

Адгезия как критерий выбора материала для реставрации зубов с дефектами в пришеечной области

Ф.С. РУСАНОВ*, И.Я. ПОЮРОВСКАЯ, Е.К. КРЕЧИНА, Г.В. СОГАЧЁВ

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Минздрава России, Москва, Россия

Adhesion as criterion of choice of materials for dental restorations of defects in cervical area

F.S. RUSANOV, I.YA. POYUROVSKAYA, E.K. KRECHINA, G.V. SOGACHEV

Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery, Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia

Представлены результаты сравнительной оценки *in vitro* адгезионных свойств реставрационных полимерных материалов с пастами классической и текучей консистенции зарубежного (Япония) и отечественного производства (Россия) при их соединении с дентином пришеечной области. Сравнивали адгезионные свойства указанных материалов с таковыми у экспериментальных систем типа «сэндвич» (сочетание слоев классической и текучей консистенции), а также у стеклоиономерного цемента Fuji 8 (Япония) и материала Smartcem 2 (Швейцария). Наиболее высокий показатель адгезионной прочности в соединении с дентином установлен для Fuji 8. Выявлены преимущества по показателю адгезионных свойств для реставрационных материалов классической консистенции.

Ключевые слова: реставрационные полимерные материалы, адгезионные свойства, консистенция паст, дентин пришеечной области.

The paper presents the results of comparative *in vitro* evaluation of classical and flow consistency restorative polymeric materials (Japan and Russia) adhesion to dentin in cervical area. The adhesive properties of these materials were compared with the experimental systems of «sandwich» type, combining layers of classic and flow consistency, glass-ionomer cement Fuji 8 (Japan) and material SMARTCEM 2 (Switzerland). The highest dentin adhesion strength showed Fuji 8, restoration materials of classical consistency proved to have advantage in adhesion properties.

Keywords: restorative polymeric materials, adhesive properties, paste texture, cervical area dentin.

Вопрос о выборе материала для восстановления или реставрации зубов в пришеечной области по-прежнему актуален [1, 2]. Восстановление зубов с дефектами такой локализации — особенно непростая задача из-за осложненных условий: практического отсутствия стенок или наличия клинообразной формы полости, ситуации, когда твердые ткани зуба представлены в основном дентином. Такие условия в сочетании с ударными жевательными нагрузками существенно затрудняют создание надежной долговременной ретенции реставрации и ограничивают возможности адгезионного соединения реставрационного материала с твердыми тканями зуба [3, 4].

С расширением класса современных реставрационных материалов, включающего в себя композиты разной исходной консистенции и адгезивы, выбор оптимального реставрационного материала для восстановления зубов с полостями V класса стал еще более сложным. Изучению состава и технологии применения реставрационных материалов посвящено немало исследований [5, 6]. Особое значение исследователи придают адгезионным системам и их влиянию на долговечность реставрации зубов в пришеечной области [7–9]. Именно адгезионная способность материалов во многом определяет эффективность и

долговечность реставрации в этой области, когда условия для механического крепления пломбы из-за конфигурации препарированной полости зуба практически отсутствуют. Знание адгезионных свойств реставрационных материалов позволяет сделать обоснованный выбор материала и адгезионной системы при лечении зубов с полостями V класса. Поэтому определенный практический интерес представляет сравнение адгезионных свойств к дентину в области шейки зубов ряда современных реставрационных систем.

Цель работы — сравнительная оценка адгезии реставрационных полимерных материалов зарубежного и отечественного производства к дентину пришеечной области в условиях *in vitro*.

Материал и методы

Термином «реставрационная система» мы обозначили комплекс средств, а именно пломбировочный материал с разной исходной консистенцией пасты, средства подготовки дентина перед реставрацией, адгезивы, а также технологию или методику применения указанных материалов.

