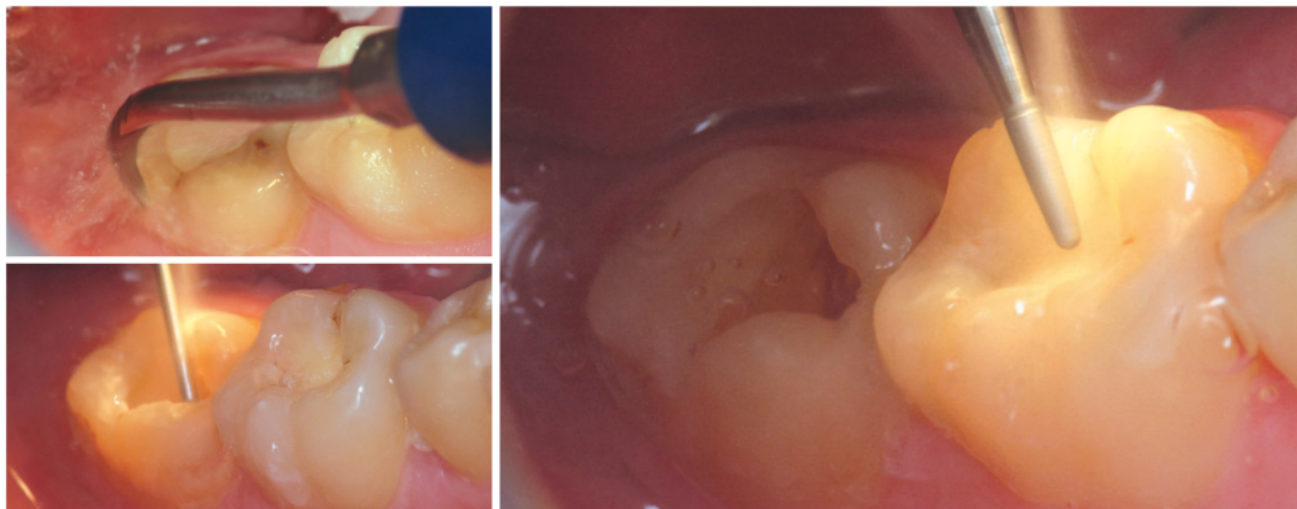
Пломбы на жевательной поверхности с отсутствием бугорков и фиссур сохранили свою форму. Окрашивание краевого прилегания к эмали свидетельствует об отсутствии краевого герметизма, особенно в местах соединения с окрашенными фиссурами, потенциальными «входными воротами» для патогенной микрофлоры. Зуб 47 имеет темный цвет из-за пигментации, по всей видимости, поверхностных слоев дентина пищевыми красителями. Десенный край в настоящее время без изменений, несмотря на признаки плохой гигиены зубов в первые годы после прорезывания второго моляра. Пигментированная вследствие этого эмаль на вестибулярной поверхности дистального щечного бугорка зуба 47 может скрывать под собой поражение дентина. Хорошо видна разница в архитектуре жевательной поверхности первого и второго моляров.



Оттенки композита для реставрации нижних моляров были определены визуально по шкале эталонов ТруМач и с помощью спектрофотометра ИзиШейд. Эталон В3 по классической шкале ВИТА идентифицирован при тестировании зуба 11, т.к. все эталоны в шкалах оттенков, основанных на образцах зубов, имеют форму коронки зуба 11 (из-за разной топографии оптически одинаковых зубных тканей все зубы одного человека имеют разный цвет). При реставрации зуба 11 для достижения цвета В3 были бы нужны дентиновый оттенок А3,5 opak композита Спектрум ТиПиЭйч, оттенок тела В3 и оттенок эмали УЕ композита Эстет Икс ЭйчДи. Эти же оттенки и были использованы для дальнейшей реставрации. По нашей концепции, основанной на биомеханике

зубных тканей и реставраций, дентин следует восстанавливать микрогибридным композитом, а эмаль — наногибридным. В такой комбинации они проявляют свои лучшие свойства и компенсируют недостатки друг друга. Очистку поверхности провели профессиональной зубной пастой Зиркейт. Это так же обязательно, как помыть руки перед едой.

