

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ОБЩЕЙ СТОМАТОЛОГИИ

Г. Г. ЧИСТЯКОВА

СТЕКЛОИОНОМЕРНЫЕ ЦЕМЕНТЫ

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2010

УДК 616.314-089.27-74 (075.8)
ББК 56.6 я 73
Ч-68

Рекомендовано Научно-методическим советом университета
в качестве учебно-методического пособия 24.06.2009 г., протокол № 10.

Рецензенты: канд. мед. наук, доц. А. Г. Третьякович; канд. мед. наук, доц.
Н. А. Гресь

Чистякова, Г. Г.

Ч-68 Стеклоиономерные цементы : учеб.-метод. пособие / Г. Г. Чистякова. –
Минск : БГМУ, 2010. – 28 с.

ISBN 978–985–528–123–9.

В издании изложена информация о современных стеклоиономерных цементах, их систематизация и классификации. Подробно описаны свойства представителей различных групп, их преимущества и недостатки, механизмы взаимодействия с тканями зуба. Изложена методика применения различных групп современных стеклоиономерных цементов, показания к их использованию, приведены фирмы-производители, включены тесты. Представлены данные современной литературы, а также результаты исследований автора.

Предназначено для студентов всех курсов стоматологического факультета, клинических ординаторов.

УДК 616.314-089.27-74 (075.8)
ББК 56.6 я 73

ISBN 978-985-528-123-9

© Оформление. Белорусский государственный
медицинский университет, 2010

Введение

За двадцать лет использования стеклоиономерных цементов (СИЦ) был достигнут значительный прогресс в усовершенствовании их характеристик. В современной стоматологии они занимают достойное место благодаря уникальным своим свойствам: высокой биосовместимости с тканями зуба, химической адгезии, реминерализующему воздействию на дентин и эмаль, которое обеспечивает защиту от кариеса.

СИЦ имеют широкие показания к применению: неудовлетворительная гигиена полости рта, случаи, когда нужно обеспечить надлежащую технологию нанесения композиционного материала и невозможно технологически выполнить реставрацию композитом. При работе с детьми, как правило, сложно исключить попадание слюны в препарируемую полость, в этом случае предпочтительнее использовать СИЦ. Их применение для фиксации ортопедических и ортодонтических конструкций обеспечивает долгое удержание на естественных зубах.

СИЦ идеально подходят для минимального инвазивного и атравматического (ART) лечений. Материалы для постоянных пломб, в основном, раздражающе действуют на твердые ткани зуба и пульпу, поэтому при пломбировании кариозных полостей необходимо использовать прокладочные материалы. Особенно велика степень риска у людей с пониженной сопротивляемостью к кариозному процессу, и здесь отличные результаты лечения обеспечивают СИЦ.

С прогрессивным развитием стоматологического материаловедения разрабатываются и внедряются новые пломбировочные материалы, в последние годы количество СИЦ значительно увеличилось. В зависимости от ситуации, необходимы материалы с различными физико-механическими свойствами и клиническими характеристиками.

Любой пломбировочный материал наряду с положительными свойствами имеет и ряд недостатков, поэтому правильный выбор СИЦ в зависимости от его свойств позволит практическому врачу выбрать наиболее подходящий материал и получить наилучший результат в лечении зубов.

Учебно-методическое пособие включает классификацию и состав, стадии затвердевания, основные свойства, показания к применению и недостатки, механизмы затвердевания и клиническое использование СИЦ.

Краткая историческая справка

В начале 70-х гг. XX в. начались интенсивные поиски новых материалов для пломбирования зубов. Имевшиеся фосфатные и поликарбоксилатные цементы не соответствовали всем требованиям к современным материалам: в отношении физико-механических свойств имели низкую биологическую совместимость и адгезию к дентину и эмали. Рентгеноконтрастность и прозрачность также были недостаточны. В результате возникла идея создать компоненты порошка из молотого стекла и жидкости в виде поликарбоновых кислот. Реакция связывания у данных материалов оказалась такой же, как и у всех цементов, и проходила с образованием солей при соединении металлов и кислотных групп.

СИЦ — цемент, состоящий из стекла и кислотного компонента, затвердевающий посредством кислотно-основной реакции между ними.

Первые СИЦ разработали в 1969 г. английские ученые Wilson и Kent, промышленный образец «ASPA-IV» был выпущен в 1971 г. компанией «De Trey». На сегодняшний день СИЦ — единственная биологически активная группа пломбировочных материалов, и в этом заключается их уникальность и особое значение.

Состав стеклоиономерных цементов

СИЦ состоят из двух компонентов: стеклянного порошка и сополимерной кислоты. Для достижения тех или иных свойств материала можно использовать различные композиции стекла, а также значительное количество комбинаций поликислот для сополимеризации.

Порошок первых СИЦ состоял из диоксида кремния с алюминием в соотношении 2:1 и содержал около 23 % фтора.

В настоящее время порошок СИЦ представляет собой тонко измельченное кальций-фторалюмосиликатное стекло с большим количеством кальция и фтора и небольшим — натрия и фосфатов. Основными компонентами являются диоксид кремния (SiO_2), оксид алюминия (Al_2O_3) и фторидов кальция (CaF_2). В стекле также содержится немного фторидов натрия и алюминия, фосфатов кальция или алюминия (Na_3AlF_6 , AlPO_4 и др.). Непрозрачность многих цементов при рентгеновских лучах обеспечивается добавлением рентгеноконтрастного бариевого стекла или соединений металлов (в частности оксида цинка).

Значительное (> 40 %) содержание кварца (диоксида кремния) обеспечивает высокую степень прозрачности стекла, однако замедляет процесс схватывания цемента, удлиняет время его затвердевания и рабочее время,

несколько уменьшает прочность затвердевшего материала (при снижении соотношения алюминия и кремния).

Большое количество оксида алюминия делает материал непрозрачным, но повышает его прочность, кислотоустойчивость, уменьшает рабочее время и время затвердевания.

Соотношение $Al_2O_3-SiO_2$ отвечает за реакцию схватывания цемента: реакция с кислотой с выходом ионов начинается, если соотношение алюминий–кремний больше 2:1.

Соотношение ионов алюминия и кремния в СИЦ выше, чем у силикатных цементов, поскольку полиакриловая кислота и ее аналоги слабее фосфорной. Один из эффектов такого повышения — снижение рабочего времени. Поэтому важной проблемой при разработке СИЦ было недостаточное рабочее время при большой длительности затвердевания. Чтобы оно было оптимальным при неизменном времени затвердевания, разработали добавки определенной концентрации винной кислоты к порошку или жидкости.

Повышение количества фторида кальция в порошке снижает прозрачность материала, но обеспечивает его кариесстатические свойства за счет увеличения фтора. Наличие фторидов (в том числе фторидов натрия и алюминия) имеет значение для температуры плавления стекла, финальной прочности материала и его растворимости. Было установлено, что на обработку и механическую прочность также положительно влияет высокое содержание фторидов.

Среднее количество ионов фтора в традиционных СИЦ — 20–25 %.

Фосфат алюминия, как и его оксид, понижает прозрачность материала и повышает его прочность и механическую стабильность.

