

Обзор современных материалов для лечения гиперемии пульпы

Адамчик А.А., Кирш К.Д., Иващенко В.А., Запорожская-Абрамова Е.С.
Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

Резюме:

Введение. Лечение воспаления пульпы занимает важное место среди актуальных проблем современной стоматологии. Депульпированные зубы в ряде случаев становятся очагами инфекции. Они являются также одной из причин одонтогенной инфекции челюстно-лицевой области. В связи с этим очень важно использовать консервативные методы лечения для устранения воспалительного процесса в пульпе зуба и сохранения витальности зуба.

Цель. Собрать и систематизировать представленную в научных статьях информацию о современных аспектах патогенеза и консервативного лечения гиперемии пульпы, оценить влияние и воздействие биоактивных материалов на ткани пульпы.

Материалы и методы. Проведен поиск литературных источников в базе данных: PubMed, dissercat.com, elibrary.ru, cyberleninka.ru, по ключевым словам, «кариес», «гиперемия пульпы», «пульпит», «биоактивные материалы» с выбором типов статей «Clinical Trial», «Meta-Analysis», «Review», «Systematic Review».

Результаты. После анализа обзора литературы, получено представление о патогенезе пульпы при различных стадиях воспаления, критерии её клинической оценки морфологического состояния, патофизиологических и цитологических процессах пульпы при воздействии биоактивными материалами. Представлена современная классификация и обзор биоактивных материалов, используемых при лечении гиперемии пульпы.

Выводы. При изучении литературы о морфологии и патофизиологии пульпы, о её резервных возможностях регенерационного плана было выяснено, что воспалительный характер в пульпе зуба носит обратимый характер. Для этого необходимы современные лечебные материалы, вызывающие обратное развитие воспаления в пульпе зуба. Консервативный метод лечения гиперемии пульпы предусматривает использование материалов, восстанавливающих структурные и функциональные свойства пульпы, т.е. сохраняющих её витальность. В данной обзорной статье представлен обзор материалов, используемых при консервативном методе лечения гиперемии пульпы по данным российской и зарубежной литературы.

Ключевые слова: глубокий кариес, гиперемия пульпы, патогенез воспаления пульпы, лечение, биоактивные материалы.

Статья поступила: 22.04.2023; **исправлена:** 30.05.2023; **принята:** 08.06.2023.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Адамчик А.А., Кирш К.Д., Иващенко В.А., Запорожская-Абрамова Е.С. Обзор современных материалов для лечения гиперемии пульпы. Эндодонтия today. 2023; 21(2):124-132. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-2-124-132.

Review of modern materials for the treatment of pulpal hyperemia

Anatoly A. Adamchik, Kseniya D. Kirsh, Viktoria A. Ivashchenko, Ekaterina S. Zaporozhskaya-Abramova.
Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

Abstract:

Background. The treatment of pulp inflammation takes an important place among modern dentistry problems. Depulped teeth in some cases become chronic source of infection. They could also cause an odontogenic infection of the maxillofacial region. In this regard, it is important to use conservative methods of treatment to eliminate the inflammatory process in the dental pulp and preserve the vitality of the tooth.

Aim. The aim of this study is to collect and systematize the information about modern aspects of the conservative treatment of pulp hyperemia that is presented in scientific articles and to study the effects and impacts of bioactive materials on pulp tissues.

Materials and methods. A search was made for literature sources in the database: PubMed, dissercat.com, elibrary.ru, cyberleninka.ru using the keywords «caries», «pulp hyperemia», «pulpitis», «bioactive materials» with a choice of article types «Clinical Trial», «Meta-Analysis», «Review», «Systematic Review».

Results. After analyzing the literature review, an idea was obtained about the pathogenesis of the pulp at various stages of inflammation, criteria for its clinical assessment of the morphological state, pathophysiological and cytological processes

of the pulp when exposed to bioactive materials. A modern classification and review of bioactive materials used in the treatment of pulp hyperemia is presented.