Удаление пломб, препарирование эмали и дентина



На дистальных поверхностях зуба 47 ультра звуковым скейлером удалили наружную деминерализованную эмаль, под удаленной эмалью не выявлено поражения дентина. Турбинным наконечником с тремя душевыми отверстиями провели препарирование зубов в технике «свободного дизайна»: форма полости ориентирована на форму дефекта, оставлено максимальное количество прозрачной эмали, включая нависающую по краям полости и лишенную поддержки дентина, на дне полости оставлен деминерализованный пигментированный дентин в проекции рогов пульпы. Удлиненным шаровидным алмазным бором зернистостью 150 мкм удалили

пломбировочный материал и пораженный дентин, при этом оральная стенка второго моляра осталась практически без дентина. Финишным алмазным бором зернистостью 30 мкм в произвольной форме обработали нависающие эмалевые края с целью удаления отслоившихся эмалевых призм. Такая полость с максимально узким входом, полученная в результате препарирования, ориентированного на дефект, называется «бэт кейв», так как напоминает форму пещеры летучих мышей.

Рентгенконтроль, препарирование контактных поверхностей и фиссур



Контрольный рентгеновский снимок показал наличие значительной деминерализации дентина на аппроксимальных, т.е. контактирующих, поверхностях зубов 46, 47. Поэтому было принято решение вместо внутреннего препарирования по типу тоннельной реставрации с сохранением краевых валиков на контактных поверхностях моляров перейти к препарированию по классу II,

модифицированному для адгезивной техники. Модификация заключается в оставлении нависающих краев эмали и удалении пораженного дентина с поднутрениями под вестибулярную и

оральную стенки зуба.6 Препарирование дентина на контактных поверхностях выполнено удлинненным шаровидным бором, чтобы головка турбинного наконечника не мешала препарировать с максимальным наклоном. Форма полости, полученная в результате такого препарирования, напоминает пирамиду с вершиной, обращенной к жевательной поверхности. Пигментированные фиссуры на жевательных поверхностях обоих моляров были очищены на доступную глубину эндодонтическим файлом (#.20 К-ример) с ультразвуковой активацией и водным охлаждением.

Вид зубов 46, 47 после препарирования



Так выглядят полости класса II в молярах, подготовленных для адгезивного восстановления. В эмали нами оставлены нависающие края и стенки без поддержки дентина изнутри, а также очищенные фиссуры и произвольные дефекты на наружной поверхности эмали. В дентине плотная поверхность оставлена только по стенкам под эмалью и дну на контактных поверхностях, а на дне

полостей сохранена пигментированная и слегка рыхлая поверхность. Таким образом, дентин отпрепарирован до плотных тканей, которые могут участвовать в конструкции реставрированного зуба, только в виде условного кольца вдоль эмалево дентинного соединения. Также дентин полностью отсутствует под оральной стенкой зуба 47. Это определяется по прозрачности эмали в виде серого пятна на оральной поверхности. Отсутствие поддержки дентина должно привести к трещинам эмали под влиянием полимеризационных напряжений в композите. Изоляция раббердамом реставрируемых зубов проведена только по завершении всех этапов препарирования для того, чтобы избежать случайного повреждения борами латексной завесы.