От стекла зависит также уровень высвобождения ионов и эстетические свойства материала (наличие пигментов, показатели отражения и преломления).

Порошок СИЦ готовится путем смешивания кварца и алюминия во фторидкриолитфосфаталюминии. Смесь сплавляется при температуре 1000–1300 °С и при охлаждении образует опалесцирующее стекло, которое измельчается до порошка. Размер его частиц зависит от назначения цемента: наибольший (40–50 мкм) — у восстановительных материалов, менее 20–25 мкм — у подкладочных и фиксирующих. Чем меньше частицы, тем быстрее схватывается цемент и тем выше его прочность.

В качестве полимера используются комбинации различных поликарбоновых кислот с разным молекулярным весом, формулами и конфигурациями. Для полимеризации обычно берутся три ненасыщенные карбоновые кислоты: акриловая, итаконовая и малеиновая. В СИЦ применяются именно эти кислоты потому, что их полимеры имеют наибольшее количество карбоксильных групп, за счет которых происходит сшивание

цепочек полимера и адгезия к твердым тканям зуба. Полималеиновая и полиитаконовая кислоты содержат в 2 раза больше карбоксильных групп, чем полиакриловая, кроме того, итаконовая кислота снижает вязкость жидкости и ингибирует загустевание вследствие образования межмолекулярных водородных связей.

Применяются сополимеры акриловой и итаконовой или акриловой и малеиновой кислот. Сополимер — это продукт полимеризации (сополимеризации) смеси двух различных мономеров.

Если для образования цепи берут мономер только одного вида, то получают так называемый гомополимер.

За счет повышения концентрации поликислоты можно уменьшить соотношение порошка и жидкости, что приведет к увеличению рабочего времени. С повышением концентрации полиакриловой кислоты снижается растворимость цемента и линейно растет прочность на сжатие и растяжение. Однако ограничивающим концентрацию фактором является консистенция цементной пасты, поскольку от концентрации кислоты и ее молекулярной массы зависит вязкость жидкости. Жидкость СИЦ обычно представляет собой 47,5%-ный (40–50 %) водный раствор сополимера акриловой и итаконовой или акриловой и малеиновой кислот. Но чаще других используется водный раствор (40–50 %) полиакриловой кислоты. Кислотные ингредиенты могут быть высушены замораживанием и добавлены непосредственно к порошку. В этом случае жидкостью для затворения является дистиллированная вода, а СИЦ называются водозатворимыми. Вода является не просто растворителем, а необходимым компонентом цемента, играющим важную роль в процессе его затвердевания, она является средой, в которой происходит ионообмен.

Механизм затвердевания. Затвердевание СИЦ обусловлено образованием сложной совмещенной матрицы, состоящей из силикатной и полиакрилатной матриц. Поскольку выделение различных ионов из стекла и формирование таким образом солевой матрицы по времени происходит неравномерно, процесс застывания цемента осуществляется поэтапно. Наиболее быстро выделяются ионы кальция, затем — алюминия, которые и участвуют в образовании солевой матрицы. Ионы натрия и фтора не принимают участия в реакции затвердевания, но сочетаются в процессе выделения фторида натрия.

Процесс затвердевания СИЦ изучали путем определения прочности при сжатии через заданные интервалы времени и структурных изменений соответствующих разрушенных образцов по данным ИК-спектроскопии и дифференциальной сканирующей калориметрии. В качестве эталона для сравнения использовали цемент на основе поликарбоксилата цинка. Прочность при сжатии СИЦ увеличивалась по мере старения. В разрушенных образцах при исследованиях через заданные интервалы обнаружены изме-

нения структуры матрицы и слоя на поверхности раздела, включающего силикагель, однако в поликарбоксилате цинка никаких существенных изменений обнаружено не было. Следовательно, увеличение прочности в процессе старения обусловлено изменениями структуры матрицы и/или слоя на поверхности раздела. Изменения структуры включают плотность поперечных связей, соотношение комплексов и ионов, соотношение содержания Al-РАА–Са-ЗАА, образование и созревание межповерхностного слоя, включающего силикагель.

Классификация стеклоиономерных цемента

По химическому составу и способу затвердевания СИЦ разделяются на следующие:

1. Традиционные (химические).
2. Полимерно-модифицированные (ПМ) гибридные:
 - светозатвердевающие;
 - самозатвердевающие.

По назначению СИЦ делятся на 3 типа:

- 1-й — фиксирующие (лютинговые) — для временных пломб и цементирования несъемных ортопедических конструкций.
- 2-й — реставрационные:
 - а) эстетические;
 - б) пакуемые;
 - в) упрочненные (керметы).
- 3-й — быстрозатвердевающие прокладочные материалы и герметики.

Выделяют СИЦ для пломбирования корневых каналов.

Основные особенности **фиксирующих СИЦ**:

- низкое соотношение порошка и жидкости (1:1);
- продолжительное рабочее время;
- минимальная толщина пленки материала (до 14 мкм);
- снижение при затвердевании рН к нейтральному.

К этому типу относятся: «Ketac-Cem» (3М ESPE), «Fuji I» (GC), «Аgua-Cem» (Dentsply), «Аgua Meron» (VOCO), «Meron» (VOCO), «Ionoscell» (Septodont), «Ionofix» (VOCO).

Реставрационные эстетические СИЦ характеризуются:

- более высоким соотношением порошка и жидкости (3:1);
- удовлетворительной прочностью, эстетикой (светостойкостью);
- низкой растворимостью.

К таким материалам химического затвердевания относятся: «Ketac-Fil Plus» (3М ESPE), «Chelon» (3М ESPE), «Fuji II» (GC), «ChemFil

Superior» (Dentsply), «Ionofil» (VOCO), «Agua Ionofil» (VOCO), «Glass-ionomer» (Heraeus Kulzer).

Пакуемые СИЦ появились недавно. В их составе изменен вид стекла, что позволило увеличить прочностные параметры.

Материалы данного типа характеризуются:

- высоким соотношением порошка и жидкости (3:1);
- удобством в работе, пакуемостью;
- повышенной прочностью;
- износоустойчивостью;
- быстротой затвердевания;
- устойчивостью к влаге;
- возможностью окончательного шлифования и полирования при первом посещении.

Такие СИЦ применяются для нагруженных реставраций, могут использоваться для замещения дентина при выполнении техники «сэндвич», создании баз под реставрацию.

К пакуемым СИЦ относятся: «Fuji IX GP» (GC), «Ketac-Molar» (3M ESPE), «ChemFlex» (Dentsply), «Ionofil Molar» (VOCO).

В порошок **упрочненных СИЦ (керметов)** добавлены металлические компоненты (около 17,5 % серебра по объему).

Выделяют 3 типа керметов:

- 1-й — смесь стекла и серебра (недостатки: отсутствие связи металла с матрицей цемента, прокрашивание твердых тканей зуба и, в некоторых случаях, десневого сосочка);
- 2-й — серебро инкорпорировано в стекло;
- 3-й — к серебру добавлен палладий, образующий хелатные соединения с полиакриловой кислотой (ПАК).