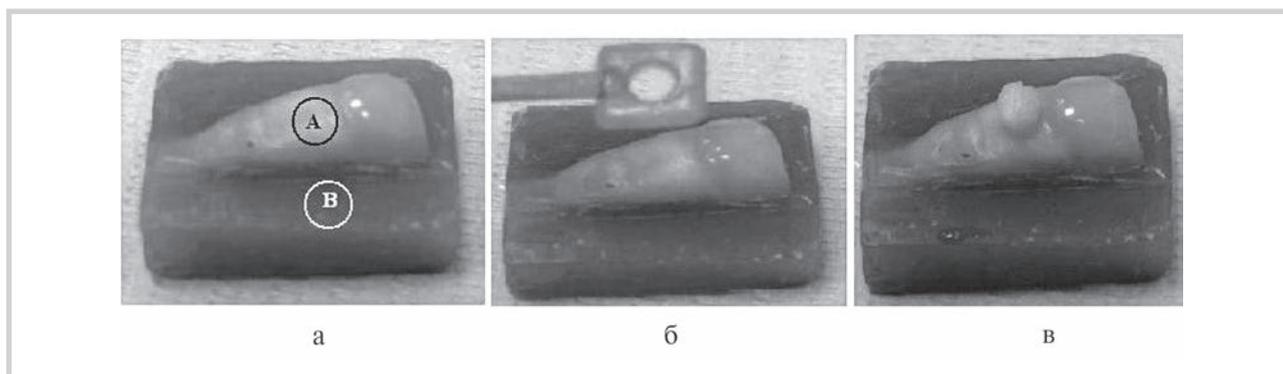


Рис. 1. Общий вид и этапы (а) подготовки образцов к испытанию на адгезионную прочность соединения реставрационных систем с дентином.

б — наложение цилиндрической формы для заполнения композитным материалом; в — вид образца, подготовленного к испытанию; А — область поверхности зуба, подготовленная для наложения композита; В — монтировочная пластмасса.

Испытаны 6 материалов. Estelite Sigma Quick классической консистенции и Estelite Flow Quick текучей консистенции («Tokuyama Dental», Япония), ДентЛайт классической и ДентЛайт флоу текучей консистенции («ВладМиВа», Россия) представляли собой реставрационные системы, содержащие адгезивы, назначение которых, в том числе, состояло в восстановлении зубов с полостями V класса. Два остальных материала — Smartcem 2 («Dentsply», Швейцария) и стеклоиономерный цемент Fuji 8 (GC, Япония) отличались от перечисленных выше реставрационных систем тем, что при их применении не рекомендовалось использовать адгезивы или травящие средства. Материал Smartcem 2 предназначен для фиксации несъемных зубных протезов разных конструкций и обозначен изготовителем как самоадгезивный и самотравящий цемент с двойным механизмом отверждения, поэтому в рамках настоящей работы было интересно определить адгезию этого цемента к дентину пришеечной области зубов.

В работе испытаны несколько экспериментальных реставрационных систем: система «сэндвич», сочетающая слои композитных материалов текучей и классической консистенции; другой вариант системы «сэндвич» — слои композитных материалов классической и текучей консистенции и стеклоиономерный цемент Fuji 8; экспериментальная смешанная система — материал ДентЛайт классической консистенции с адгезивом производства «Tokuyama Dental». Основные характеристики испытанных реставрационных систем представлены в **табл. 1**.

Для изготовления образцов использовали удаленные по показаниям зубы: резцы, клыки и премоляры. Каждый зуб монтировали самотвердеющей акриловой пластмассой в блок таким образом, чтобы поверхность пришеечной области дентина для соединения с испытуемыми материалами оставалась свободной и доступной обработке шлифованием (**рис. 1**). На субстрат дентина, подготовленный согласно инструкции (протравливание 37% гелем ортофосфорной кислоты, нанесение адгезива и его отверждение полимеризационной лампой), в области пришеечной части устанавливали цилиндрическую форму диаметром 3 мм и высотой 1,5 мм, которую заполняли испытуемым пломбирочным материалом (**см. рис. 1, б**), затем материал отверждали светом, соблюдая инструкцию, форму удаляли и готовый образец помещали в дистилли-

рованную воду в термостат температурой 37 ± 1 °C на 24 ч (**см. рис. 1, в**).