Conclusions. Studying the literature on the morphology and pathophysiology of the pulp, on its reserve possibilities of the regeneration plan, it was found that the inflammation in the dental pulp is reversible. This requires modern therapeutic materials that cause the reverse development of inflammation in the dental pulp. A conservative method of treating pulp hyperemia involves using materials that restore the structural and functional properties of the pulp, so preserve its vitality. This review article provides an overview of the materials used in the conservative treatment of pulp hyperemia according to Russian and foreign literature.

Keywords: deep caries, pulp hyperemia, pulp inflammation pathogenesis, treatment, bioactive materials.

Received: 22.04.2023; **revised:** 30.05.2023; **accepted:** 08.06.2023.

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

Acknowledgments: there are no funding and individual acknowledgments to declare.

For citation: Anatoly A. Adamchik, Kseniya D. Kirsh, Viktoria A. Ivashchenko, Ekaterina S. Zaporozhskaya-Abramova. Review of modern materials for the treatment of pulpal hyperemia. *Endodontics today*. 2023; 21(2):124-132. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-2-124-132.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из текущих дилемм среди научных исследователей является терминология, используемая для описания необратимого пульпита. Состояние пульпы во время лечения не может быть полностью объяснено симптомами, которые сообщают пациенты.

Пульпа может быть некротизирована в месте воздействия, однако ткани пульпы в корневых каналах могут быть обратимо воспалены [1]. На основании этого факта в зарубежной литературе одной из рекомендаций является использования термина «частичный необратимый» пульпит вместо «необратимый пульпит», чтобы обеспечить лучшее определение состояния пульпы во время проведения витальной терапии пульпы, при этом ряд авторов приходят к мнению о необходимости пересмотра существующих классификаций в сторону расширения терминологии исходя из клинических данных [1, 2].

Распространенность кариеса зубов в России достигает значительный процент. В современной классификации МКБ-10 глубокий кариес отнесен в раздел «Болезни пульпы и периапикальных тканей» K04.0. Ряд авторов указывает на морфологические изменения в пульпе при глубоком кариесе, которые, имеют обратимые изменения. На основании данных исследований, терапию глубокого кариеса следует проводить отлично от других форм кариеса. В настоящее время лечение глубокого кариеса (гиперемии пульпы) сводится к некрэктомии дентина, наложение лечебного препарата и восполнению дефекта пломбировочным материалом. При обратимом пульпите возможно лечение биологическим методом, т.е. в сохранении пульпы зуба частично или в полном объеме, эффективность данной тактики лечения во многом зависит от правильности постановки диагноза, техники проведения манипуляций и применения современных лечебных материалов, обладающих биологической совместимостью с пульпой зуба [3-12].

Поиск наиболее эффективного метода лечения гиперемии пульпы зуба сохраняет свою актуальность и на сегодняшний день. Наиболее целесообразно при начальных признаках воспаления пульпы, проводить консервативные методы лечения. Основной причиной развития пульпита являются микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, попадающие в пульповую камеру из кариозной полости через дентинные каналы [3, 4].

Структура дентина не позволяет произвести 100% медикаментозное воздействие на микрофлору дентинных канальцев в кратчайший срок. Именно поэтому с целью пролонгированного воздействия на подлежащий дентин сформированной полости и пульпу зуба используют лечебные прокладки или материалы, обладающие такими свойствами. Стоматологический рынок широко представлен материалами, выполняющих функцию лечебных прокладок [6-14].

Повышение качества консервативного лечения гиперемии пульпы и снижение рисков рецидива и осложнений кариозного процесса – пульпита, одна из главных задач стоматолога на терапевтическом приеме. Во многом врачи стоматологи отказываются от консервативного метода лечения, а именно сохранение коронковой пульпы, частичной или полной ампутация пульпы, в рисках получения осложнений. Это связано с неправильной постановкой диагноза, нарушением протокола лечения и с неправильным выбором препаратов [3-8].