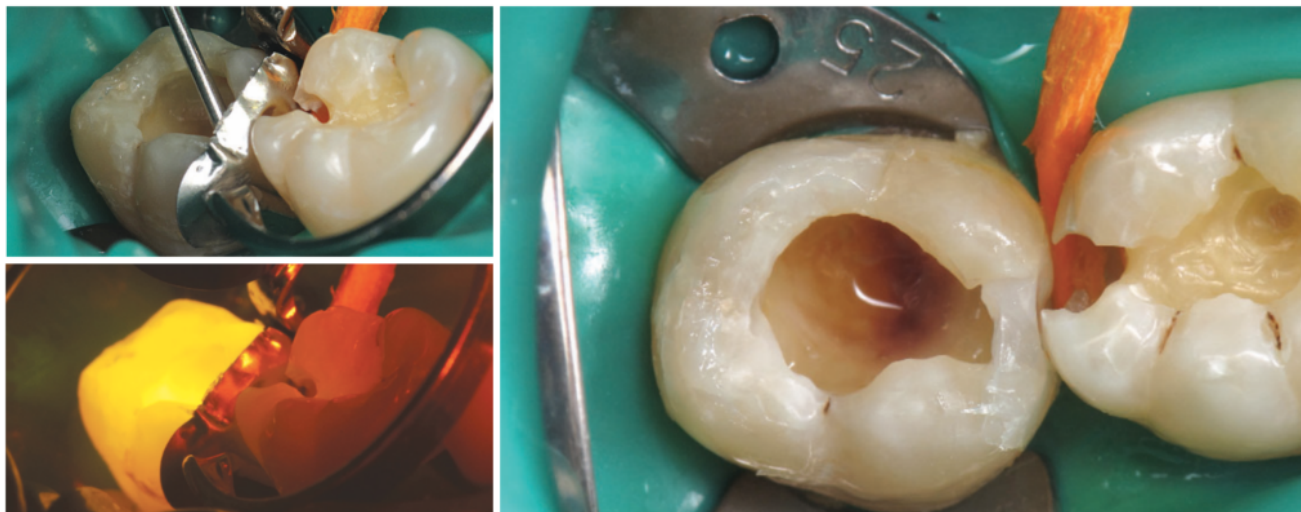
Адгезивная подготовка дентина и эмали зуба 47



Проведено тотальное кислотное протравливание дентина и эмали, на влажный матовый дентин внесена и экспонирована адгезивная система ИксПиБонд, вслед за пролонгированным удалением растворителя проведена полимеризация в течение 10 с (мощность светового потока полимеризационной лампы для 10 секундного отверждения адгезива ИксПиБонд должна составлять не менее 800 мВт/см²). Для предупреждения возможного отслоения адгезивного слоя

вследствие эффекта пузырьки световая полимеризация была выполнена немедленно после удаления растворителя воздушной струей. Сквозь гидрофильный адгезивный слой возможна трансудация зубного ликвора, находящегося в дентине под постоянным давлением (эффект водных деревьев), что приводит к потере прочности соединения композита с адгезивным слоем. Поэтому немедленно после полимеризации адгезива по дну полости был распределен тонкий слой гидрофобного текучего композита ЭсДиАр и отвержден в течение 20 с. В этом действии, на наш взгляд, ЭсДиАр является лучшим выбором — благодаря особому свойству самоадаптации.

Восстановление мезиальной контактной поверхности



Стратегически для восстановления зуба 47 все произвольные дефекты необходимо сначала перевести в дефект класса I. Для этого были устранены все поверхностные дефекты эмали на оральной и вестибулярной поверхностях, а затем восстановлена мезиальная проксимальная поверхность. На проксимальной поверхности была установлена секционная матрица системы Палодент с межзубным клинышком (обеспечивает краевое прилегание композита в пришеечной области) и кольцом БиТайн (разводит зубы для получения плотного контакта). Контактная

поверхность восстановлена тремя композитами: текучим ЭсДиАр (обеспечивает краевое прилегание), микрогибридным композитом Спектрум ТиПиЭйч (хорошо клеивается по дну дефекта) и наногибридным композитом Эстет Икс ЭйчДи (обеспечивает прочность контактного пункта и краевого валика). Композиты были внесены последовательно с тщательной адаптацией каждого слоя и отверждены одномоментно в течение 20 с мощной лампой СмартЛайт АйКью 2. На контактной поверхности использованы прозрачные оттенки композитов, за исключением ЭсДиАр.