Упрочненные СИЦ обладают следующими свойствами:

- более короткое время затвердевания;
- повышенная прочность, устойчивость к истиранию;
- высокий коэффициент термического расширения.

К таким материалам относятся: «Chelon-Silver» (3M ESPE), «Ketac-Silver» (3M ESPE), «Miracle Mix» (GC), «Argion» (VOCO), «Argion Molar» (VOCO), «High-Dense» (Shofu), «Alpha Silver» (DMG).

Характеристика **быстрозатвердевающих СИЦ** зависит от соотношения порошка и жидкости (в зависимости от типа подкладки), которое варьируется от 1,5:1 до 4:1.

Свойства данных материалов следующие:

- более короткое рабочее время и время затвердевания;
- рентгеноконтрастность;
- идентичность эстетике дентина.

Быстрозатвердевающие СИЦ применяются в качестве изолирующих (лайнерных и базовых) подкладок для всех типов полостей.

К таким материалам химического затвердевания относятся: «Ketac-Bond» (3M ESPE), «Fuji III» (GC), «GC Lining Cement» (GC), «Ionobond» (VOCO), «Аgua Ionobond» (VOCO).

Реакция затвердевания традиционных стеклоиономерных цементов

Реакция затвердевания состоит из трех стадий:

- 1. Растворение** (гидратация, выделение, выщелачивание ионов).
- 2. Загустевание** (первичное гелеобразование, начальное, нестабильное затвердевание).
- 3. Затвердевание** (дегидратация, созревание, окончательное затвердевание).

Во время **стадии растворения** перешедшая в раствор кислота реагирует с поверхностным слоем стеклянных частичек с экстрагированием из него ионов алюминия, кальция, натрия и фтора, после чего на поверхности частичек остается только силикагель (он образуется из оксида кремния при воздействии кислоты, как и при затвердевании силикатного цемента). Протоны (водородные ионы) диссоциированной поликарбоновой кислоты диффундируют в стекло и обеспечивают выход катионов металлов, которые стремятся по законам электростатического взаимодействия к анионным молекулам полимерной кислоты. Окончательно процесс экстрагирования ионов завершается спустя 24 ч после начала (хотя материал, в основном, затвердевает через 3–6 мин в зависимости от состава, не достигая своих окончательных физических и механических свойств). Процесс диссоциации происходит только при наличии воды (присутствующей как растворитель поликислоты или той, на которой замешивается цемент). Под воздействием кислоты декомпозируется около 20–30 % стеклянных частиц.

Стадия загустевания длится около 7 мин. Начальное затвердевание обеспечивается путем быстрого сшивания молекул поликислот ионами кальция. Сшивание имеет преимущественно донорно-акцепторную природу. При этом поликарбоновая кислота выступает донором, а металлы — акцептором протонов. Ионы кальция двухвалентны, более многочисленны и поэтому более готовы к реакции с карбоксильными группами кислоты, чем трехвалентные ионы алюминия. Однако эффективность связывания ионами кальция молекул поликислоты недостаточно высока, поскольку двухвалентные ионы могут хелатировать карбоксильные группы одной и той же полимерной цепочки, а не двух разных. Кроме того, на ранних стадиях затвердевания кальциево-полиакриловые цепочки легко растворяются в воде. Избыток влаги на этой стадии приводит к потере (вымыванию)

ионов алюминия, что снижает возможность дальнейшего поперечно-пространственного сшивания молекул кислоты. С потерей воды усложняется процесс экстрагирования ионов, поэтому полноценно реакция до конца не проходит. В обоих случаях (при избытке и недостатке влаги) материал становится более слабым, не достигая оптимальной прочности из-за невозможности образования максимального количества поперечных и пространственных связей.

Высокая сшивающая способность кальция при наличии в водном растворе полиакриловой кислоты достаточного количества его ионов может вызвать затвердевание в течение 15 с, и только постепенное, медленное выщелачивание иона из сплавленных со стеклом кальциевых соединений увеличивает рабочее время цемента.

Таким образом, начинается превращение поликислотных молекул в гель. На этой стадии рН цемента начинает заметно возрастать.

Стадия затвердевания может длиться до 7 дней (считается, что связывание цепей поликислот ионами кальция продолжается в среднем около 3 ч, ионами алюминия — 48 ч). Она обеспечивается, в основном, сшиванием цепей поликислот ионами алюминия (рис. 1). Требуется около 30 мин для высвобождения достаточного для реакции количества ионов алюминия, они и формируют финальную прочность материала, образуя поперечные связи молекул кислоты. Трехвалентная природа ионов алюминия обеспечивает более высокую степень поперечного связывания и создание пространственной структуры полимера.

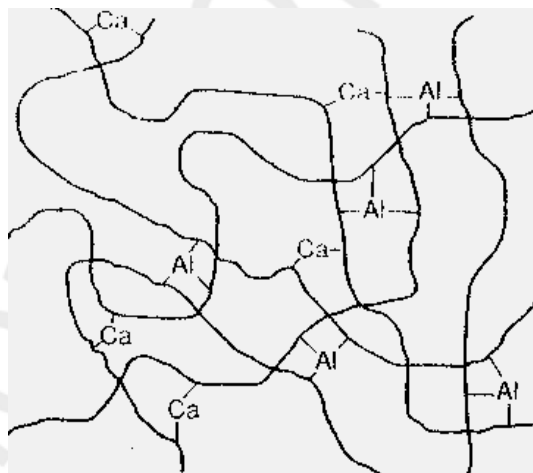
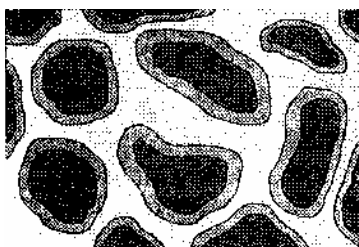


Рис. 1. Стадия затвердевания СИЦ

Однако есть данные о том, что кальциевые и алюминиевые цепочки могут разрываться и перестраиваться на протяжении всего периода существования реставрации.

На этой же стадии завершается образование силикагеля на поверхности стеклянных частичек. При образовании силикагеля, окружающего частички непрореагировавшего стекла, выделяется вода. После этого материал становится нечувствительным к влаге.

Окончательная структура затвердевшего цемента представляет собой стеклянные частицы, каждая из которых окружена силикагелем и расположена в матрице из поперечно-связанных молекул поликислот (полиакрилата металла) (рис. 2). Межфазный слой силикагеля играет роль связующего, образуя соединение с поверхностью непрореагировавшей частицы и с матрицей, за счет чего повышается прочность материала. Приблизительно 11–24 % затвердевшего цемента составляет вода, которую можно подразделить на «свободносвязанную», легко теряемую при дегидратации, и «жесткосвязанную», или стабильную, которая является неотъемлемой частью реакции затвердевания и структуры затвердевшего цемента.



- — алюмосиликатное стекло
- ▒ — силикагель
- — поперечно-связанные цепи поликислот

Рис. 2. Структура затвердевшего СИЦ

Ионы фтора и фосфатов образуют нерастворимые соли, а также комплексы, которые играют важную роль в переносе ионов и их взаимодействии с полиакриловой кислотой.