Анализ литературы показал, что необходимо рассматривать дентин и пульпу как единое целое, поскольку их физиологические процессы переплетаются и зависят друг от друга. Первоначальная реакция пульпы на кариес активируется бактериальными кислотами, компонентами их клеточной стенки, такими как липополисахариды и продукты метаболизма растворимого налета, которые диффундируют к пульпе против естественного направления движения жидкости ткани пульпы в дентинных канальцах. Первоначальная реакция пульпы включает повышение активности одонтобластов, ведущее к повышенному образованию третичного дентина [5].

Комплекс пульпа-зуб реагирует на раздражение сочетанием воспаления и усиления минерализации дентина; баланс между пульпитом и купированием воспалительного процесса имеет решающее значение для сохранения жизнеспособности пульпы. В частности, различные типы клеток пульпы иммунологически реагируют на микроорганизмы, сначала посредством распознавания патогенов одонтобластами, затем фибробластами, стволовыми клетками и иммунными клетками; после этого активируется сложная серия антибактериальных, иммунных, сосудистых и локальных воспалительных реакций [4, 11]. Третичный дентин формируется одновременно с воспалением пульпы локально под кариозным процессом. При пролонгации воздействия повреждающего фактора, воспалительная реакция

в пульпе и репаративные процессы находятся в прямой зависимости. Немаловажное значение имеет возраст и реактивность всего организма [6, 36, 37].

Характер воспаления в ткани пульпы, особенности его течение, динамика развития тесно связаны и обуславливаются различными уровнями реактивности организма и протекают преимущественно с проявлениями, в которых преобладают процессы экссудации, альтерации или пролиферации [7].

Необходимо учесть, что важной особенностью воспалительных явлений в пульпе зуба является то, что процесс протекает в полости, ограниченной дентином. Из-за этого, происходит увеличение внутрипульпарного давления, которое способствует нарушению кровообращения, что в дальнейшем приводит к гипоксии и локальному некрозу [8].

В воспалении пульпы важную роль играют клеточные компоненты такие как макрофаги, фибробласты и одонтобласты. Одной из предложенных версий адвентициальные клетки пульпы при воспалительном процессе способны видоизменяться в макрофаги, выполняя защитные функции пульпы. Данная способность характерна и для одонтобластов – формируется слой заместительного дентина, что способствует участию в иммунном ответе, предотвращая развития бесконтрольных иммунных реакций, которые могут приводить к разрушению тканей [5, 9, 10, 11, 12].

При увеличении в тканях пульпы внутритканевого давления происходит раскрытие артериоло-венулярных анастомозов, сбрасывающих кровь в венозное русло, еще до попадания в периферические отделы пульпы, что способствует предотвращению нарастания кровотока. Так же была установлена высокая активность защитных механизмов пульпы и ее способность к выработке антител. Таким образом, при полном или частичном сохранении пульпы (витальная ампутация) трофика тканей сохраняется, что способствует предотвращению развития периапикальных осложнений. Следует отметить, что клиническим критерием витальности пульпы при проведении витальной частичной или полной ампутации, является временной промежуток остановки кровотечения, который равен, по мнению ряда авторов от 2 до 10 минут. Отсюда можно сделать вывод, что морфологические и гистологические особенности строения пульпы позволяют рекомендовать консервативный метод лечения гиперемии пульпы, как один из альтернативных методов лечения [13, 14].

В последние годы знания об этиологии кариеса и его осложнениях шагнули далеко вперед. Но классические материалы и методики лечения кариеса дентина и его осложнений так же остаются популярными [1].

