Содержание

Предисловие к изданию на русском языке 7
Предисловие к изданию на английском языке 9
Благодарность 10
Список сокращений 11

1. Современная классификация биокерамических материалов в клинической эндодонтии 12
1.1. Введение 12
1.2. Классификация гидравлических цементов 13
1.3. Биокерамика и гидравлические кальцийсиликатные цементы 16
1.4. Представление в клинической практике 16
1.5. Заключение 17
Литература 17

2. Характеристика и свойства биокерамических материалов, применяемых при эндодонтическом лечении 20
2.1. Введение 20
2.2. Корональное применение 20
2.3. Внутрикорневое (интрарадикулярное) использование 24
2.4. Внекорневое (экстрарадикулярное) использование 27
2.5. Заключение 29
Литература 29

3. Биокерамические материалы для сохранения жизнеспособности пульпы 37
3.1. Введение 37
3.2. Воспаление пульпы и ее заживление 39
3.3. Покрытие пульпы и биоматериалы 41
3.4. Описание поэтапного проведения процедуры 42
3.5. Применение методики покрытия пульпы зуба и «биопродуктов» для стимуляции регенерации 47
3.6. Краткосрочные и долгосрочные перспективы развития биоматериалов 48
3.7. Заключение 48
Литература 49

4. Применение биокерамических материалов в регенеративной эндодонтии 51
4.1. Регенерация пульпы 51
4.2. Регенерация или репарация 53
4.3. Клиническое применение 54
4.4. Ограничения 56

4.5. Использование гидравлических кальцийсиликатных цементов для ревитализации 56
4.6. Взаимодействие гидравлических трикальцийсиликатов с тканевыми жидкостями 59
4.7. Механические свойства гидравлических кальцийсиликатных цементов при ревитализации 60
4.8. Окрашивание зубов 60
4.9. Заключение 61
Литература 61

5. Биокерамические материалы для обтурации корневых каналов 67
5.1. Введение 67
5.2. Текучие гидравлические кальцийсиликатные материалы для обтурации 68
5.3. Покрытые биокерамикой гуттаперчевые штифты для обтурации корневых каналов 75
5.4. Методы введения силера 76
5.5. Техники обтурации корневых каналов 78
5.6. Заключение 88
Литература 88

6. Биокерамические материалы для лечения эндодонтических осложнений 94
6.1. Введение 94
6.2. Материалы, используемые для лечения эндодонтических осложнений 94
6.3. Биокерамические материалы для временного пломбирования корневых каналов 99
6.4. Апексификация 100
6.5. Лечение перфорации 106
6.6. Репарация резорбтивных дефектов 116
6.7. Хирургическая эндодонтия 119
6.8. Заключение 122
Литература 122

7. Биокерамические материалы в детской стоматологии 130
7.1. Введение 130
7.2. Эндодонтическое лечение молочных моляров 131
7.3. Глубокие кариозные поражения в незрелых постоянных первых молярах 140
7.4. Пульпотомия в травмированных незрелых зубах 141
7.5. Заключение 145
Литература 147

1. Современная классификация биокерамических материалов в клинической эндодонтии

Жозетт Камиллери (Josette Camilleri)

1.1. Введение

За последние несколько десятилетий в эндодонтии произошло много изменений. Наиболее важные из них — внедрение лечения под увеличением и усиленным освещением, что позволило улучшить визуализацию; использование ультразвука и применение минерального триоксидного агрегата (МТА) для различных эндодонтических процедур.