Восстановление слоев дентина и основной эмали



После перевода произвольных дефектов коронки зуба 47 в дефект класса I можно выполнить объемный слой дентина, из за которого и состоялось это вмешательство. Текучий композит ЭсДиАр легко и свободно, а главное, без пузырьков воздуха, заполнил все внутреннее пространство дефекта. Тиксотропность этого материала значительно ниже, чем у привычного Иксфлю (после внесения композит как дисперсная система дольше загустевает в полости, возвращаясь к исходному состоянию). Поэтому масса композита достаточно быстро стекает в дистальную часть дефекта, и требуется достаточная сработанность с ассистентом для фиксации слоя дентина в

необходимой форме. Обратили внимание на бороздку на поверхности слоя искусственного дентина? Это в вертикальной позиции зуба для сохранения поверхности текучего композита в форме дентина пришлось вносить ЭсДиАр в два этапа (первую порцию «прихватили» светом полимеризационной лампы в течение секунды). Восстановление оттенком тела В3 слоя основной эмали показалось просто приятным продолжением предыдущего этапа реставрации.

Восстановление поверхностной эмали и характеристика фиссур



Слоем основной эмали заложена только основная форма бугорков, включающая мезиальную и дистальную плоскости, центральный валик между ними, и этим установлена глубина фиссур. Прозрачным оттенком наногибридного композита на мезиальной и дистальной поверхностях каждого бугорка смоделированы дополнительные фиссуры, подчеркивающие центральный валик, затем краевые валики, и проведено моделирование основных фиссур (для такого моделирования необходимо пользоваться оптическим увеличением около $\times 4,5$). Светлым красителем в форме текучего композита проведена характеристика основных фиссур, излишки красителя удалены сухим аппликатором. Для лучшего соединения красителя с прозрачным композитом на

жевательной поверхности все порции прозрачного композита первоначально полимеризовали в течение 12 с, и только в завершение провели полную световую полимеризацию в течение 20 с. Перед полной световой полимеризацией вся жевательная поверхность была покрыта глицерином для предупреждения ингибирования поверхностного слоя текучего композита.

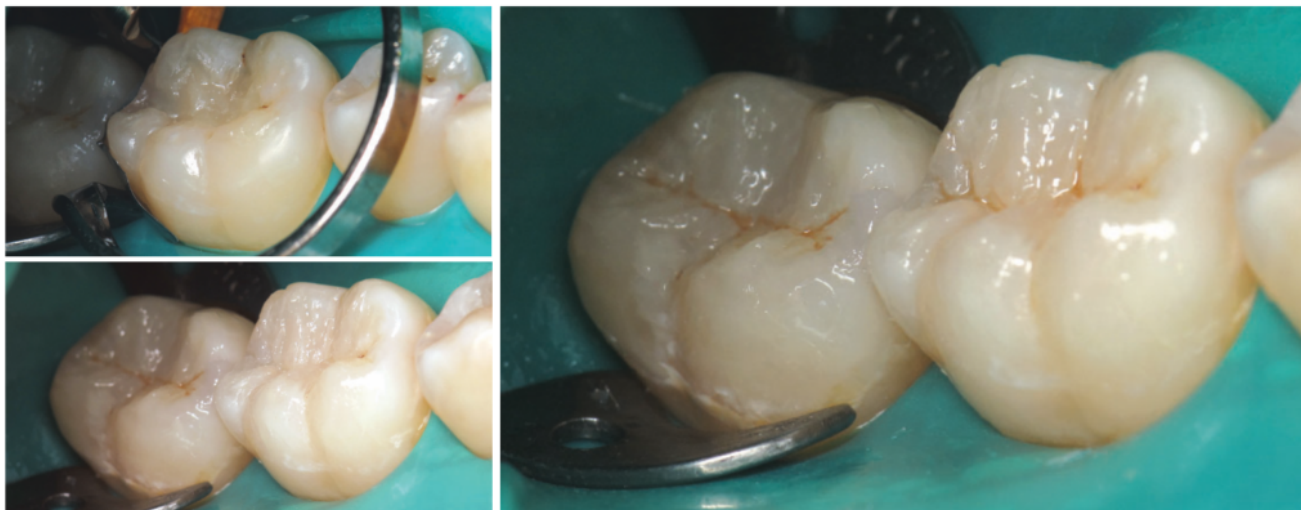
Восстановление дистальной поверхности и дентина в зубе 46