Другим важным фактором эффективности лечения гиперемии пульпы является выбор антисептика, используемого для обработки дентина и вскрытой пульпы зуба. Имеется лишь несколько сообщений об использовании антисептических средств для остановки кровотечения из вскрытой пульпы во время лечения витальной пульпы [15, 16, 17]. В одном исследовании сообщалось о неблагоприятном эффекте использования гипохлорита натрия перед нанесением гидроксида кальция в качестве материала для покрытия пульпы, в то время как другие сообщили об отсутствии существенной разницы в результатах лечения после использования антибактериальных средств, таких как хлоргексидин или гипохлорит натрия, по сравнению с физиологическим раствором [15, 16, 17, 18, 19]. Однако антисептический раствор является потенциальным фактором изменения цвета

используемых материалов, содержащих оксид висмута [20]. Остаточный гипохлорит натрия в дентинных каналах может быть причиной изменения цвета зуба, когда после обработки дентина был помещен ProRoot MTA (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, Oklahoma) – серого цвета [21]. Biodentine (Septodont, Saint Maur-des-Fossés, France) и Neo MTA Plus (Avalon Biomed Inc., Bradenton, FL) не вызвали изменения цвета в лабораторных условиях при контакте с гипохлоритом натрия или стерильной водой [22]. Biodentine (Septodont, Saint Maur-des-Fossés, France) имел значительно большее обесцвечивание после погружения в хлоргексидин по сравнению с гипохлоритом натрия. Напротив, BioAggregate и белый MTA "Angelus" имели значительно большее изменение цвета при погружении в гипохлорит натрия по сравнению с хлоргексидином. Погружение в дистиллированную воду не приводило к обесцвечиванию ни одного из протестированных материалов [22].

Рассмотрим наиболее распространенные материалы для лечения гиперемии пульпы. В данном вопросе нас интересует именно прокладочный материал, выполняющий функцию лечебно-изолирующей прокладки. Какие основные функции должны быть у материала: антимикробное воздействие, биоактивное – дентинстимулирующее, простой в работе, не чувствителен к влаге, не рассасывающийся, не токсичный, не канцерогенный, не генотоксичный, рентгеноконтрастный [25].

Классическим представителем лечебных прокладок является гидроокись кальция – материал, используемый в стоматологии более ста лет, оказывающий: бактерицидное действие; коагуляцию и растворение некротизированных тканей; стимулирует образование дентинного мостика при прямом покрытии пульпы. Противомикробное действие основывается высоким pH=12.4, материал относительно прост в применении. Из отрицательного свойства можно выделить – риск ожога пульпы, некроз, нет адгезии к тканям зуба. Из недостатков так же следует выделить: рассасывание материала во влажной среде, пористость, невозможность добиться герметизации в отдаленный период, попадание прокладки на основе гидрооксида кальция на стенки полости может приводить к возникновению пор в реставрации и как следствие образование рецидивирующего кариеса, снижение эффективности при контакте с воздухом вследствие частичной карбонизации [13, 14, 15, 16, 23, 41, 45].

В литературе описан метод применения обогащенного тромбоцитами фибрина (PRF) при пульпотомии с последующим перекрытием биоактивным материалом, данная методика обладает высокой биосовместимостью благодаря своей аутологичной природе, модулируя воспалительную реакцию при контакте с тканью пульпы за счет высвобождения заживляющих цитокинов и различных факторов роста [41, 42, 43]. Кроме того, PRF в отличие от других концентратов тромбоцитов, растворяется гораздо медленнее, а его фибриновый матрикс реконструируется очень медленно, увеличивая его способность к заживлению ткани пульпы. Keswani D. и соавт. использовал PRF для пульпотомии и показала успех на 88,8% по сравнению с MTA (80,07%) [42]. Patidar S. и соавт. использовали PRF и MTA, исследование показало 92% клинического успеха в обеих группах [44].

Одним из эффективных методов лечения гиперемии пульпы описан метод с использованием в качестве лечебной прокладки поликомпонентной пасты на основе антибиотиков, целью пролонгированного воздействия на дентин и пульпу с целью их инактивации с последу-

ющей заменой на прокладку на основе гидроокиси кальция или материалов на основе минерал триоксид агрегата [5, 7, 8].