Термин «стеклоиономерный цемент» происходит от названия компонентов затвердевшего цемента: частиц фторалюмосиликатного стекла и так называемого иономера — полимера, связанного ионами металлов.

Основные свойства стеклоиономерных цемента

Химическая адгезия к дентину, эмали и цементу без кислотного протравливания обеспечивается двумя механизмами. Первый из них основан на том, что карбоксилатные группы макромолекулы полиакриловой кислоты способны образовывать хелатные соединения с кальцием, в частности, с кальцием гидроксиапатита дентина и эмали. Адгезия к минеральной части твердых тканей зуба начинается в момент его контакта с замешанным СИЦ. Ионы фосфата вытесняются из апатитов карбоксильными

группами, которые связывают ионы кальция, чтобы сохранить электрическую нейтральность. Эти соединения образуются в результате диффузии. Таким образом, полиакрилатные ионы реагируют со структурой апатита, перемещая кальциевые и фосфатные ионы и создавая промежуточный слой миакрилатных, фосфатных и кальциевых ионов или связываясь непосредственно с кальцием апатита.

Второй предположительный механизм связи основан на средстве поликарбоновых кислот к азоту белковых молекул, в частности, коллагена, что проявляется абсорбцией полиакриловой кислоты на коллагене дентина. Связывание с коллагеном заключается в создании между группами поликислот и его молекулами мостиков водородными ионами или ионами металла. Сила этого сцепления до сих пор точно не определена, сам механизм связи окончательно не доказан. Таким образом, связь с дентином может состоять из ионной связи с апатитом структуры дентина и, возможно, связи водородного типа с коллагеном.

Однако сила сцепления СИЦ с твердыми тканями зуба не достаточно большая. Согласно различным источникам, она может достигать 2–7 МПа, что значительно меньше сил напряжения, развивающегося вследствие усадки композиционного материала, сил связи с тканями зуба адгезивных систем 4–5-го поколений и тем более внутри самого дентина. Относительно высокая вязкость традиционных цементов практически исключает возможность их фиксации к эмали и дентину за счет микроретенции. Таким образом, химическая связь материала с тканью зуба имеет значение не столько для прочности соединения, сколько для его плотности, обеспечивая непроницаемость контакта цемент–ткань зуба для влаги. СИЦ образует химическую связь с тканями зуба даже в присутствии смазанного слоя. Но наиболее сильная связь образуется после специальной подготовки зубов, заключающейся в удалении загрязнений. Первоначально для этой цели использовали лимонную кислоту низкой концентрации или перекись водорода, которые частично удаляли смазанный слой из кариозных полостей. Оптимальным кондиционированием (подготовкой) оказалась обработка 10%-ным раствором полиакриловой кислоты в течение 10–15 с. Такая обработка, кроме очистки, способствует переактивации ионов кальция, преобладающих в смазанном слое, которые затем при контакте с СИЦ быстрее и легче вступают в реакцию. Длительное (>20 с) воздействие полиакриловой кислоты на твердые ткани зуба может вызвать открытие дентинных канальцев и деминерализацию более глубоких слоев дентина. Последнее может привести к существенному снижению химической адгезии цемента за счет уменьшения содержания кальция, обеспечивающего эту связь. Открытые дентинные канальцы способны стать причиной постпломбировочной гиперчувствительности. Поэтому время кондиционирования не должно превышать 15–20 с.

Поскольку полиакриловая кислота входит в состав СИЦ, недостаточно тщательное ее промывание после кондиционирования не влияет отрицательно на процесс затвердевания материала.

Связь стеклоиономера с эмалью сильнее, чем с дентином (с последним обычно в пределах 1–3 МПа), что, вероятно, можно объяснить более высоким содержанием ионов кальция в эмали.

Химическая адгезия к большинству материалов, используемых для реставрационных работ (композитам, амальгамам, материалам, содержащим эвгенол, азоту, платине, оксидированной фольге, нержавеющей стали, олову, золотому сплаву), объясняется способностью СИЦ образовывать хелатные и водородные связи с различными субстратами.

Фторзависимый кариесстатический эффект основан на двух явлениях, происходящих во время и после затвердевания СИЦ: выделении фтора и образовании слоя фторсодержащих апатитов на границе между материалом пломбы и тканями зуба.

Выделение ионов фтора начинается в первой фазе (фазе растворения) после смешивания порошка и жидкости цемента при растворении поверхности фторсодержащих частичек порошка и длится в течение всего времени экстрагирования ионов, достигая максимума через 24–48 ч и резко снижаясь спустя 24–72 ч. В этот период создается «резерв» фторида, который будет выделяться в снижающихся количествах после затвердевания цемента в течение 1 мес. и затем — на очень низком уровне в течение 1–6–12 мес. Выделяться фтор также может частично путем диффузии через поры и трещины в материале. Считается, что этот элемент диссоциирует в ткани зуба и выделяется в ротовую жидкость, оказывая кариесстатический и антибактериальный эффект. Есть данные, что фтор из СИЦ в течение нескольких месяцев диффундирует в дентин на глубину 25–50 мкм. Диффузия фтора усиливает минерализацию окружающих твердых тканей зуба, уменьшает проницаемость дентина, реминерализует начальные кариозные повреждения и останавливает или замедляет оставшийся кариозный процесс. Твердая ткань зуба под цементом оказывается более плотной, гиперминерализованной. Хотя механизм этого процесса до конца не выяснен, возможно, в нем, кроме фтора, играют роль также кальций и кремний.

Свободное движение ионов фтора обусловлено тем, что они структурно не связаны с матрицей цемента. Ионы фтора способны к миграции соответственно градиенту концентрации в направлении от пломбы в полость рта, которое может изменяться в случае их высокой концентрации в среде полости рта, например, при профилактическом применении других фтористых соединений. Есть данные о способности СИЦ к адсорбции ионов фтора — насыщению ими при контакте с фторсодержащими материалами, в частности, с зубными пастами, гелями, растворами для полосканий

и аппликаций. Это явление получило название «батарейного», подзаряжающего эффекта СИЦ. Поступившие ионы фтора, связавшиеся с полимерной матрицей материала, медленно высвобождаются в полость рта.

Антибактериальные свойства СИЦ обусловлены действием выделяющегося фтора. Доказано, что поверхность пломб из СИЦ имеет меньше бактерий, чем из цинкфосфатных и цинкполикарбонатных цемента.

СИЦ обладают довольно высокой биосовместимостью. Неоднократно проводимые тесты с культурой ткани указывали на более слабую реакцию клеток на СИЦ, чем на цинкооксидэвгенольный материал или цинкполикарбонатный цемент. Однако существуют исследования, свидетельствующие о значительном разрушении клеток при тестах с их культурой, а также некрозе пульпы, задержке образования нерегулярного вторичного (третичного) дентина при накладывании цемента на дно глубоких кариозных полостей. Это может быть связано с раздражением пульпы ионами водорода вследствие низкого начального значения pH (0,9–1,6) сразу после замешивания материала. Именно поэтому свежеприготовленный цемент обладает высокой цитотоксичностью, но этот эффект снижается параллельно с затвердеванием материала. Сама по себе полиакриловая кислота не может диффундировать в дентин из-за высокой молекулярной массы.

