

МИКРОПОДТЕКАНИЕ ПОД БРЕКЕТАМИ, ФИКСИРОВАННЫМИ ЖИДКИМИ МАТЕРИАЛАМИ: ЭФФЕКТ ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЯ

European Journal of Orthodontics 31 (2009) 390-396*

Вступление

Микропротекание можно объяснить как фильтрацию бактерий, жидкостей, молекул, ионов и даже воздуха между стенками полости, прежде отпрепарированной и подготовленной к реставрации и реставрационным материалам (Kidd, 1976). В терапевтической стоматологии большинство реставрационных материалов показывают разный уровень маргинального микропротекания в зависимости от размера полости и удачному прилеганию к стенкам полости (Mali, 2009). Клиническими симптомами микроподтекания является вторичный кариес, повреждение пульпы, послеоперационная чувствительность и потенциальное повреждение реставрации (Youssef, 2006). В ортодонтии микроподтекание играет значительную роль в формировании декальцификации эмали в и под адгезивно-эмалевой поверхностью.

В исследованиях по ортодонтическим брекетам (James, 2003; Arhum, 2006; Arkan, 2006) и кольцам (Gillgrass, 1999) не обнаружено много микроподтекания, но во всех работах найден его небольшой процент. Хотя область вокруг брекета является критической для развития декальцинации, область под брекетом недостаточно изучена (Arhum, 2006).

Так как бондируемый материал зависит от температуры ротовой полости, важно изучить, вызывает ли изменение температуры стресс для адгезива, что может привести к микроподтеканию (Bishara, 2003). По этому, термоциклирование является широко распространенным методом для оценки бондируемого материала. Целью его использования является термальный стресс на адгезивное соединение зуба и реставрации путем воздействия экстремальных температур на реставрируемые зубы, подобных тем, что действуют внутриорально. Этот процесс может кульминировать термальное расширение между адгезивным материалом и структурой зуба, и в результате различных изменений

объема на протяжении различных температур и образуется непрочное соединение с адгезивом, что приводит к микроподтеканию (Wahab, 2003). Много исследований показали, что термоциклирование снижает силу фиксации (Arici, 2003; Bishara, 2003; Daub, 2006) и увеличивает микроподтекание под бондируемым материалом (Hakimeh, 2000; Wahab, 2003; Helvatjoglu-Antoniades, 2004).

Композитный материал традиционно используется в двух случаях: в терапевтической стоматологии и для фиксации брекетов. Композит состоит из двух частей: органической матрицы и неорганических минеральных соединений. Жидкие композиты имеют подобную структуру, но у них изменена пропорция текучести, что позволяет увеличить пропорцию resin, и, в связи с этим, изменяется липкость структуры (Тессо, 2005). Жидкий компонент приводит к полимеризационной усадке (James, 2003), что увеличивает шанс микроподтекания.

Много работ изучали использование жидких композитов для фиксации брекетов (Uysal, 2004; Тессо, 2005). Несколько новых жидких материалов было выпущено на рынке для ортодонтии, таких как ормомеры (Vicente Bravo, 2007), компомеры (Bishara, 2001; Тессо 2005; Vicente 2006), гиомеры. Также некоторые исследования микроподтекания были проведены в терапевтической стоматологии относительно этих материалов (Ferdianakis, 1998; Payne, 1999; Estafan Stefan, 2000; Yarizi, 2003a,b, 2004; Pardi, 2006), ни в одной работе не было выявлено микроподтекания при использовании этих материалов для фиксации брекетов.

Целью этого исследования было установить эффект термоциклирования на микроподтекание под брекетами при использовании ортодонтических композитных материалов (Transbond XT), жидкого композита (X-Flow), жидкого компомера (Dyrect-Flow), жидкого ормомера (Admira-Flow) и жидкого гиомера (Beautiful-Flow).