Перед установкой секционной матрицы сис темы Палодент на дистальную поверхность зуба 46 предварительно проведена финишная обработка мезиальной контактной поверхности зуба 47 финишными борами зернистостью 30 мкм (с желтой полосой), а также металлической (по контактному пункту) и лавсановыми (по шейке) абразивными полосками. После установки секционной матрицы проведена адгезивная подготовка зубных тканей. Тремя слоями композитов последовательно восстановлена дистальная контактная поверхность с одномоментной полимеризацией в течение 20 с (текущий композит ЭсДиАр и прозрачные оттенки микрогибридного композита Спектрум ТиПиЭйч и наногибридного композита Эстет Икс). Узкое пространство, полученное у дистальной стенки зуба 47 и предназначенное для искусственного дентина, легко заполнено текучим композитом ЭсДиАр, а

небольшая глубина дефекта по центру жевательной поверхности даже позволила свободно удерживать форму поверхности дентина при вертикальной позиции жевательной поверхности зуба до самой ее фиксации светом полимеризационной лампы.

Восстановление 2 слойной эмали и характеристика фиссур



Как и в зубе 47, основная эмаль восстановлена на оттенком тела В3, а поверхностная эмаль — оттенком эмали УЕ наногибридного композита Эстет Икс ЭйчДи. Таким образом, слой естественной эмали имитируется двумя оптически разными слоями композита: оттенок тела В3 создает opakую основу для достижения конечного цвета реставрации, а оттенок прозрачной эмали обеспечивает «невидимость» грани цы между реставрацией и естественной эмалью бугорков. В пределах слоя искусственной эмали, чем ближе к фиссурам, тем больше оттенка

тела, и чем ближе к вершинам бугорков, тем больше прозрачного оттенка. Такое сочетание оттенков композита, имитирующего эмаль, позволяет полностью компенсировать высокую прозрачность и универсальность оттенка композита ЭсДиАр, примененного для устранения

объемного дефекта реставрируемого зуба в пре делах естественного дентина. Характеризация фиссур красителем, конечно, впечатляет как стоматолога, так и ассистента, но должна оставаться в строгих рамках целесообразности, что бы не перепечатлить пациента.

Вид выполненных реставраций и проверка окклюзии



После завершения всех восстановительных этапов и до снятия раббердама проведена фоторегистрация внешнего вида реставрированных зубов с вестибулярной, жевательной и оральной поверхностей. Цифровое изображение реставрированных зубов на экране видеоискателя размером 2,5 3 дюйма стоматологической фотокамеры по своему масштабу сопоставимо с видом реставрированных зубов в бинокулярных лупах с оптическим увеличением около x4,5, а изображение, выведенное на экран монитора размером 22 24 дюйма, сопоставимо с видом зубов под микроскопом.

Оценка выполненных реставраций по цифровым изображениям позволяет выявить и устранить дефекты, невидимые клинически, достигая тем самым лучшего качества поверхности

реставрированных зубов. Первая проверка окклюзионных точек с помощью фольги толщиной 20 мкм частым смыканием зубов показала равномерный контакт с антагонистами всех бугорков реставрированных зубов. Важно, чтобы в привычном смыкании контакты были акцентированы только одной линией на жевательной поверхности щечных бугорков, являющихся опорными.