Прорывом в материаловедении в конце прошлого столетия стало использование в стоматологии материала на основе минерал триоксид агрегата ProRoot MTA (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, Oklahoma) (MTA), основоположника всех современных биоактивных материалов (таблица №1, №2). MTA обладает выраженной биологической совместимостью с пульпой зуба, не оказывают токсического воздействия. Обладает такими важными свойствами, как способность схватываться и герметизироваться во влажной и загрязненной кровью среде, биосовместимостью, усиливают дифференцировку остеобластов, фибробластов, цементабластов, одонтобластов, клеток пульпы и многих стволовых клеток. Основным недостатком первого материала MTA является: длительное время затвердевания и сложность в обращении. Особое внимание необходимо уделить специфике консистенции MTA и особенностями работы с ним: замешивание с последующим внесением материала, пролонгированное застывание, способность вызывать дисколорит твердых тканей зуба. [21, 24, 25, 26].

В нескольких исследованиях к MTA добавляли различные ингредиенты либо для улучшения его физических свойств, либо в попытке снизить воспалительную реакцию после покрытия пульпы зуба. Добавление хлорида кальция, хлоргексидина или BMP-2 (костно-морфогенетический белок) в MTA не привело к значительному улучшению реакции пульпы на материалы [27, 28, 29]. Размещение Эмдогейна (Straumann AG, Basel, Switzerland), производное эмалевого матрикса, состоящий из смеси гидрофобных белков эмалевого матрикса, полученных из зачатков 6-месячных свиных зубов, содержащих амелогенин, эмалин, тафтелин, амелин и амелобластин) под MTA улучшило качество репаративного дентина, сформированного в месте покрытия, с точки зрения отсутствия туннельных дефектов и на-

личия кальцифицированных мостиков дентина. Эмдогейн индуцирует репаративный дентин и может использоваться в качестве биологически активного средства для обработки пульпы [30].

Использование кортикостероидов может уменьшить воспаление, связанное с обнажением пульпы. Прямое покрытие пульпы при механическом воздействии с использованием дексаметазона под MTA вызывало меньшее воспаление, в то время как не было существенной разницы в формировании кальцифицированного дентинного мостика и реакции соединительной ткани при использовании только MTA. Основным недостатком исследований с использованием кортикостероидов, которые уменьшают воспаление, является их краткосрочное наблюдение, долгосрочные последствия использования этих методов лечения неизвестны [13].

Материал третьего поколения Biodentine (Septodont, Saint Maur-des-Fossés, France) представляет собой модифицированный MTA подобный материал. Biodentine был разработан как новый класс стоматологических материалов, представленный в 2010 году. Biodentine быстротвердеющий цемент на основе силиката кальция, используемый в качестве материала для покрытия пульпы и для закрытия перфорации в канале зуба в эндодонтии. Материал обладает хорошей герметизирующей способностью, высокой компрессионной способностью, прочностью, короткое время схватывания, биосовместимостью. Время отверждения материала 12-13 минут, что значительно меньше, чем у MTA. Исследования также связали короткое время схватывания с отсутствием дикальциевого силиката в составе Biodentine, что было связано с медленной реакцией гидратации. Реакция отверждения Biodentine аналогична реакции MTA и приводит к образованию кальция-силикат гидрата и гидроксид кальция. Biodentine дополнительно содержит карбонат кальция в порошке, что объясняет наличие карбонатной фазы. Трикальций силикатные частицы в Biodentine мельче, чем у MTA и добавление гидрофильного полимера в состав делает манипуляции и обработки удобнее [4, 10].