Материалы и методы

Зубы

200 зубов рогатого скота были помещены в 0,1%-раствор тимолола на 1 неделю для предотвращения роста бактерий (раствор менялся каждую неделю). Затем зубы были опущены в дистализированную воду, которая менялась каждый день. Не прошло месяца после экстракции зуба.

Брекеты

Было использовано 200 брекетов для верхних центральных резцов (Victory Series, 3M Unitek Dental Products, Monrovia, California, USA). Площадь основания брекетов (10,25 мм²) была подсчитана с помощью image analysis equipment и MIP 4 Software (Microm Image Processing Software, Digital Image Systems, Barcelona, Spain).

Процедура фиксации

Зубы были поделены на 5 равных групп, и брекеты были зафиксированы на вестибулярную поверхность согласно инструкции завода производителя. Химический состав материалов представлен в табл. 1. Во всех группах вестибулярная поверхность зубов была полирована резиновой щеточкой и полировочной пастой (Detartrine, Septodont, Saint-Maur, France) и протравлена гелем 37%-ортофосфорной кислоты (Total Etch, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) на протяжении 30 сек. Потом эмаль была промыта водой и просушена воздухом с компрессора.

Группа I (n=40): Transbond XT (3M Unitek Dental Products). Слой праймера Transbond XT был нанесен на зуб и паста Transbond XT на основание брекета, который прижимался к зубу. Излишки адгезива вокруг брекета были удалены кистью, и адгезив был засвечен ультрафиолетовой лампой Ortholux XT (3M Unitek Dental Products) по 10 сек. с каждой интерпроксимальной стороны.

Группа II (n=40): Dyract Flow (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany). Слой праймера и Bond NT (Dentsply DeTrey) был нанесен на зуб на 30 сек. Затем из-

Таблица 1.

Сравнение тестированных адгезивов

Адгезивы	Состав	Lot number
Transbond XT	Silane-treated quartz Bisphenol A diglycidyl ether Dimethacrylate Bisphenol B bis (2-hydroxyethyl ether)dimethacrylate Dichlorodimethylsilane reaction product with siliuca	6XA/6EB
Dyract-Flow	Strontium- alumino-fluoro-silicate glass Highly dispersed silicon dioxide Dipentaerythritol penta acrylate monophosphate N,N-dimethyl aminoethyl methacrylate Carboxylic acid modified methacrylate macromonomers Diethylene glycol dimethacrylate Camphorquinone Ethyl-4-dimethylaminobenzoate 2-Hydroxymethoxybenzophenone Butylated hydroxyl toluene (BHT) Iron pigments Titanium dioxide	0610001903
Beautiful-Flow	Bis-GMA/TEGDMA resin Multifunctional glass fillers, S-PRG fillers based on fluoro-boroaluminosilicate glass	21600BZZ00147
X-Flow	Strontium-alumino-sodium-fluoro-phosphor-silicate glass Di-and multifunctional acrylate and methacrylate resins Diethylene glycol dimethacrylate Highly dispersed silicon dioxide UV stabilizer Ethyl-4-dimethylaminobenzoate Camphorquinone BHT Iron pigments Titanium dioxide	0610000912
Admira-Flow	Barium-aluminium-boro-silicate glass, silicone dioxide ormocers, Bis-GMA, urethane-dimethacrylate triethylene-dimethacrylate	441124

быток был раздут воздухом, праймер и Bond NT был засвечен на протяжении 20 сек. Далее Dyract Flow был нанесен на базу брекета, и брекет был зафиксирован на зуб и засвечен по 20 сек. с каждой интерапроксимальной стороны.

Группа III (n=40): Beautiful-Flow F10 (Shofu Inc., Kyoto, Japan). FI- Bond primer (primer A+B) (Shofu Inc.) был нанесен на эмаль и оставлен на 10 сек. Затем был продут воздухом с компрессора. Затем был нанесен бондинговый агент и засвечен лампой 10 сек. Beautiful-Flow был нанесен на основание брекета и был прижат к зубу. Излишки адгезива вокруг брекета были удалены брашем, и адгезив был засвечен ультрафиолетовой лампой Ortholux XT (3M Unitek Dental Products) по 20 сек. с каждой интерапроксимальной стороны.