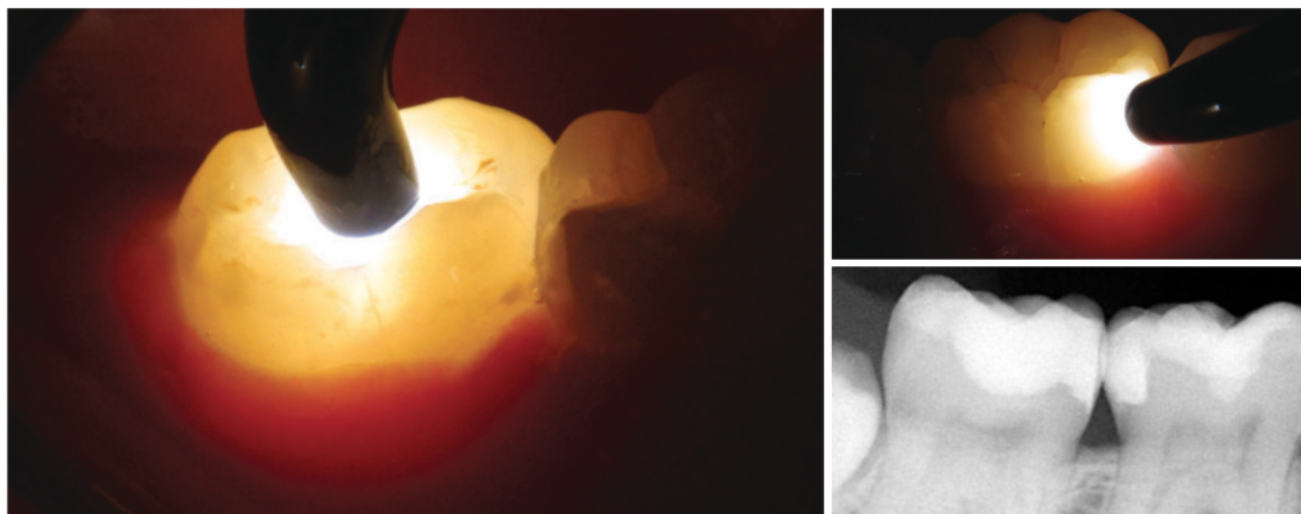
Вид завершенных реставраций после финишной отделки



После полировки первичный результат выглядит таким, как и ожидалось в этом постановочном клиническом примере. На жевательных поверхностях «читаются» все бугорки: мезиальная и дистальная плоскости, разделенные валиком, спускающимся от вершины бугорка к основанию, образуя фиссуры. Краевые валики хорошо выделены и возвышаются, а треугольные ямки глубокие. В конструкциях реставрированных зубов отсутствует оптическая граница между естественной и искусственной эмалью, это значит, что нет отслоений реставрации и слоев композита

технически уложены правильно. Главное, что в самой естественной эмали отсутствуют горизонтальные трещины, которые в боковых зубах образуются вследствие чрезмерных полимеризационных напряжений, следовательно, ЭсДиАр работает. Однако объемные изменения вследствие полимеризации завершаются полностью только через 24 часа, поэтому для окончательной оценки эффективности применения текучего композита ЭсДиАр вместо дентина в данном клиническом примере следует набраться терпения до контрольного визита пациента через сутки.

Проверка трансиллюминатором и рентгенконтроль



Выявить трещины в эмали поможет любая полутень (например, зеркальцем прикрыв от света операционного светильника одну сторону эмали от предполагаемой трещины, а вторую сторону оставить освещенной), чтобы была разница в освещенности. Однако для выявления трещин лучше использовать трансиллюминатор (стоматологический фонарик), концентрирующий в одной точке освещенность в 4000 люмен. Если световой пучок направить вертикально, вдоль оси зуба, можно выявить горизонтальные трещины в эмали, если направить горизонтально – вертикальные

трещины. Первый тест продемонстрировал отсутствие горизонтальных трещин в эмали и через 3 дня после реставрации, а это значит, что полимеризационные напряжения и объемные изменения были меньше предела прочности эмали при деформации. Второй тест выявил вертикальную трещину по оральной поверхности (здесь эмаль лишена поддержки дентина, поэтому диагностика должна быть особенно тщательной) по линии соединения бугорков, что является, скорее всего, следствием длительной функциональной перегрузки, другими словами, бруксизма.