Для изготовления образцов экспериментальных реставрационных систем типа «сэндвич» на подготовленную согласно инструкции производителя материала поверхность дентина пришеечной области наносили композит текучей консистенции, после его отверждения — слой материала классической консистенции с последующим отверждением. В экспериментальной системе со стеклоиономерным цементом на поверхность дентина сначала наносили слой цемента Fuji 8, а затем — адгезив и слой композита.

Адгезионную прочность определяли методом сдвига пломбирочного материала в виде цилиндра относительно поверхности дентина на испытательной машине Zwick Roell Z 010 со скоростью движения траверсы 5 мм/мин согласно ГОСТ Р 51202-98 (п. 6.3); (**рис. 2**).

Адгезионную прочность $A_{\text{сдв}}$, МПа вычисляли по формуле:

$$A_{\text{сдв}} = \frac{F_{\text{сд}}}{S},$$

где $F_{\text{сд}}$ — предельная нагрузка, при которой происходит разрушение образца, Н; S — площадь поверхности, по которой происходит разрушение, мм².

Статистическую обработку результатов испытаний проводили по программе Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Результаты испытаний сведены в **табл. 2**. Анализ представленных в **табл. 2** результатов испытаний позволяет заключить, что стеклоиономерный цемент Fuji 8 имеет наиболее высокий показатель адгезионной прочности в соединении с дентином пришеечного участка зубов, что подтверждает данные литературы [9]. Это связано с тем, что дентин — гидратированная ткань зуба, его структура и свойства зависят от локализации. По-видимому, пришеечный участок дентина при взаимодействии с реставрационными материалами особенно чувствителен к их гидрофильности. Такой вывод подтверждается низким показателем адгезионной прочности, полученным для цемента Smartcem 2, который обладает, по данным изготовителя, повышенной гидрофобностью. Адгезионная прочность