Группа IV (n=40): X-Flow (Dentsply DeTrey GmbH). Prime и Bond NT были нанесены, как в группе II. X-Flow был нанесен на основание брекета и был прижат к зубу. Излишки адгезива вокруг бреке-

та были удалены брашем, и адгезив был засвечен ультрафиолетовой лампой Ortholux XT по 20 сек. с каждой интерапроксимальной стороны.

Группа V (n=40): Admira-Flow (Voco, Cuxhaven, Germany). Admira Bond был нанесен на зуб и оставлен на 30 сек. Затем был раздут воздухом и заполемиризован 20 сек. Admira-Flow был нанесен на основание брекета и был прижат к зубу. Излишки адгезива вокруг брекета были удалены кистью, и адгезив был засвечен ультрафиолетовой лампой Ortholux XT по 20 сек. с каждой интерапроксимальной.

Хранение тестированных образцов

40 образцов с каждой группы были опущены в дистализированную воду 37°C (International Organization for Standardization (ISO), 1994).

Тест термоциклирования

20 образцов с каждой группы были подвержены термоциклированию,

следуя рекомендациям ISO 11405 (ISO, 1994). Тест термоциклирования состоял из 500 циклов в дистализированной воде от 5 до 55°C. Экспозиция в каждой ванночке длилась 20 сек., и время пере-носа занимало около 5 и 10 сек.

Тестирование микроподтекания

Зубы были высушены с пистолета на стоматологической установке и покрыты лаком (Resist Shine, L'Oreal, Paris, France), оставлены на 1 мин. около угла базы брекета, не покрывая ее. Образцы затем были обезжирены 1%-раствором метиленового синего на протяжении 24 часов. Во избежание попадания метиленового синего через апикальное отверстие, зубы были зафиксированы вертикально в контейнер с металлической заслонкой так, что только коронки покрывались метиленовым синим.

Микроскопический осмотр

Зубы были распилены в длину от режущего края до шейки зуба с помощью бриллиантового бора с водяным охлаждением (Horico, Berlin, Germany), и образовались секции зуба.

Каждая секция осматривалась с обеих сторон, значит, каждый образец был осмотрен 6 раз. Процент микроподтекания для каждой поверхности определялся согласно image analysis equipment (Sony d*c 151-ap video camera, connected to an Olympus SZ11 microscope) и MIP 4 software (Digital Image System) на эмалево-адгезивной и адгезиво-брекетной поверхностях на придесневой и режущей поверхностях с увеличением в 10 раз. Общий процент микроподтекания на эмалево-адгезивной и адгезиво-брекетной поверхностях был вычислен при суммировании процента микроподтекания полученного при осмотре режущей и десневой поверхности. Значения микроподтекания был подсчитан с 6 осмотров для каждого зуба.

Все осмотры проводились одним автором (AV). 25 распилов были осмотрены с интервалом в 1 мин. между осмотрами. Не было найдено значительной разницы в общем проценте микроподтекания на эмалево-адгезивной и адгезиво-брекетной поверхностях между первым и вторым осмотром (P=0,12 и P=0,09)

Статистический анализ

Значительные расхождения между группами в значениях микроподтеканий на каждой поверхности без и с термоциклированием, были проанализированы с помощью теста Kruskal-Wallis (P<0,05), были найдены группы с значительными расхождениями результатов при помощи U-test Mann-Whitney. Во избежание неточностей при подсчете,

значительный уровень модификаций составлял ($P<0,05$) к числу сравниваемых (Bonferroni correction), где значения $P<0,05$ считались значительными. Для одиночного материала общее микроподтекание на эмалево-адгезивной поверхности без термоциклирования было сравнено с общим для этой поверхности после термоциклирования, основываясь на значениях U-test Mann-Whitney ($P<0,05$); подобные сравнения проводились на адгезивно-брекетной поверхности с и без термоциклирования.