До сих пор продолжаются споры о значимости использования МТА в клинической эндодонтии и причинах популярности этого материала. МТА — это рентгеноконтрастный портландцемент, материал, запатентованный для использования в клинической стоматологии специально для ретроградного пломбирования корневых каналов и закрытия перфораций [1–4]. Основное преимущество внедрения МТА для этих процедур дают гидравлические свойства портландцемента. Этот материал хорошо изучен в строительной промышленности, и установлено, что в присутствии воды его физические свойства улучшаются [5–7]. Другая особенность портландцемента, обеспечивающая его успех в эндодонтическом лечении, — реакция гидратации. При смешивании портландцемента с водой его компоненты три- и дикальцийсиликат и трикальцийалюминат вступают в реакцию гидратации с образованием гидрата силиката кальция и гидроксида кальция в реакции с силикатом, эттрингита и моносульфата при взаимодействии с алюминатом в присутствии сульфата кальция, который добавляет в цемент производитель. Образование гидроксида кальция делает использование портландцемента многогранным, поскольку его можно использовать во всех процедурах, в которых применяют гидроксид кальция, в том числе для витальной терапии пульпы. В связи с этим можно отметить наиболее важные особенности МТА — его специфический химический состав, гидратацию и гидравлические свойства. Было предложено классифицировать МТА как гидравлический кальцийсиликатный цемент (ГКСЦ) [8], поскольку это учитывает как его специфический химический состав, так и гидравлические свойства, делающие его совершенно уникальным в эндодонтии. Со времени истечения срока действия патентных ограничений в клиническую практику было введено несколько материалов с аналогичным химическим составом. Эти материалы и номенклатура будут обсуждаться ниже.

1.2. Классификация гидравлических цементов

Гидравлические цементы, доступные в клинической практике, больше не представляют простые смеси портландцемента и рентгеноконтрастного оксида висмута, смешанного с водой. Были внесены значительные изменения в состав материалов, вследствие чего возникла необходимость в их классификации [9]. Гидравлические цементы могут быть классифицированы по способу применения. Эта классификация приведена в табл. 1.1 [9]; она весьма полезна для клиницистов, поскольку позволяет ориентироваться, для какой области эндодонтии был разработан тот или иной материал и каким стандартам соответствует.

Таблица 1.1. Классификация гидравлических цементов, основанная на их специфическом применении в эндодонтии [9]

Расположение	Специфическое применение
Внутрикорональное	Материалы для покрытия пульпы Цементы для регенеративной эндодонтии
Внутрикорневое	Силеры для пломбирования корневых каналов Цементы для создания апикального барьера Цементы для закрытия перфораций
Внекорневое	Материалы для ретроградного пломбирования Цементы для закрытия перфораций

Более надежная классификация основана на химическом составе материала [9]. Оригинальная рецептура МТА была основана на рентгеноконтрастном портландцементе, смешанном с водой. На рис. 1.1 показаны различные компоненты таких систем, и это может помочь в классификации материалов на основе их химического состава. Основные четыре компонента гидравлических цементных систем представлены цементом, рентгеноконтрастным веществом, вспомогательным веществом и добавками. Вариации этих компонентов создают различные типы гидравлических цементов.

На сегодняшний день существует пять типов ГКСЦ, как показано в табл. 1.2. Различные типы цементов были созданы для конкретных целей, чтобы преодолеть недостатки формулы оригинального МТА. В основу подразделов классификации положено различие между типами портландцемента и синтетическими цементами, к которым относятся материалы на основе трикальцийсиликата. По рентгеноконтрастному веществу цементы не классифицируют, поскольку оно не изменяет в значительной степени химический состав цемента, хоть и влияет на определенные характеристики материала. Другие подразделы классификаций основаны на наличии или отсутствии добавок, а также на том, смешиваются ли материалы с водой

или поставляются в суспензии, которая затем взаимодействует с жидкостью окружающей среды для отверждения. Эта классификация подробно описана в недавней публикации [9].

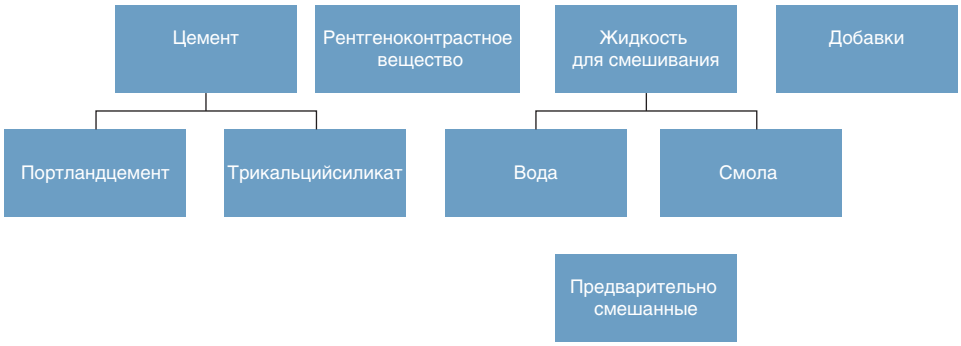


Рис. 1.1. Схематическое изображение гидравлических цементов, применяемых в клинической практике, отражающее основные компоненты разных типов материалов