Таблица 1. Реставрационные системы и их основные характеристики

Шифр реставрационной системы	Пломбирочный материал			Адгезив		
	наименование, фирма, страна	основные компоненты состава	дополнительные сведения	наименование, фирма, страна	основные компоненты состава	дополнительные сведения
Est SigQ	Estelite Sigma Quick («Toкууама Dental», Япония); светоотверждаемый рентгеноконтрастный композит клас-сической консистенции	82% по массе (71% по объему) крем-ний-циркониевого субмикронного наполнителя	Для реставрации передних и боковых зубов	Токууама Bond Force («Токууама Dental», Япония); самопротравливающий, одноэтапный, светоотверждаемый, вы-деляющий фтор	Содержит фос-фатные группы, БисГМА, ТЭГМА, НЕМА, камфорхинон, спирт, очищен-ную воду	Отверждение не менее 10 с
EstFlQ	Estelite Flow Quick («Токууама Dental», Япония; светоот-верждаемый рентгенокон-трастный композит текучей консистенции	Содержит 71% по массе (53% по объ-ему) субмикронного кремний-цир-кониевого и кремний-титанового наполнителя, средний размер части-цы — 0,3 мкм; органическая матрица содержит бисфенол А полиэтоксити-метакрилата, триэтиленгликоль ди-метакрилат и уретан диметакрилат.	Для реставрации всех классов полостей, включая объемные и нагруженные реставрации; ультракороткое время поли-меризации, 2 мм — 10 с; тик-сопротивность, среднетекучая консистенция.	Токууама Bond Force («Токууама Dental», Япония)	То же	То же
ДентЛ Кл	ДентЛайт («ВладМиВа», Рос-сия); микротрибидный свето-отверждаемый композит классической консистенции	Содержит Бис — ГМА, уретановые и другие олигомеры, модифицирован-ный тонкодисперсный неорганиче-ский наполнитель (около 80 мас. %) со специальным многоуровневым распределением по размерам частиц от 0,02 до 0,7 мкм	Отверждается светом в обла-сти длин волн 400—500 нм	«ДентЛайт» одно-компонентный светоотверждаемый адгезив («ВладМи-Ва», Россия)	Содержит мета-крилатные олиго-меры (НЕМА, UDMA), активато-ры полимериза-ции, стабилизато-ры и раствоори-тели	Смачивает дентин, легко проникает в дентинные каналы, возможна хими-ческая связь с тканя-ми зуба, с любыми светоотверждаемыми композитами
ДентЛ Фл	ДентЛайт флоу текучей кон-систенции («ВладМиВа», Россия)	Модифицированный полимерный связующий и тонкодисперсный на-полнитель; совместим со всеми све-тоотверждаемыми композитами и компомерами	Для прокладок; пломбиро-вания полостей V класса; реставрации небольших де-фектов эмали; герметизации фиссур	«Дент Лайт», адгезив («ВладМиВа», Рос-сия)	—	—
SMART	Smartsem 2 («Dentsply», Швейцария); двухкомпонент-ный фторсодержащий само-адгезивный самопротравли-вающий цемент двойного отверждения	Содержит уретан диметакрилат, ди-и три-метакрилатные олигомеры, фосфорсодержащий акрилат, барье-рое бор-фтор-алюмосиликатное стекло, пероксидный и фотоинициа-тор — камфорхинон (КХ), оксиды титана и железа, гидрофобный диок-сид кремния	Для постоянной фиксации металлических, металлокера-мических, композитных, ке-рамических зубных протезов, не требует дополнительных адгезивов, исключительно ги-дрофобен	—	—	—

См. продолжение табл. 1 на след. стр.

Таблица 1 (продолжение)

Шифр реставрационной системы	Пломбировочный материал				Адгезив	
	наименование, фирма, страна	основные компоненты состава	дополнительные сведения	наименование, фирма, страна	основные компоненты состава	дополнительные сведения
Fuji 8	Fuji 8 (GC, Япония); стеклоиономерный реставрационный материал	Стеклономер, модифицированный полимерами	Для фронтальной группы зубов, реставрации полостей III и V класса, время работы — 1 мин. 30 с; время отверждения — 2 мин. 10 с	—	—	—
ДентЛ Кл + Tok Bond Force адг	ДентЛайт («ВладМиВа», Россия)	—	—	Токуяма Bond Force («Токуяма Dental», Япония)	—	—
Сэндвич EstFl Q + Est SigQ	Estelite Flow Quick + Estelite Sigma Quick («Токуяма Dental», Япония)	—	—	Токуяма Bond Force («Токуяма Dental», Япония)	—	—
Сэндвич ДентЛ Фл + ДентЛ Кл	ДентЛайт флю («ВладМиВа», Россия); светоотверждаемый композит текучей консистенции + ДентЛайт классической консистенции	—	—	«ДентЛайт» адгезив	—	—
Сэндвич Fuji 8 + ДентЛ Кл	Fuji 8 (GC, Япония) + ДентЛайт («ВладМиВа», Россия); светоотверждаемый композит классической консистенции.	—	—	—	—	—
Сэндвич Fuji 8 + ДентЛ Фл	Fuji 8 (GC, Япония) + ДентЛайт флю («ВладМиВа», Россия); светоотверждаемый композит текучей консистенции	—	—	—	—	—