Результаты

Результаты представлены в табл. 2. Сравнение степени микроподтекания на эмалево-адгезивной поверхности для разных материалов без термоциклирования показало значительно выше показатели микроподтекания для Admira-Flow и X-Flow ($P=0,04$). Для адгезивно-брекетной поверхности без термоциклирования не было значительной разницы между материалами ($P=0,06$).

Когда материалы были подвержены термоциклированию, Beautiful-Flow показал значительно меньше степень микроподтекания, чем другие тестированные материалы на эмалево-адгезивной поверхности (Transbond XT $P=0,004$, X-Flow $P=0,000$, Dyract Flow $P=0,000$, и Admira-Flow $P=0,000$) в то время, как на адгезивно-брекетной поверхности Admira-Flow и X-Flow показали значительно больше микроподтекания, чем Beautiful-Flow ($P=0,000$ и $P=0,000$, соответственно) и Transbond XT ($P=0,002$ и $P=0,004$, соответственно).

При анализе эффекта термоциклирования на каждом материале с Transbond XT общее микроподтекание было значительно выше на эмалево-адгезивной поверхности после термоциклирования ($P=0,02$); для X-Flow термоциклирование спровоцировало увеличение микроподтекания на обеих поверхностях (на эмалево-адгезивной $P=0,00$ и на адгезивно-брекетной $P=0,01$); Beautiful-Flow общее микроподтекание на эмалево-адгезивной поверхности, ко-

торое значительно уменьшается после термоциклирования ($P=0,01$). Значения общего микроподтекания для Dyract Flow (на эмалево-адгезивной $P=0,23$ и на адгезивно-брекетной $P=0,39$) и для Admira-Flow (на эмалево-адгезивной $P=0,07$ и на адгезивно-брекетной $P=0,39$) незначительно отличались после термоциклирования.

На рисунке 1 а, б показано микроподтекание на эмалево-адгезивной и адгезивно-брекетной поверхностях.

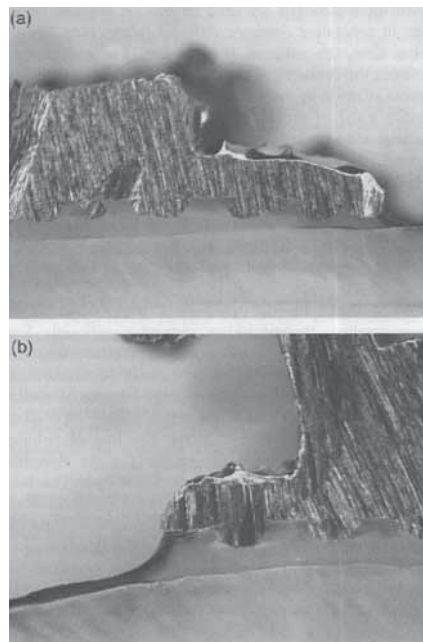


Рис. 1. Микроподтекание на эмалево-адгезивной и адгезивно-брекетной поверхностях

Обсуждение

Исследование определяло эффект термоциклирования на микроподтекание под брекетами, фиксированными ортодонтическим композитным материалом, жидким материалом, компомером, ормокером и гиомером.

Были использованы зубы крупного рогатого скота, так как тяжело найти удаленные зубы человека в связи с увеличением профилактической стоматологии. Однако микроструктура и ориентация кристаллов гидроксиапатитов одинакова в эмали человека и

крупного рогатого скота (Gomes, 2004). Много авторов использовали зубы крупного рогатого скота для тестирования бондов и реставрационных материалов (Yamamoto, 2003; Fonseca, 2005; Hayakawa, 2005) и микроподтекания (Amaral, 2004; Costa, 2006; da Silva, 2006; Ritter, 2006), и исследования фиксации брекетов (Cacciafesta, 2006; Cozza, 2006; Gobooy-Bezerra, 2006; Soderquist, 2006).