Еще одним аспектом влияния СИЦ на пульпу является его гидрофильность. Сразу после внесения материала в полость высокая концентрация кислоты и свободных ионов может привести к усиленному движению жидкости из пульпы к цементу. Это чревато развитием гиперчувствительности пульпы, а при пересушивании дентина и изменении соотношения порошок–жидкость в сторону порошка — ее сильной дегидратацией. Однако соблюдение всех необходимых требований при работе с СИЦ практически устраняет риск описанных осложнений.

Биосовместимость СИЦ позволяет применять их без прокладки или в качестве подкладочного материала, но из-за возможности раздражения пульпы вследствие начальной высокой кислотности необходимо использовать кальцийсодержащие подкладки при глубоких полостях в сочетании с острым течением кариозного процесса.

Коэффициент термического расширения СИЦ наиболее близкий к таковому тканей зуба по сравнению с другими стоматологическими пломбировочными материалами. Это предотвращает растрескивание пломбированных зубов или нарушение краевого прилегания пломб при изменениях температуры в полости рта.

Теплопроводность СИЦ также наиболее близка к теплопроводности дентина.

Выделение тепла в процессе затвердевания СИЦ незначительно, что исключает неблагоприятное термическое влияние на пульпу.

Прочность СИЦ на сжатие самая высокая среди всех реставрационных цементов и приближается по значению к таковой композитных материалов. Это свойство стеклоиономеров позволяет применять их в качестве основы под композитный материал при использовании «сэндвич»-техники, предъявляющей высокие прочностные требования к базисному материалу. Прочность на сжатие восстановительного СИЦ повышается в период времени от 24 ч до 1 года в среднем со 160 до 280 МПа (в отличие от цинкполикарбосилатных цементов) за счет инкорпорации ионов в матрицу и образования в ней перекрестных связей. Прочность нарастает быстрее, если в ранний период цемент изолирован от влаги.

Объемная **усадка** СИЦ составляет 1,0–3,6 % (согласно другим данным — 3–4 %) по истечении 30 с после их наложения и 2,8–7,1 % — спустя 24 ч. Ее сила равна 40 % силы усадки, возникающей во время полимеризации композитных материалов, что обеспечивает возможность компенсации до определенной степени этой силы при одновременном применении с композиционными материалами в технике «сэндвич».

Поглощение воды, а также ионный обмен между пломбой и тканями зуба частично или полностью компенсируют присущую стеклоиономерам усадку при затвердевании, сорбция воды отвечает за стабильность размеров пломб. Вода абсорбируется цементом при высокой относительной влажности (85 % и более) или в присутствии самой воды, что принуждает его расширяться. Усадка наблюдается, если цемент пересушивается, что происходит в среде с относительной влажностью меньше 80 %.

Высокая **растворимость** в воде — недостаток многих цементов, в том числе силикатных. СИЦ не являются исключением. Растворимость материала зависит от цементной композиции, используемой клинической техники и среды полости рта. Растворение незаполимеризованного цемента может продолжаться до полного затвердевания материала в течение 24 ч. Это объясняет необходимость временно защищать поверхность цемента водонепроницаемым слоем. Такая защита должна действовать по крайней мере 1 ч — до достижения уровня экстрагирования ионов, позволяющего цементу оптимально затвердевать.

Для предохранения от излишней влаги и пересушивания используются лаки, эффективные из них — низковязкие светозатвердевающие. В качестве лаков можно применять адгезивы от композиционных материалов, не содержащие спирт и ацетон.

Растворимость также снижается за счет повышения соотношения порошок–жидкость. Минимизировать размывание цемента можно путем строгого следования клинической технике использования материала.

Потеря материала из-за растворения в жидкости полости рта прекращается через несколько дней после окончательного затвердевания цемента, и дальнейшая убыль зависит уже от среды полости рта — от ки-

слотных атак и стирания. Кислотные атаки реализуются, в основном, в местах скопления зубной бляшки, микрофлора которой продуцирует кислоты. Преимуществом СИЦ перед другими цементами является наиболее низкая растворимость в кислотах.

Однако очень низкий уровень рН может повлечь за собой растворение матрицы СИЦ, разрушение пломбы, начинающееся с поверхности. Применение (особенно регулярное) подкисленных растворов с уровнем рН, приближающемся к 3, при фтористой профилактике способствует образованию полостей в матрице материала. Поэтому при фтористой профилактике у лиц с пломбами из СИЦ целесообразно использовать соединения с уровнем рН, приближающемся к 7.

Устойчивость к механическому истиранию у СИЦ низкая (особенно в первые дни), что ограничивает их применение на участках с большими нагрузками. По этой же причине, в дополнение к высокой хрупкости, данный материал, в основном, не может быть использован в качестве долгосрочного, постоянного пломбировочного материала (только в полостях III и V классов по Блэку).

В исследованиях стираемости СИЦ при комбинированном воздействии кислоты и абразии было обнаружено, что меньшую абразию и эрозию демонстрируют цементы на основе полиакриловой, а не полималеиновой кислоты. Однако данный тест не проводился в клинике.

Эстетические свойства. *Цвет* СИЦ обусловлен видом стекла и добавками цветных пигментов (типа оксида железа или угля). Цветовые характеристики этих материалов, как и композиционных, вполне удовлетворительны и могут быть близкими к таковым тканей зубов, немного отличаясь от них по яркости и насыщенности.

Для СИЦ основной эстетической проблемой составляет не цвет, а неудовлетворительная *прозрачность*, значительно уступающая прозрачности композитных материалов. Нередко СИЦ выглядят тусклыми и неестественными, что и ограничивает их использование в качестве восстановительного материала для лечения пришеечных дефектов и небольших полостей III класса.

По прозрачности СИЦ ближе к дентину, чем к эмали. Прозрачность со временем изменяется, достигая соответствующей степени через несколько дней.

Быстрозатвердевающие стеклоиономеры достигают соответствующей прозрачности почти сразу. Она может незначительно измениться через несколько дней, однако это не будет сильно выражено.

Опаковость (свойство, противоположное прозрачности) ранних вариантов СИЦ составляла 0,39–0,85, современных — 0,4 (эмали — 0,35, дентина — 0,70). В некоторых случаях хорошая opakовость цементов бывает полезной для маскировки пятен или других образований интенсивно-

го окрашивания. Однако обычно именно это свойство значительно затрудняет устранение оптической границы между материалом и тканями зуба.

Таким образом, до сих пор проблематичным является создание эстетически приемлемого СИЦ: материалы с относительно удовлетворительными оптическими данными имеют худшие характеристики затвердевания.

Однако положительное свойство СИЦ — более низкая, чем у силикатных цементов и композитов, восприимчивость к окрашиванию, что объясняется лучшей вязью между матриксом и стеклом по сравнению с таковой между наполнителем и смолой у композита.

Проблемой СИЦ является недостаточная полируемость, не позволяющая обеспечить качество поверхности пломбы как у естественного зуба.