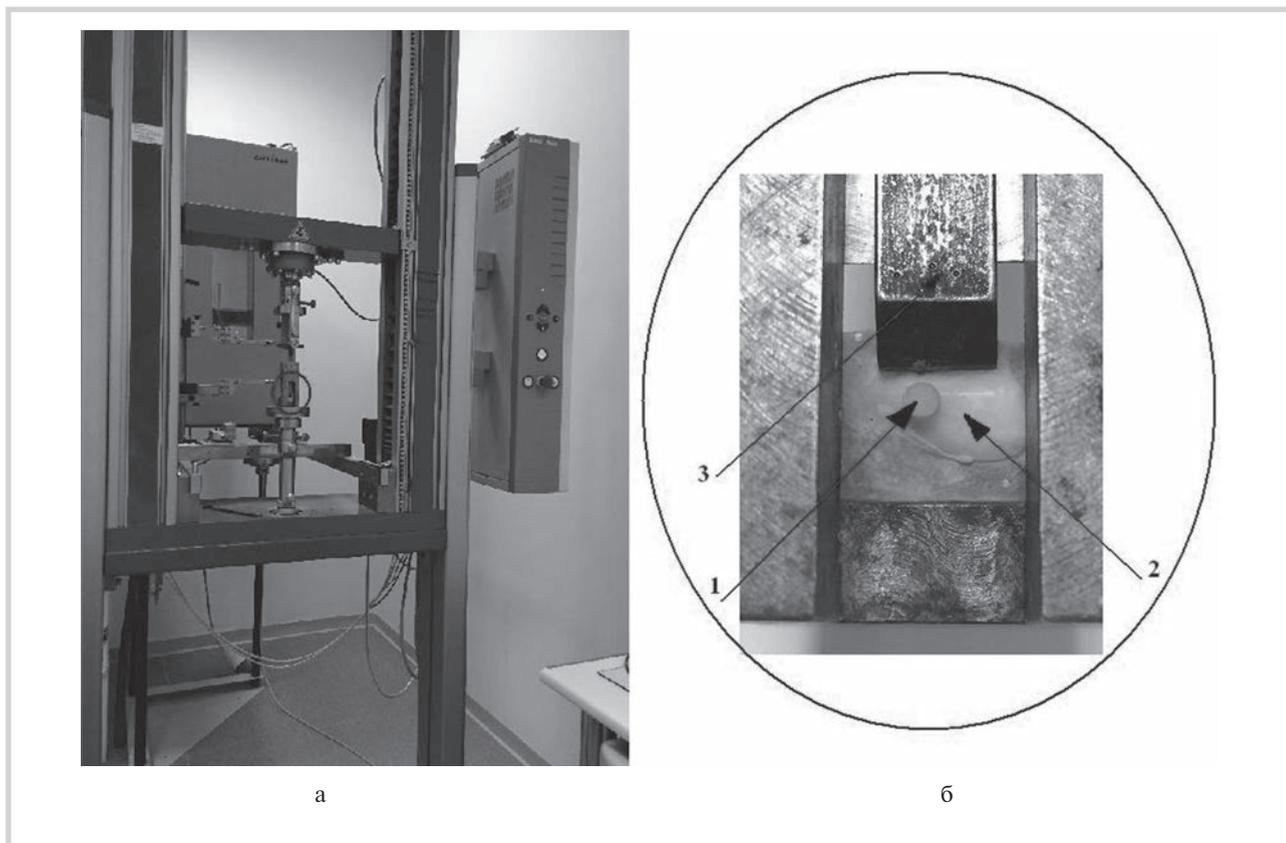


Рис. 2. Исследование на машине Zwick Roell Z 010 адгезионной прочности на сдвиг соединения реставрационных систем с дентином.

а — испытательная машина Zwick Roell Z 010 с устройством для испытания на сдвиг; б — положение образца при испытании: 1 — цилиндрический образец реставрационного композита, адгезионно соединенный с дентином; 2 — вестибулярная поверхность зуба; 3 — нож приспособления для испытания адгезионного соединения на сдвиг.