Таблица 1.2. Классификация гидравлических цементов, основанная на их химическом составе

Тип	Цемент	Рентгеноконтрастное вещество	Добавки	Вода
1	Портландцемент	✓/X	X	✓
2	Портландцемент	✓	✓	✓
3	Портландцемент	✓	✓	X
4	Трикальций/дикальций силикат	✓	✓	✓
5	Трикальций/дикальций силикат	✓	✓	X

Тип 1 включает в себя все материалы на основе портландцемента, которые могут быть или не быть рентгеноконтрастными, не содержат добавок и смешиваются с водой. Типичный материал MTA типа 1 — ProRoot MTA (Dentsply, Tulsa, OK, USA). Рентгенопрозрачный (нерентгеноконтрастный) портландцемент, представляющий цемент медицинского назначения (Medcem, Vienna, Austria), также относится к цементу типа 1. Большинство других марок имеют добавки, поэтому классифицируются как цемент типа 2. К таким добавкам относится оксид кальция, как в материале MTA Angelus (Angelus, Londrina, Brazil), который ускоряет процесс высвобождения гидроксида кальция [10]; гидроксиапатит, как в материале Bio MTA+,

Cerkamed (Cerkamed, Stalowa Wola, Poland), который повышает биоактивность материала; карбонат кальция в качестве наполнителя и хлорид кальция в качестве ускоряющей добавки в материале MM-MTA (Coltene Micro-Mega, Besancon, France), которые улучшают механические характеристики и время отверждения цементов [11].

В цементах типа 3 в качестве компонента для отверждения используют не воду, а альтернативную среду. К таким цементам относится Endoseal (Gangwon-do, South Korea) и аналогичные предварительно смешанные материалы. Отверждение цементов этого типа осуществляется за счет впитывания жидкости из окружающей среды. MTA Fillapex в основном состоит из салицилатной смолы, а TheraCal имеет легко отверждаемую гидрофильную полимерную матрицу, поэтому остается спорным вопрос, могут ли эти материалы быть классифицированы как гидравлические цементы.

Материалы типа 4 (Biodentine, Septodont, Saint-Maur-des-Fosses, France; BioAggregate, BioCeramix inc., Vancouver, Canada) и типа 5 (TotalFill, FKG, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) основаны на трикальцийсиликате. Материалы типа 4 смешивают с водой, в то время как материал типа 5 относится к предварительно смешанным материалам. Термин «предварительно смешанный» некорректен, так как отсутствует ингредиент, необходимый для гидратации. Чтобы быть предварительно смешанными, материалы должны включать набор компонентов, затвердению которых препятствуют блокаторы гидратации, что не относится к материалам типа 5.

Основной целью внедрения материалов на основе трикальцийсиликата было устранение портландцемента. Использование альтернативных портландцементу материалов связано с наличием в портландцементе алюминия и таких микроэлементов, как хром, мышьяк и свинец. Использование трикальцийсиликата в качестве альтернативы портландцементу было запатентовано компанией BioCeramix Inc. (Vancouver, Canada); формула гидравлического цемента без алюминия упоминается в их патентной заявке 7553362 в 2006 г. [12]. Оригинальной формулой цемента был материал Bioaggregate (BioCeramix Inc., Vancouver, Canada), который включает порошок для замешивания, соответственно, он относится к цементу типа 4. Позже отчеты указывали на миграцию и потенциальную токсичность алюминия с обнаружением его следов в сыворотке крови в экспериментах на моделях животных [13], он также вызывает окислительный стресс в головном мозге [14].