Механизмы затвердевания стеклоиономерных цементов

Химические СИЦ затвердевают за счет кислотно-основной реакции.

У самозатвердевающих ПМ СИЦ два механизма:

- кислотно-основная реакция;
- реакция химической активации катализаторами (перекись бензоила и аминный ускоритель).

У светозатвердевающих ПМ СИЦ:

- фотоиницируемая реакция полимеризации метакрилатных групп полимера и НЕМА;
- кислотно-основная реакция между полиакриловой кислотой и фторалюмосиликатным стеклом.

Особенностью гибридной стеклоиономерной системы «Vitremer» (3М ESPE) являются три механизма затвердевания: кислотно-основная реакция, полимеризации под влиянием света фотоинициатора и «темной полимеризации» активации реакции катализаторами, расположенными в микрокапсулах (стеклоиономерная, фотополимеризующая, химическая). Благодаря трем механизмам полимеризации, материал можно вводить в полость зуба единой порцией.

Новой группой являются **фотоактивируемые самозатвердевающие СИЦ**. Это традиционные СИЦ, где кислотно-основная реакция ускоряется путем добавления красного пигмента, инициируемого светом. Этот принцип реализован только в одном материале: «Fuji VII» (GC).

Такие СИЦ применяются как материалы для герметизации фиссур, защиты обнаженной поверхности корня (розовый цвет имитирует десну) и как временные пломбировочные цементы.

Показания к применению стеклоиономерных цементов

Показаниями к применению СИЦ являются:

1. Кариозные полости III и V классов в постоянных зубах, включая полости, распространяющиеся на дентин корня. Низкий модуль эластичности СИЦ компенсирует напряжение в пришеечной области, а отсутствие больших нагрузок делает возможным использование этих материалов в постоянных зубах.

2. Кариозные полости всех классов в молочных зубах.

3. Некариозные поражения зубов пришеечной локализации (эрозии, клиновидные дефекты).

4. Кариес корня зуба.

5. Отсроченное лечение постоянных зубов. Чаще всего подобная процедура сочетается с эндодонтическим лечением.

6. Лечение кариеса зубов с использованием ART-методики, предложенной Тасо Pilot.

7. Туннельная техника лечения кариеса. Это нешироко применяющаяся техника, описанная еще в 1963 г. (Jinks).

8. Фиксация вкладок, накладок, коронок, мостовидных протезов, ортодонтических аппаратов.

9. Внутриканальная фиксация штифтовых конструкций.

10. В качестве подкладочного материала под постоянные пломбы.

11. Использование в методике открытого и закрытого «сэндвича».

12. Реконструкции культи зуба при сильно разрушенной коронке перед протезированием, изготовление коронково-корневых вкладок.

13. Пломбирование корневых каналов гуттаперчевыми штифтами.

Использовать СИЦ предпочтительнее:

- при низкой гигиене полости рта;
- множественном или вторичном кариесе зубов, быстротекущем кариесе;

- поражении твердых тканей зубов ниже уровня десны;

- лечении детей;

- некариозных поражениях;

- восстановлении зубов, которые ранее лечили резорцин-формалиновым методом;

- невозможности технически выполнить реставрацию композитами (высокое слюноотделение, труднодоступные полости третьих моляров, кровотечение при маргинальном периодонтите);

- в гериатрической практике.

Недостатки химических стеклоинономерных цементов

При всех своих положительных качествах традиционные СИЦ сложны в работе, они обладают рядом недостатков:

- высокая вязкость, низкая пластичность;
- ранняя чувствительность к преждевременному попаданию влаги и пересушиванию;
- короткое время работы, быстрое схватывание;
- недостаточная прочность (нельзя применять на участках с высокой жевательной нагрузкой);
- низкая сопротивляемость к абразии и пористости, что приводит к плохой полировке поверхности;
- длительная окончательная реакция затвердевания (24–48 часов);
- высокая начальная кислотность;
- недостаточная химическая стойкость.

Полимерно-модифицированные стеклоинономерные цементы

Появление полимерно-модифицированных светозатвердевающих гибридных СИЦ (первый — «Vitrebond» — получили в 1993 г.) ознаменовало коренные изменения в стеклоинономерной технологии.

По назначению ПМ СИЦ бывают:

- подкладочные;
- реставрационные;
- фиксирующие.

Подкладочные ПМ СИЦ: «Vitrebond» (3M ESPE), «Ionoseal» (VOCO), «Аgua Cení» (VOCO), «Vivaglass Liner» (Vivadent), «Fuji Lining LC» (GC), «Photac-Bond» (3M ESPE), «Variglass» (Dentsply).

Восстановительные: «Vitremer» (3M ESPE), «Photac-Fil Quick» (3M ESPE), «Fuji II LC» (GC), «Fuji IX LC» (GC).

Фиксирующие: «RelyX Luting» (3M ESPE), «Vitremer SC» (3M ESPE), «Fuji Plus» (GC), «Edvans» (Dentsply).

Кислотно-основная реакция в ПМ СИЦ протекает по классической схеме, а композитная составляющая защищает цемент сразу после затвердевания как от потери несвязанной воды, так и от избыточного водопоглощения.

В связи с добавлением в состав ПМ СИЦ органической матрицы изменяются свойства материала, для которого характерны:

- меньшая начальная кислотность материала;
- регулируемое рабочее время;

- высокая адгезия к тканям зуба за счет двойного механизма связи;
- повышенная прочность благодаря двойному механизму затвердевания, приобретаемая сразу после полимеризации;
- меньшая усадка (до 4 %), постполимеризационный стресс в 2 раза меньший чем у композитов за счет низкого модуля упругости;
- большая устойчивость к сжатию и диаметральному растяжению;
- слабая чувствительность к пересушиванию и избытку влаги;
- пролонгированное выделение фтора;
- возможность немедленной обработки после полимеризации;
- улучшенная эстетика.

Необходимо, однако, отметить, что в определенном смысле ПМ СИЦ вступают в противоречие с философией стеклоиономеров, т. к. содержат мономер, который, во-первых, обладает определенной токсичностью, а во-вторых, может приводить к развитию аллергических реакций.

Светозатвердевающие ПМ СИЦ широко распространены сегодня, но имеют ряд недостатков. Они допускают проникновение света только на определенную глубину. Следовательно, необходима техника послойного нанесения, толщина слоя должна быть не более 2 мм. На эти материалы нельзя фиксировать внутриканальные штифтовые конструкции, т. к. все СИЦ имеют в своем составе элементы с метакрилатными группами, и при отсутствии света метакрилаты останутся в значительной мере незатвердевшими.

Стеклоиономерные цементы для пломбирования корневых каналов

Для obturation корневых каналов в Европе с 1975 г., в США с 1977 г. получили широкое применение СИЦ, не потерявшие актуальности в настоящее время. Они сочетают в себе свойства силикатных и полимерных фиксирующих материалов. Для СИЦ характерна хорошая адгезия (химическая связь) к дентину корня зуба и к гуттаперчевым штифтам, длительное бактериостатическое действие, отсутствие раздражающего действия на ткани периодонта, незначительная растворимость, а также продолжительное выделение фторидов после затвердевания. Корневая пломба из СИЦ характеризуется стабильностью и долговечностью, что обеспечивает надежную obturation канала. Исследователи отмечают хорошие результаты при лечении хронических периодонтитов, перфораций корня зуба, пострезекционных состояний. Материалами данной группы являются «Ketac Endo» [3M/ESPE], «Endion» [VOCO], «Endo Jen» [Jendental], «Стиодент» [ВладМиВа]. Один из их недостатков — малое рабочее время.