Таблица 2. Адгезионная прочность при сдвиге ($A_{сдв}$, МПа) в соединении реставрационных систем с дентином пришеечной области ($M \pm m$)

Шифр реставрационной системы (см. табл. 1)	Адгезионная прочность при сдвиге, МПа
Est SigQ	6,2±2,7
EstFl Q	3,7±2,4
ДентЛ Кл	7,4±3,9
ДентЛ Фл	4,6 ± 2,3
SMART	4,5±2,5
Fuji 8	10,3±4,0
ДентЛ Кл + Tok Bond Force адг	7,2±2,6
«Сэндвич»: EstFl Q + Est SigQ	5,6±1,9
«Сэндвич» ДентЛКл + ДентЛ Фл	5,1± 1,9
«Сэндвич» Fuji 8 + ДентЛ Кл	7,8±4,7
«Сэндвич» Fuji 8 + ДентЛ Фл	5,4±2,9

соединения материала ДентЛайт классической консистенции с дентином при замене адгезива ДентЛайт на адгезив Bond Force производства «Токуяма Дентал» не изменилась, что подтверждает рекомендацию изготовителей материала ДентЛайт, допускающую его применение с другими адгезивами.

Сравнение реставрационных материалов классической и текучей консистенции выявило преимущество материалов с более густой пломбирочной пастой. Такие результаты получены как для японского материала Estelite Quick, так и для материала российского производства

ДентЛайт. Адгезионная прочность в соединении с дентином Estelite Sigma Quick классической консистенции в среднем оказалась в 2 раза выше, чем материала этой же фирмы текучей консистенции ($p=0,06$). Подобное соотношение результатов было получено для аналогов этих материалов — ДентЛайт классической и текучей консистенции ($p=0,008$). Показатели адгезионной прочности на сдвиг экспериментальных вариантов реставрационной системы типа «сэндвич» заняли промежуточное положение (рис. 3). Вероятно, прочность и жесткость композита влияют на показатель адгезии при данных условиях испы-