Подобные работы были у Arhum (2006) и Arian (2006) по микроподтеканию на двух адгезивных поверхностях, где были измерены клинические последствия на брекет-эмалевой поверхности. В то время, как эмалево-адгезивная поверхность критична к развитию белых пятен, адгезивно-брекетная поверхность может играть роль в слабости брекетной фиксации (Arian, 2006). Оба, Arhum (2006) и Arian (2006), рассматривали микроподтекание используя индексы представленные в этой работе. Процент микроподтекания был просчитан при помощи количественных показателей, которые являлись более точными относительно величины микроподтекания.

Сравнение общего микроподтекания на эмалево-адгезивной поверхности для различных материалов без термоциклирования Admira-Flow показал более высокий процент микроподтекания, чем X-Flow. Значение наполнения X-Flow составляют 38% (Llohbauer, 2006) в то время, как у Admira-Flow — 50,5% (Uctasli, 2004). Это объясняет, что меньшая наполненность у X-Flow дает больше усадки после полимеризации, чем Admira-Flow. Однако, когда эти материалы используются для фиксации брекетов чаще, чем для реставраций в терапевтической стоматологии, другие факторы играют роль. Во первых, слой адгезива очень тонкий и сжатый между брекетом и зубом. Во вторых, обычно большее количество композита находится по краям фиксирующей поверхности, что может провоцировать усадку. И последнее, свободное скольжение брекета при фиксации и усадка дают возможность расположить брекет ближе к эмали, и это является более преимуществом, чем недостатком (Oesterle,

Таблица 2.

Процент общего микроподтекания на эмалево-адгезивной и адгезивно-брекетной поверхностях

Материалы	Без термоциклирования					С термоциклированием						
	Эмаль-адгезив			Адгезив-брекет		Эмаль-адгезив			Адгезив-брекет			
Transbond XT	1.12±20.26 ⁺	0.00	8.92	1.42±2.02	0.11	5.46	1.54±1.20	1.39	4.00	1.64±1.41 ^c	1.54	5.01
X-Flow	0.77±1.63 ⁺	0.02	5.90	1.86±2.16 ⁺	1.29	7.68	3.10±2.70	2.67	10.16	4.74±4.97 ^d	3.12	16.73
Dyract-Flow	1.78±2.59	0.85	10.46	2.50±1.99	2.28	7.40	2.36±2.93	1.45	12.80	2.73±3.75	1.53	15.01
Admira-Flow	2.51±2.79 ^a	1.20	8.92	4.40±6.68	2.85	28.61	4.35±3.72	4.24	14.60	4.45±3.87 ^d	3.51	15.24
Beautiful-Flow	2.01±3.17 ⁺	0.78	13.38	1.39±1.35	1.22	4.00	0.43±0.80 ^b	0.00	2.84	0.79±1.37 ^c	0.02	5.34

Значительная разница внутри колонки отмечена надписными буквами. Для каждого материала значительная разница между термоциклированием и без него, на каждой поверхности отмечена знаком (+). ⁺ против термоциклирования ($P<0,05$); ^a против X-Flow ($P<0,05$); ^b против Transbond XT, X-Flow, Dyract-Flow, Admira-Flow ($P<0,05$); ^c против групп, обозначенных ^d ($P<0,005$); SD, стандартное отклонение

2001). Таким образом, возможно усадка не учитывается (Oesterle, 2001), и меньшая жесткость текучих композитов может быть решающим фактором (Labella, 1999), потому что модуль эластичности играет значительную роль в предупреждении микроподтекания (Yap, 2004).