Следующим поколением биоактивных материалов явилось разработка компании «Bisco» TheraCal LC – это светоотверждаемая, модифицированная смолой прокладка с наполнителем из силиката кальция, рекомендованная производителем для использования при прямом и непрямом покрытии пульпы, а также в качестве защитной прокладки под композиты, амальгамы, цементы и другие базовые материалы. TheraCal LC содержит полимеризуемые мономеры метилметакрилата. Этот материал был классифицирован как материал из силиката кальция IV поколения [33]. Согласно ISO 9917-2017, TheraCal LC является цементным материалом 2 класса, «в котором реакция схватывания полимеризуемого компонента активируется светом» [39].

Краткосрочные результаты TheraCal LC «Bisco» дают высокий процент успеха, долгосрочная эффективность остается ограниченной. Принимая во внимание сравнительно схожий уровень успеха TheraCal LC с успехом гидроксида кальция, TheraCal LC «Bisco» можно использовать в качестве альтернативного материала на основе гидроксида кальция [40].

TheraCal LC представляет собой гидросиликатный материал, который затвердевает при гидратации. Гидратация – это химическая реакция, которая приводит к схватыванию гидрофильного цемента. Схватывание начинается с контакта материала с водой. TheraCal LC не включает воду для гидратации материала. Это

Таблица 1. Современная классификация биоактивных материалов

Table 1. Modern classification of bioactive materials

Поколение	Материалы
Поколение I	Grey MTA White MTA
Поколение II	Модификация MTA – MTA Angelus
Поколение III	– Endo CPM (Cement Portland Modified) – iRoot SP (Endosequence BC, SmartPaste Bio) – MTA Obtura – Tech Biosealer Endo – Bioaggregate – Biodentine – Ortho MTA – MTA plus – Generex A
Поколение IV	Гибридные цементы: – Фосфат кальция/силикат кальция/висмутовый цемент – NRC (HEMA: 2-hydroxyethylmethacrylate) – MTA with 4-META/MMA-TBB (4- ангидрид метакрилоксиэтилтримеллитата в метилметакрилате, иницированный три-н-бутилбораном) – TheraCal LC – светоотверждаемый цемент

зависит от воды, поглощаемой из окружающей среды, и ее диффузии внутри материала. Следовательно, инструкция производителя предусматривает нанесение материала на влажный дентин. Исследование Camilleri J. с соавторами сообщили, что гидратация TheraCal LC является неполной из-за ограничения диффузии влаги из комплекса пульпа-дентин в материал TheraCal LC [21, 31].

TheraCal LC «Bisco» продемонстрировал способность высвобождать кальций [6, 7, 33, 38]. Биодоступность ионов кальция играет ключевую роль в индуцированной материалом пролиферации и дифференцировке клеток пульпы зуба человека и в новом образовании минерализованных твердых тканей. Количество ионов кальция, высвобождаемых TheraCal LC, находилось в диапазоне концентраций с потенциальной стимулирующей активностью в отношении пульпы зуба и одонтобластов. В ходе исследования было обнаружено, что TheraCal LC «Bisco» высвобождает значительно больше кальция, чем Dycal (Dentsply Sirona Great Britain), в течение испытательного периода (28 дней). Однако количество выщелоченного кальция уменьшалось со временем для всех материалов (28 дней). Другое исследование Gandolfi MG. с соавт. заявили, что высвобождение кальция ProRoot MTA (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, Oklahoma) и TheraCal LC «Bisco» не было существенной разницы. С другой стороны, высвобождение гидроксильных ионов повышает pH окружающей среды и вызывает раздражение ткани пульпы. Это развивает поверхностный некроз обнаженной пульпы, провоцируя минерализацию непосредственно в зоне некроза. Щелочной pH также создает непреодолимую среду для выживания и размножения бактерий [33].