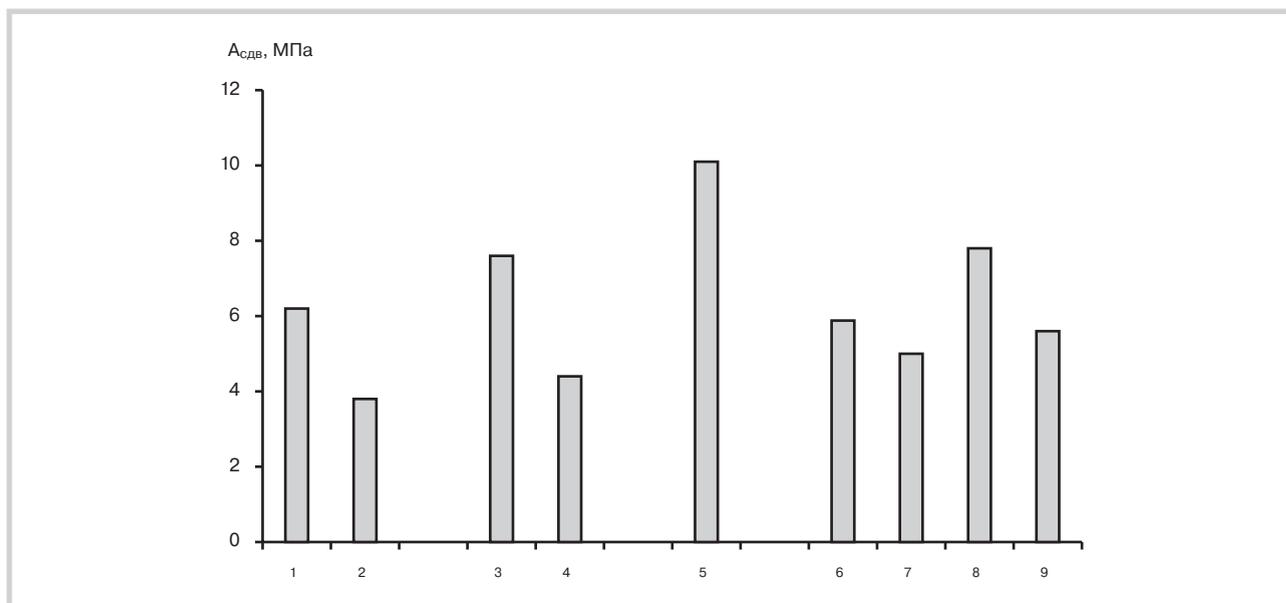


Рис. 3. Гистограмма значений адгезионной прочности на сдвиг в соединении с дентином реставрационных систем Estelite и ДентЛайт в зависимости от исходной консистенции паст и в сравнении с экспериментальными системами типа «сэндвич»:

1 — Estelite Sigma Quick; 2 — Estelite Flow Quick; 3 — ДентЛайт; 4 — ДентЛайт флоу; 5 — Fuji 8; 6 — Estelite Flow Quick + Estelite Sigma Quick; 7 — ДентЛайт флоу + ДентЛайт; 8 — Fuji 8 + ДентЛайт; 9 — Fuji 8 + ДентЛайт флоу.

тания соединений реставрационных материалов с пришеечным дентином. Следует также иметь в виду более высокую полимеризационную усадку материалов текучей консистенции, содержащих меньшее количество неорганических наполнителей. В технологической схеме «сэндвич» (сочетание стеклоиономерного цемента Fuji 8 с композитами ДентЛайт) адгезионная прочность в верхнем слое «сэндвича» композита текучей консистенции ниже, чем материала классической консистенции.

Полученные в испытаниях данные о более низкой адгезионной прочности реставрационных материалов текучей консистенции при их использовании в пришеечной области свидетельствуют о необходимости более детального изучения с привлечением метода ультразвуковой микроскопии характера прилегания материала к поверхности дентина, а также характера разрушения адгезионного соединения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барер Г., Воложин А., Гемонов В., Бычкова М., Гладкова О., Докторов А., Денисова И.А. *Комплексное экспериментальное исследование композитных материалов для реставрации зубов*. Cathedra — кафедра: Стоматологическое образование. 2006;5:3:28-32.
2. Боровский Е.В. *Кариес зубов: препарирование и пломбирование*. М.: Медицина; 2001;144.
3. Соловьева-Савярова Г.Е., Дрожжина В.А. *Эстрогены и некариозные поражения зубов*. СПб.: Издательство СЗГМУ им. И.И. Мечникова; 2012;140.
4. Соловьева-Савярова Г.Е., Дрожжина В.А., Силин А.В. «Некариозные поражения зубов, этиопатогенетический подход к их реконструкции». Материалы IX научно-практической конференции «Современные методы диагностики, лечения и профилактики стоматологических заболеваний. Эндодонтия и реставрации. СПб.: СПб ИНСТОМ; 2012;121.
5. Peumans M, Munck JDe, Van Landuyt KL, Kanumilli P, Yoshida Y, Inoue S, Lambrechts P, Meerbeek B. Van. Restoring cervical lesions with flexible composites. *Dent Mat.* 2007;23:6:749-754.
6. Peumans M, Kanumilli P, Munck JDe, Van Landuyt K, Lambrechts P, Meerbeek B. Van Clinical effectiveness of contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials. *Dent Mat.* 2005;21:9:864-881.
7. Heintze SD, Blunck U, Gohring TN, Rousson V. Marginal adaptation in vitro and clinical outcome of Class V restorations. *Dent Mat.* 2009;25:5:605-620.
8. Perdiga J. Dentin bonding — Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dental Materials.* 2010;26:2:24-37.
9. Grayson W, Marshall Jr, Sally J, Marshall John H. Kinney, Mehdi Balooch. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *Journal of Dentistry.* 1997;25:6:441-458.