Когда исследуемые материалы были подвержены термоциклированию, Beautiful-Flow показал значительно меньше микроподтекания на эмалево-адгезивной поверхности, чем другие тестированные материалы. Это может быть благодаря изменению расстоянию (набуханию), которое испытывает гиомер, потому что захватывает воду в структуру материала при фторировании (McCabe, Rusby, 2004). Потеря объема при полимеризации больше у жидких композитов, благодаря высшей пропорции композита. Это уменьшение объема продуцирует пустые щели на выемках базы брекета, что уменьшает ретенционную площадь и поэтому увеличивает микроподтекание на этой поверхности.

Не было замечено значительной разницы на адгезивно-брекетной поверхности без термоциклирования, тогда как после термоциклирования Beautiful-Flow и Transbond XT показали значительно меньше микроподтекания, чем Admira-Flow и X-Flow. Усовершенствование выполнения Beautiful-Flow на его поверхности может быть объяснено его поглощением воды (McCabe, Rusby, 2004). Относительно Transbond XT было показано лучшая система бондинга на адгезивно-брекетной поверхности, чем у жидких композитов (Uysal, 2004).

Когда эффект термоциклирования на каждом материале был проанализирован индивидуально, композитный материал был более влиятельный с двух тестированных композитов, жидкий

композит показал более микроподтекание, чем более традиционный композит: для Transbond XT термоциклирование стало причиной значительного увеличения общего микроподтекания на эмалево-адгезивной поверхности в то время, как для X-Flow общее микроподтекание увеличилось на двух поверхностях. Температурное расширение это фактор, влияющий на адгезию между бондируемым материалом и поверхностью зуба, разный коэффициент термического расширения между брекетом-адгезивом-эмалью приводит к разному расстоянию при изменении температур (Sideridou, 2004). Transbond XT адаптирован лучше, чем X-Flow, так как он имеет выше процент вместимости неорганического вещества, что уменьшает коэффициент термического расширения и позволяет фиксироваться ближе к эмали и тем самым уменьшая процент микроподтекания на длительный период (Uysal, 2004).

Тот фактор, что Admira-Flow не показала больше микроподтекания после термоциклирования, может быть связан с коэффициентом термического расширения ормокеров, что согласно завода производителя такая же, как у натуральной структуры зуба (Voco Scientific Circular, 2001).

У Beautiful-Flow микроподтекание уменьшилось после термоциклирования значительно на эмалево-адгезивной поверхности. Абсорбция воды у реставрационных материалов это фактор, который уменьшает микроподтекание (Attin, 1995). Гиомеры имеют значительную степень расширения (набухания) при поглощении фторидов. Позитивный эффект поглощения воды для реставрационных материалов состоит в механизме компенсации усадки после полимеризации.

У Dyract-Flow общее микроподтекание не изменилось после термоциклирования. Главным отличием в микроструктуре между гиомером и компомером является наличие прерывистой активной стекло-полиацидной зоны, которая влияет на наполненность структуры гиомеров (McCabe, Rusby, 2004). Компомеры подобны композитам и являются гидрофобными, хотя меньше, чем композиты. Компомеры активируются реакцией полимеризации и лишь однажды твердеют когда меньшая гидрофильная часть соединяется с водой что провоцирует вторую реакцию нейтрализации. Полимеризация ассоциируется с усадкой и развивает умеренный стресс, и это возможно абсорбция воды играет значительную роль в уменьшении этого стресса (Nicholson, 2007).

Также микроподтекание является причиной развития кариеса, что хорошо документировано в терапевтической стоматологии (Gladwin, Bagby, 2004). Как утверждает Arikan (2006), потенциал к развитию кариеса возле и под ортодонтическими брекетами не зависит от лечения постоянных зубов, учитывая длительное время ношения брекетов. Исследование микроподтекания могут вносить знания по значению ортодонтических адгезивов. Некоторый процент микроподтекания был найден во всех тестированных группах.

Заключение

Некоторый процент микроподтекания был найден во всех тестированных группах. Гиомер показал наилучшие результаты после термоциклирования, в то время, как композиты и практически все жидкие материалы показали результаты хуже.