TheraCal LC обеспечивает защитную физическую оболочку, несмотря на контакт с дентином или пульповой жидкостью. Его растворимость ниже, чем у Dycal, ProRoot MTA (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, Oklahoma), "Angelus" MTA и Biodentine (Septodont, Saint Maur-des-Fossés, France), а водопоглощение и пористость аналогичны ProRoot MTA (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, Oklahoma) и Biodentine (Septodont, Saint Maur-des-Fossés, France) и ниже, чем у "Angelus" MTA. Следовательно, TheraCal LC может выступать в качестве каркаса для формирования репаративного дентина. Дентинная жидкость поглощается им, что приводит к высвобождению ионов кальция и гидроксида, и зуб реагирует на образование апатита и связь, поддерживающая естественную герметизирующую способность апатита, играет решающую роль в защите пульпы. Сообщается, что TheraCal LC «Bisco» обладает способностью образовывать апатит. Образовавшееся «апатитовое покрытие» играет ключевую роль в восстановлении и минерализации дентина. Его способность индуцировать образование гидроксиапатитоподобных кристаллов может способствовать химической связи с дентином и обеспечивает биологическую изоляцию пульпы зуба [36, 37].

Герметизирующая способность MTA, Biodentine и TheraCal LC исследовалась с помощью конфокального лазерного сканирующего микроскопа. В исследовании не сообщалось об отсутствии существенной разницы в микроподтекании между MTA и Biodentine (Septodont, Saint Maur-des-Fossés, France), однако TheraCal LC «Bisco» продемонстрировал лучшую герметизирующую способность и меньшее микроподтекание, чем другие протестированные материалы [37].

Цитотоксичность и биосовместимость материала, покрывающего пульпу, имеет особое значение для

предотвращения раздражения пульпы и поддержания жизнеспособности пульпы. Исследование для оценки и сравнения реакции пульпы на ProRoot MTA (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, Oklahoma), RetroMTA (Meta Biomed Co., Ltd., Seoul Korea) и TheraCal LC «Bisco» у собак с частичной пульпотомии показало – полный дентинный мостик сформировался только в 33% зубов. Морфологические изменения показали, что TheraCal LC вызывал наименее благоприятные реакции пульпы среди материалов, использованных в исследовании. TheraCal LC вызвал обширную воспалительную реакцию пульпы в 75% случаев, что вызвало более высокую степень воспаления. Исследование объяснило это акриловым мономером Bis-GMA, присутствующим в материале [37].

Poggio C. и соавт. изучали цитосовместимость покрытия пульпы *in vitro* с использованием метода Transwell и сообщили, что TheraCal LC «Bisco» показал очень низкую цитосовместимость [38]. J. Hebling и др. оценили цитотоксическое действие светоотверждаемых прокладок на основе смолы (TheraCal LC, Vitrebond, Ultra-Blend plus) на клетки пульпы и сообщили, что все протестированные материалы на основе смолы были токсичными для культивируемых одонтобластоподобных клеток [31].

C. Jeanneau и соавт. изучали влияние TheraCal LC «Bisco» и Biodentine (Septodont, Saint Maur-des-Fossés, France) на пульпу зуба. Их работа показала, что TheraCal LC токсичен для фибробластов пульпы и обладает более сильным воспалительным эффектом и более низким биоактивным потенциалом, чем Biodentine. C. Jeanneau и коллеги заявили, что по их доклиническим результатам TheraCal LC не может быть рекомендован для прямого покрытия пульпы [32, 39].

H. Bakhtiar и соавт. сравнили использование TheraCal L «Bisco», ProRoot MTA (Septodont, Saint Maur-des-Fossés, France) и Biodentine (Septodont, Saint Maur-des-Fossés, France) для частичной пульпотомии здоровых третьих моляров человека. Biodentine показал наименьшие осложнения, чем TheraCal LC, при использовании в качестве прокладки при частичной пульпотомии. H. Bakhtiar и др. заявили, что они не поддерживают использование TheraCal LC при частичной пульпотомии и считают Biodentine и ProRoot MTA более надежными для долгосрочной защиты пульпы зуба [10].