В Белорусском государственном технологическом университете на кафедре химической технологии вяжущих материалов совместно с кафед-

рой общей стоматологии Белорусского государственного медицинского университета разработан новый СИЦ для пломбирования корневых каналов — «Эндосил», который изготавливает ОАО ГИАП (г. Гродно). Материал состоит из полиакриловой кислоты, выполняющей функцию связующего агента, и нескольких порошкообразных веществ — наполнителей. К их числу относится биоактивная керамика «Кафам» (термообработанный гидроксипатит), а также тонкодисперсное силикофосфатное стекло. Кальций-фосфатная керамика «Кафам» повышает биосовместимость материала с корневым дентином и тканями периодонта, снижает усадку, улучшает пластические свойства гидроксида алюминия. Полиакриловая и винная кислоты регулируют рабочее время и pH среды. Фтор оказывает длительное бактерицидное и фунгицидное действие на грибы рода *Candida*. Кроме того, в состав порошка «Эндосил» входит ряд специальных добавок, обеспечивающих необходимые физико-химические и механические свойства материала. Для получения цементного теста используется дистиллированная вода, смешиваемая с порошком в соотношении 1:2,2.

«Эндосил» имеет высокую рентгеноконтрастность и адгезионную связь с корневым дентином, обеспечивает плотное прилегание гуттаперчевых штифтов к стенкам канала и надежную герметичность пломбирования, связывает воедино гуттаперчевые штифты, заполняет дополнительные каналы, способствует реминерализации и заживлению периапикальных тканей, он стабилен (не рассасывается), биосовместим с тканями периодонта, прост в обращении. В отличие от своих аналогов, СИЦ обладает более длительным рабочим временем (7–10 мин) и временем полного затвердевания (30–40 мин).

Клиническое применение стеклоиономерных цемента

Основной причиной неудач в работе с СИЦ является нарушение технологии их использования, что несомненно влияет на качество выполненных реставраций. Применение СИЦ должно проводиться строго согласно инструкции к материалу. При наличии кондиционера первым этапом работы будет кондиционирование. Такая обработка позволяет удалить смазанный слой, оставив при этом частично запечатанные каналы. Использование сильных кислот приведет к деминерализации твердых тканей зуба, уменьшению эффективности ионообмена и снижению адгезии материала с подлежащими тканями.

Соотношение порошок–жидкость оказывает большое влияние на физические свойства СИЦ. Материал должен быть дозирован с помощью специальных устройств — капсул, мерников, оптимальное замешивание проводится только в миксере. Правильно приготовленная цементная смесь

для фиксации имеет текучую консистенцию и стекает со шпателя густой каплей. Для прокладок необходима более вязкая консистенция (после прикосновения к смеси зондом и поднятия его материал вытягивается на 1–2 мм). Для получения полноценной адгезии очень важно нанести замешанный материал на дно полости, не допустив при этом появления пор, раковин. Для этого СИЦ в полости необходимо тщательно конденсировать. С этой целью используется такой прием как уплотнение штопфером, смоченным водой или припудренным порошком, либо увлажненным аппликатором-микробраш. В случае применения капсул ситуация проще, поскольку сама капсула играет роль канюли. Для пломбирования кариозных полостей нужен материал тестообразной консистенции с глянцевой поверхностью. При подготовке зубов для цементирования или пломбирования СИЦ необходимо помнить о том, что дентин должен быть влажным. Несоблюдение этого приведет к его гиперчувствительности. Нельзя забывать, что СИЦ характеризуются быстрой дегидратацией, поэтому, непосредственно после их внесения в полость, показано покрытие лаком или адгезивами без светозатвердевания.

Предварительную обработку пломб проводят в первое посещение пациента без струйно-водяного охлаждения, удаляя излишки материала по направлению от пломбы к зубу, после чего снова покрывают лаком. Окончательная влажная полировка осуществляется через 24 ч. Поверхность пломб ПМ СИЦ обрабатывают в первое посещение пациента. При работе с СИЦ предпочтительнее использовать матрицы (лавсановые, мягкие металлические), которые позволяют получить оптимальную чистоту поверхности пломбы и свести к минимуму ее обработку.

Тесты

1. Состав СИЦ:

- а) порошок;
- б) жидкость;
- в) гель;
- г) паста.

2. Порошок СИЦ — это:

- а) кальций-фторалюмосиликатное стекло;
- б) натрий-фторалюмосиликатное стекло;
- в) фторфосфатное стекло.

3. Жидкость СИЦ — это:

- а) раствор полиакриловой кислоты;
- б) раствор винной кислоты;
- в) раствор ортофосфорной кислоты;
- г) дистиллированная вода.

4. Положительные свойства СИЦ:

- а) химическая адгезия;
- б) коэффициент термического расширения близок к таковому твердых тканей зуба;
- в) выделение фторидов;
- г) высокая прочность.

5. Недостатки традиционных СИЦ:

- а) чувствительность к влаге на ранних стадиях отверждения;
- б) чувствительность к пересушиванию;
- в) короткое время работы, быстрое схватывание;
- г) механическая нестойкость.

6. СИЦ по способу отверждения:

- а) химические;
- б) светоотверждаемые;
- в) фотоотверждаемые;
- г) двойного отверждения.

7. Положительные свойства ПМ СИЦ:

- а) меньшая начальная кислотность материала;
- б) регулируемое рабочее время;
- в) высокая адгезия к тканям зуба;
- г) повышенная прочность;
- д) меньшая усадка (до 4 %);
- е) меньшая чувствительность к пересушиванию и избытку влаги;
- ж) пролонгированное выделение фтора;
- з) возможность немедленной обработки после полимеризации;
- и) улучшенная эстетика.

8. Использовать СИЦ предпочтительнее:

- а) при низкой гигиене полости рта;
- б) множественном или вторичном кариесе зубов, быстротекущем кариесе;
- в) поражении твердых тканей зубов ниже уровня десны;
- г) лечении детей;
- д) некариозных поражениях;
- е) в гериатрической практике.

9. Показания к применению СИЦ:

- а) кариозные полости III и V классов в постоянных зубах;
- б) кариозные полости всех классов в молочных зубах;
- в) некариозные поражения зубов пришеечной локализации (эрозии, клиновидные дефекты);
- г) кариес корня зуба;
- д) отсроченное лечение постоянных зубов;
- е) лечение кариеса зубов с использованием ART-методики;

ж) фиксация вкладок, накладок, коронок, мостовидных протезов, ортодонтических аппаратов;

з) внутриканальная фиксация штифтовых конструкций;

и) в качестве подкладочного материала под постоянные пломбы;

к) пломбирование корневых каналов гуттаперчевыми штифтами.