Перевод Н. А. Петлюк

Резюме

Целью данного исследования было изучить эффекты термоциклирования на микроподтекание под брекетами, фиксированными ортодонтическими композитами и различными жидкими материалами. Брекеты были зафиксированы на 200 резцах, взятых у рогатого скота и поделены на 5 групп: (1) Transbond XT, (2) X-Flow, (3) Dyract-Flow, (4) Admira-Flow, (5) Beautiful-Flow. Половина зубов из каждой группы подлежала термоциклированию. Зубы были обезживлены с помощью метиленового синего на протяжении 24 часов для предотвращения процентного подтекания между эмалью и адгезивом и брекетом-адгезивом, использовали наглядный анализ.

Без термоциклирования микроподтекание между эмалево-адгезивной поверхностью было значительно больше у Admira-Flow, чем у X-Flow ($P < 0,05$). Для адгезивно-брекетной поверхности не было значительной разницы ($P < 0,005$). После термоциклирования микроподтекание у Beautiful-Flow на эмалево-адгезивной поверхности было значительно меньше, чем у других материалов ($P < 0,005$), в то время, как на адгезивно-брекетной поверхности у Admira-Flow и X-Flow было значительно больше микроподтекания, чем у Beautiful-Flow и Transbond XT ($P < 0,005$). Анализ эффекта термоциклирования для каждого материала показал, что микроподтекание значительно увеличивается на эмалево-адгезивной поверхности у Transbond XT ($P < 0,05$) и уменьшается у Beautiful-Flow ($P < 0,05$), увеличивается значительно на двух поверхностях у X-Flow, но не на значительный статистический уровень у Dyract-Flow и Admira-Flow ($P < 0,05$). Beautiful-Flow показал наилучшие результаты после термоциклирования, в то время, как композитные и жидкие материалы показали плохие результаты.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРЫ

1. Amaral C, Peris A, Ambrosano G, Pimenta L 2004 Microleakage and gap formation of resin composite restorations polymerized with different techniques. *American Journal of Dentistry* 17: 156-160
2. Arhun N, Arman A, Cehreli S, Arikan S, Karabulut E, Gillsahi K 2006 Microleakage beneath ceramic and metal brackets bonded with a conventional and an antibacterial adhesive system. *The Angle Orthodontist* 76:1028-1033
3. Arici S, Arici N 2003 Effects of thermocycling on the bond strength of a resin-modified glass ionomer cement: an in vitro study. *The Angle Orthodontist* 73: 692-696
4. Arikian S, Arhun N, Arman A, Cehreli S 2006 Microleakage beneath ceramic and metal brackets photopolymerized with LED or conventional light curing units. *The Angle Orthodontist* 76: 1035-1040
5. Attin T, Buchalla W, Kielbassa A, Helwig E 1995 Curing shrinkage and volumetric changes of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Dental Materials* 11: 359-362
6. Bishara S, Ajlouni R, Laffoon J F 2003 Effect of thermocycling on the shear bond strength of a cyanocrylate orthodontic adhesive. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 123: 21-22
7. Bishara S, Laffoon J, VonWald L, Warren J 2001 Evaluation of a nonrinse conditioning solution and a compomer as an alternative method of bonding orthodontic bracket. *The Angle Orthodontist* 71:461 -465
8. Cacciafesta V, Sfondrini M, Stifanelli P, Scribante A, Klersy C 2006 The effect of bleaching on shear bond strength of brackets bonded with a resin-modified glass ionomer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 130: 83-87
9. Costa P C, Braga R, Cardoso P 2006 Influence of cavity dimensions, insertion technique and adhesive system on microleakage of Class V restorations. *Journal of the American Dental Association* 137: 197-202
10. Cozza P, Martucci L, DeTofoli L, Penco S 2006 Shear bond strength on metal brackets on enamel. *The Angle Orthodontist* 76: 851-856
11. da Silva A, Piva E, Demarco F, Correr Sobrinho L, Osinga P 2006 Microleakage in conventional and bonded amalgam restorations: influence of cavity volume. *Operative Dentistry* 31: 377-383
12. Daub J, Berzins D, Linn B, Bradley T 2006 Bond strength of direct and indirect bonded brackets after thermocycling. *The Angle Orthodontist* 76:295-300
13. Estafan A, Stafan D 2000 Microleakage study of flowable composite resin systems. *Compendium of Continuing Education in Dentistry* 21: 705-708
14. Ferdianakis K 1998 Microleakage reduction from newer esthetic restorative materials in permanent molars. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 22:221-229
15. Fonseca R, Martins L, Quagliatto P, Soares C 2005 Influence of provisional cements on ultimate bond strength of indirect composite restoration to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry* 7: 225-230
16. Gillgrass T et al. 1999 Fluoride release, microbial inhibition and microleakage pattern of two orthodontic band cements. *Journal of Dentistry* 27: 455-461
17. Gladwin M, Bagby M 2004 Clinical aspects of dental materials: theory, practice, and cases. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia
18. Godoy-Bezerra J, Vieira S, Oliveira J, Lara F 2006 Shear bond strength of resin-modified glass ionomer cement with saliva present and different enamel pretreatments. *The Angle Orthodontist* 76: 470-474
19. Gomes M 2004 Sistemas adhesivos autograbadores en esmalte: ventajas e inconvenientes. *Avances Odontoestomatologicos* 20: 193-198
20. Hakimeh S, Vaidyanathan J, Houtp M, Vaidyanathan T, Von Hagen S 2000 Microleakage of compomer Class V restorations: effect of load cycling, thermal cycling, and cavity shape differences. *Journal of Prosthetic Dentistry* 83: 194-203
21. Hayakawa T, Kikutake-Sugiyama K, Nemoto K 2005 Efficacy of water-soluble photoinitiator on adhesion of composite resin to bovine teeth in all-in-one bonding system. *Dental Materials Journal* 24: 213-218
22. Helvatjoglou-Antoniades M, Kalinderis K, Pedulu L, Papadogiannis Y 2004 The effect of pulse activation on microleakage of a packable composite resin and two ormocers. *Journal of Oral Rehabilitation* 31: 1068-1074
23. International Organization for Standardization 1994 Dental materials-guidance on testing of adhesion to tooth structure ISO TR 11405. Geneva, Switzerland
24. James J, Miller B, English J, Tadlock L, Buschang P 2003 Effects of high-speed curing devices on shear bond strength and microleakage of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 123: 555-561
25. Kidd E 1976 Microleakage: a review. *Journal of Dentistry* 4: 199-206
26. Label la R, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G 1999 Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dental Materials* 15: 128-137
27. Lohbauer U, Frankenberger R, Kramer N, Petschelt A 2006 Strength and fatigue performance versus filler fraction of different types of direct dental restoratives. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials* 76B: 114-120
28. Mali P, Deshpande S, Singh A 2006 Microleakage of restorative materials: an in vitro study. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry* 24: 15-18
29. McCabe J, Rusby S 2004 Water absorption, dimensional change and radial pressure in resin matrix dental restorative materials. *Biomaterials* 25: 4001-4007
30. Nicholson J W 2007 Polyacid-modified composite resins (compomers) and their use in clinical dentistry. *Dental Materials* 23: 615-622
31. Oesterle L, Newman S, Shellhart W 2001 Rapid curing of bonding composite with a xenon plasma arc light. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 119: 610-616
32. Pardi V, Sinhoreti M, Pereira A, Ambrosano G, Meneghim M 2006 In vitro evaluation of microleakage of different materials used as pit and fissure sealants. *Brazilian Dental Journal* 17: 49-52
33. Payne J T 1999 The marginal seal of Class II restorations: flowable composite resin compared to injectable glass ionomer. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 23: 123-130

Полный список литературы можно получить в редакции