Вид реставрированных моляров через 7 дней после реставрации



Через неделю после полного водопоглощения и восстановления возможных операционных повреждений мягких тканей можно более достоверно оценить как состояние конструкций реставрированных зубов (оптическая монолитность на поверхности и в глубине коронок зубов, идентичность внешнего вида естественной эмали и реставраций), так и состояние окружающих тканей периодонта (цвет и целостность десенных краев, отсутствие видимых повреждений). Также можно оценить и реальное состояние индивидуальной гигиены (отсутствие налета в пришеечной области реставрированных зубов), так как в первые дни после реставрации, конечно, чистка зубов

проводилась в щадящем режиме. Состояние реставрированных зубов и окружающих мягких тканей по всем признакам можно считать удовлетворительным. По просьбе пациента более тщательно проверена интеграция реставрированных моляров в окклюзии и проведена коррекция жевательной поверхности дистального орального бугорка зуба 47. Точка завывшения рас полагалась на центральном валике в месте, обозначенном при первичной проверке окклюзии.

Вид реставрированных моляров через 1 год после реставрации



В целом состояние реставрированных нижних правых моляров хорошее, отсутствуют жало бы на послеоперационную чувствительность, не выявляются отслоения композита от эмали по жевательной поверхности. Однако слой прозрачной эмали по центральному валику и мезиальному скату дистального орального бугорка зуба 47 все же сломался, и ступенька в месте отлома теперь окрашена пищевыми красителями. Этот от лом тонкой пластинки прозрачного оттенка является результатом недостаточной адаптации композита, хотя и не создает каких либо проблем для дальнейшей эксплуатации реставраций. Вина за это полностью ложится на оператора (непритертый композит внесенным не считается), ведь автору было известно о плохой

вклеиваемости нанокомпозитов, проблемной интеграции этого бугорка в окклюзии и бруксизме пациента... Видны незначительные окклюзионные площадки на вестибулярных скатах вестибулярных бугорков обоих моляров. По индивидуальной гигиене пациенту замечание, так как в пришеечной области выявляется избыточное количество зубного налета.

Приятная неожиданность — у композита ЭсДиАр клинически не проявляется привычный для нанокомпозитов белый ингибированный поверхностный слой, из за которого (на пример, на поверхности текучего композита Иксфлоу) приходится прибегать к блокировке поверхности композита глицерином при запечатывании глубоких фиссур и ямок. Поэтому, хотя этот материал и создан для восстановления слоя дентина, применение его (или специально созданного материала на основе технологии ЭсДиАр) на поверхности эмали имеет очень хорошие перспективы, ведь будущее реставрационной стоматологии за небольшими поверхностными дефектами.

Наконец, Дентсплай утверждает, что новый композит ЭсДиАр можно сочетать с любым адгезивом и любым композитом для восстановления слоя эмали. Возможность такой захватывающей перспективы, конечно, должна быть проверена многолетней практикой, тем более, что свойства и возможности нового композита Дентсплай вполне претендуют на такое многолетнее использование этого материала...

Литература

1. Радлинский С.В. Реставрационные конструкции переднего и бокового зубов // ДентАрт. — 1996. —No4. —С.22 29.
2. Davidson C.L., De Gee A.J., Feilzer A. The Competition between the Composite Dentin Bond Strength and Polymerization Contraction Stress // Journal of Dental Res. —1984. —V.63 (12). — P.1396 1399.
3. Dietschi D., Spreafico R. Adhesive Metal Free Restorations. —Quintessence.Publ. —1997. —P.61 77, 101 115.
4. Feilzer A., De Gee A.J., Davidson C.L. Setting Stress in Composite Resin in Relation to Configuration of the Restoration // Journal of Dental Res. —1987. —V.66. —P.1636 1639.

5. Phillips R.W. Science of Dental Materials. –Philadelphia:W.B.Saunders Co. –1991. –P.233 247.
6. Roberson T.M., Heymann H.O., Swift E.J. Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry. – St.Louis:Mosby. –2003. –P.479 481, 544 567.
7. Roulet J.F., Kappert H.F. Statements: diagnostics and therapy in dental medicine today and in the future. –London: Quintessence.Publ. –2009. –P.69 79.
8. Summitt J.B., Robbins J.W., Schwartz R.S. Fundamentals of Operative Dentistry. –Carol Stream:Quintessence Publ. –2001. –P.286 293.