10. Механизм затвердевания химических СИЦ:

а) кислотно-основная реакция;

б) реакция химической активации катализаторами;

в) фотоиницируемая реакция полимеризации метакрилатных групп полимера и НЕМА.

11. Механизмы затвердевания самозатвердевающих ПМ СИЦ:

а) кислотно-основная реакция;

б) реакция химической активации катализаторами;

в) фотоиницируемая реакция полимеризации метакрилатных групп полимера и НЕМА;

г) все перечисленное.

12. Механизмы затвердевания светозатвердевающих ПМ СИЦ:

а) кислотно-основная реакция;

б) реакция химической активации катализаторами;

в) фотоиницируемая реакция полимеризации метакрилатных групп полимера и НЕМА;

г) все перечисленное.

13. Механизмы затвердевания гибридной стеклоиономерной системы «Vitremet»:

а) кислотно-основная реакция;

б) реакция химической активации катализаторами;

в) фотоиницируемая реакция полимеризации метакрилатных групп полимера и НЕМА;

г) все перечисленное.

14. СИЦ по назначению:

а) подкладочные;

б) для постоянных пломб;

в) для фиксации ортопедических и ортодонтических конструкций;

г) для пломбирования корневых каналов.

15. Процент усадки СИЦ через 24 ч:

а) 4;

б) 5;

в) 7;

г) 10.

16. Особенности работы с СИЦ химического затвердевания:

а) строгое соблюдение пропорции порошок–жидкость;

б) покрытие пломбы лаком после ее постановки;

в) выполнение рекомендаций изготовителя по технике замешивания цемента;

г) кондиционирование отпрепарированной полости зуба;

д) окончательная обработка пломбы в первое посещение.

17. Особенности работы с ПМ СИЦ:

а) строгое соблюдение пропорции порошок-жидкость;

б) покрытие пломбы лаком после ее постановки;

в) выполнение рекомендаций изготовителя по технике замешивания цемента;

г) кондиционирование отпрепарированной полости зуба;

д) окончательная обработка пломбы в первое посещение.

18. СИЦ, используемые при «сэндвич»-технике:

а) традиционные, химически;

б) ПМ светозатвердевающие;

в) ПМ самозатвердевающие;

г) все перечисленные.

19. Типы химических СИЦ по назначению:

а) фиксирующие (лютинговые);

б) реставрационные;

в) прокладочные;

г) все перечисленное.

20. Традиционные реставрационные СИЦ бывают:

а) эстетические;

б) пакуемые;

в) упрочненные (керметы);

г) все перечисленное.

21. Реакция затвердевания традиционных СИЦ:

а) растворение (гидратация);

б) загустевание (первичное гелеобразование);

в) затвердевание (дегидратация);

г) все перечисленное.

22. Традиционные реставрационные СИЦ, используемые при «сэндвич»-технике:

а) эстетические;

б) пакуемые;

в) упрочненные (керметы);

г) все перечисленное.

Литература

1. *Биденко, Н. В.* Стеклоиономерные материалы / Н. В. Биденко. Минск : Книга плюс, 2003. 144 с.
2. *Рыбаков, А. И.* Материаловедение в стоматологии / А. И. Рыбаков. Минск : Медицина, 1984. 424 с.
3. *Макаров, К. А.* Сополимеры в стоматологии / К. А. Макаров, М. З. Штейн-гарт. М. : Медицина, 1982. С. 247.
4. *Мороз, Б. Т.* Современные пломбировочные материалы и особенности их применения в клинической практике / Б. Т. Мороз, Т. С. Дворникова. СПб. : МЕДИ издательство, 2005. С.17–38.
5. *Absorption* fluoride ions of glassionomer cements : analysis of surface / A. J. Jones [et al.] // *Biomaterials*. 2003. № 1. P. 107–119.
6. *Hanting, C.* Chemistry of hot-setting of glassionomer cement / C. Hanting, L. Hanxing, Z. Guoging // *Wuhan. J. Univ. Tehnol. Mater. Sci. Ed.* 2005. № 4. P. 110–112.
7. *Crackfirmness* glassionomer cements of work-hardened by a fiberglass / P. Lack Sana Sombool [et al.] // *Mater. Sci.* 2002. №1. P.101–108.
8. *Dispersive* surface properties of glassionomer cements determined by inverse gas chromatography/ E. Andrezejewska [et al.] // *Appl. Surface Sci.* 2005. № 1–4. P. 135–140.
9. *Hadley, P. C.* Influencing of onevalency ions in glassionomer cements on their absorption and subsequent selection / P. C. Hadley , R. W. Billington, G. J. Pearson // *Biomaterials*. 1999. № 9. P. 891–897.
10. *Hirasawa Michico.* Powdery glass for a glassionomer cement / Hirasawa Michico Kato Shinichi, Takuno Makoto // *Biomaterials*. 2004. № 18. P. 131–142.
11. *Mount, G. J.* Современный рынок стеклоиономерных цемента / G. J. Mount // *Новое в стоматологии*. 2003. № 2. С. 73–76.
12. *Raimond van Duinen.* Последние достижения в области стеклоиономеров и их клиническое применение / Raimond van Duinen // *Маэстро*. 2000. № 3. С. 7–16.
13. *Receipt* of new glasses for application in stomatology from polymeric precursor / Bertolini Marcio Jose [et al.] // *J. Non-Cryst. Solids*. 2004. № 3. P. 170–175.
14. *Williams, J. A.* A glassionomer cement is the source of soluble fluoride / J. A. Williams, R. W. Billington, G. J. Pearson // *Biomaterials*. 2002. № 10. P. 2191–2200.
15. *Williams, J. A.* Comparison of selection of ions from a glassionomer cement as the functions of method of introduction of ions of additions / J. A. Williams, R. W. Billington, G. J. Pearson // *Biomaterials*. 1999. № 6. P. 589–594.

Оглавление

Введение	3
Краткая историческая справка.....	4
Состав стеклоиономерных цементав.....	4
Классификация стеклоиономерных цементав	7
Реакция затвердевания традиционных стеклоиономерных цементав.....	9
Основные свойства стеклоиономерных цементав.....	11
Механизмы затвердевания стеклоиономерных цементав	17
Показания к применению стеклоиономерных цементав	18
Недостатки химических стеклоиономерных цементав	19
Полимерно-модифицированные стеклоиономерные цементы.....	19
Стеклоиономерные цементы для пломбирования корневых каналов	20
Клиническое применение стеклоиономерных цементав.....	21
Тесты	22
Литература.....	26

Учебное издание

Чистякова Галина Геннадьевна

СТЕКЛОИОНОМЕРНЫЕ ЦЕМЕНТЫ

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск Н. М. Полонейчик

Редактор О. В. Лавникович

Компьютерная вёрстка В. С. Римошевского

Подписано в печать 25.06.09. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».

Печать офсетная. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л.1,63. Уч.-изд. л. 1,34. Тираж 150 экз. Заказ 88.

Издатель и полиграфическое исполнение:

учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет».

ЛИ № 02330/0494330 от 16.03.2009.

ЛП № 02330/0150484 от 25.02.2009.

Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.