Еще одна проблема, связанная с использованием цементов на основе портландцемента, — содержание микроэлементов в концентрациях, превышающих стандарт ISO для цементов на водной основе [15]. Стандартом контролируются только концентрации кислотоэкстрагируемого мышьяка для цинкфосфатных и поликарбоксилатных цементов, а также свинца, как для вышеупомянутых цементов, так и для стеклоиономерных цементов. Кроме того, было установлено, что повышено содержание хрома.

Хотя содержание кислотноэкстрагируемого мышьяка и свинца было выше нормы ISO [16–18], причем некоторые марки показали уровни выше, чем другие [19–22], выщелачивание показало лишь минимальное количество тяжелых элементов [18, 23]. Что касается алюминия, то в экспериментах на животных следы тяжелых металлов были обнаружены в мозге и почках [24], что вызывает беспокойство.

Помимо замены портландцемента, как в патентах BioCeramix Inc. [25, 26], так и в патентах Septodont [27, 28], указано использование добавок для улучшения свойств материала. В патентах BioCeramix Inc. [12, 25, 26] добавлен одноосновный фосфат кальция, в то время как в патентах Septodont [27, 28] свойства цемента модифицированы добавлением карбоната кальция, водорастворимого полимера и хлорида кальция. В обоих типах материалов рентгеноконтрастная добавка представлена не оксидом висмута, а другим веществом.

Предварительно смешанные версии материалов BioCeramix Inc. были запатентованы позже [29]. Эти материалы в настоящее время продаются под названиями EndoSequence BC (Brasseler Savannah AU, USA), TotalFill (FKG, La Chauxde-Fonds, Switzerland) и iRoot (BioCeramix Inc., Vancouver, Canada). Хотя они продаются под разными брендами, это одни и те же материалы.

1.3. Биокерамика и гидравлические кальцийсиликатные цементы

Существует некоторая путаница в том, какие материалы можно отнести к биокерамике (bioceramics — BC). BC — это более широкое определение всех ГКСЦ. Однако в первой статье, в которой упоминается BC в эндодонтии, говорится о BioAggregate (BioCeramix Inc, Vancouver, Canada) [30]. Патент также определяет это изобретение как BC [12], и этот термин четко описывает новый тип материала на основе трикальцийсиликата, что указывает на изменение типа цемента и отсутствие алюминия в его составе. Первые работы, описывающие клиническое применение BC, рассматривают те же типы материалов [31, 32]. Таким образом, можно сделать вывод, что новая терминология была создана для того, чтобы отличать цементы на основе трикальцийсиликата от цементов на основе портландцемента, отмечая большую чистоту и биологическую активность BC.

1.4. Представление в клинической практике

Помимо того что гидравлические цементы на основе силиката кальция демонстрируют различные химические свойства, они также представлены в различных формах, как показано на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Описание типов гидравлических кальцийсиликатных цементов, применяемых в клинической практике: (а) ProRoot MTA — порошок, смешиваемый с жидкостью; (б) MM-MTA в капсуле и пистолете; (в) Biodentine также в капсуле, но без пистолета или шприца; (г) MTA Flow, в состав которого также входит порошок и жидкость, но есть шприц для облегчения введения материала; (д) TotalFill BC в виде предварительно смешанного материала в шприцах

Это позволяет улучшить способы замешивания материалов и методы их применения в клинической практике.

1.5. Заключение

Биокерамические материалы в эндодонтии — это материалы, состоящие из цемента на основе трикальцийсиликата, синтезированного из химических веществ лабораторного класса и не имеющего в составе алюминия. Биокерамические материалы классифицируются как ГКСЦ типа 4 и 5 и имеют специфический химический состав и свойства.

Литература

1. Torabinejad M., White J.D. Tooth filling material and method of use. Patent number: 5415547; 1993.
2. Torabinejad M., White J.D. Tooth filling material and method of use. Patent number: 5769638; 1995.
3. Primus C. Dental material. Publication number: 20030159618; 2002.
4. Primus C. Dental material. Patent number: 7892342; 2009.
5. Taylor H.F.W. Cement chemistry. London : Thomas Telford, 1997. P. 113–225.