Цитотоксичность TheraCal LC связывали с его компонентами смолы, которые могут оставаться неполимеризованными после контакта с тканью пульпы [31, 33]. Исследования объясняли низкой биосовместимостью присутствие таких мономеров, как BisGMA, HEMA, TEGDMA и UDMA. Тем не менее, следует отметить, что в паспорте безопасности TheraCal LC BisGMA не указан как компонент материала [39]; факт, подтвержденный исследованием Nielsen и Einar, в котором сообщалось, что Bis-GMA не был обнаружен в анализе UPLC-MS (ультраэффективной жидкостной хроматографии/масс-спектрометрии) TheraCal LC «Bisco», несмотря на то, что он указан в паспорте безопасности, предоставленном поставщиком (датированном 2011 г.). Органический состав TheraCal LC в соответствии с его показаниями содержит и выделяет несколько реактивных органических веществ, которые не указаны в паспорте безопасности материала, это означает, что использование этих материалов должно быть поставлено под сомнение и рекомендовали исследования *in vitro* и *in vivo* [40].

Это означает, что изменения в составе TheraCal LC могли произойти без уведомления поставщика и кли-

нистов. В этом случае исследования TheraCal LC «Bisco» могли проводиться с материалом, состав кото-

рого отличается от материала, тестируемого в других исследованиях [40].

Таблица 2. Биоактивные материалы для прямого покрытия пульпы

Table 2. Bioactive Materials for Direct Pulp Capping

№	Материал	Изготовитель	Состав
1.	Biodentine	Septodont, Saint-Maur-des-Fosses Cedex, France	Порошок состоит из трикальциевый силиката, силиката дикальция, карбонат кальция, оксид циркония, оксид железа Жидкость состоит из воды с добавлением хлорида кальция и водорастворимого полимера
2.	Harward MTA	Harvard Dental International GmbH, Хоппегартен, Германия	Порошок: заполнитель минерального триоксида и оксид висмута.
3.	Ledermix MTA	Rimser, Rims, Germany	Диоксид кремния, оксид калия, оксид алюминия Al ₂ O ₃ , оксид натрия, оксид железа, оксид серы, оксида кальция, оксида магния, сульфата калия, сульфата натрия
4.	MM MTA	MicroMega, Besancon, France	Трехкальциевый силикат, дикальциевый силикат, трехкальциевый алюминат, оксид висмута, дегидрат сульфата кальция и оксид магния.
5.	MTA Caps	Aceton (Mérignac, France)	На основе силиката кальция
6.	Angelus MTA	Angelus, Londrina, PR, Brazil	Трехкальциевый силикат, дикальциевый силикат и оксид висмута.
7.	MTA Repair HP	Angelus (Londrina, Brazil)	Диоксид кремния, оксид калия, оксид алюминия, оксид натрия, оксид железа, оксид серы, оксид висмута оксид магния, а также нерастворимый осадок оксид кальция, сульфат калия, сульфат натрия и кристаллического кремнезема
8.	Retro MTA	BioMTA (Seoul, South Korea)	Карбонат кальция, оксид кремния, оксид алюминия, кальций-циркониевый комплекс
9.	MTA Plus	Prevest DenPro (Jammu, India)	Двухкальциевый силикат, оксид висмута, сульфат кальция, кремний
10.	Tech Bio Sealer Capping	Apex Isasan (Rovello Porro, Italy)	На основе силиката кальция: карбонат кальция, оксид кремния
11.	CEM Cement BioniqueDent	(Tehran, Iran)	Оксид кальция, сульфит кальция, оксид фосфора и диоксид фосфора. CEM содержит водорастворимые ионы кальция и фосфата и образует гидроксипатит после отверждения.
12.	Endocem Zr	Maruchi (Wonju-si, South Korea)	Оксид кальция, диоксид кремния, оксид алюминия, оксид магния, оксид железа, оксид циркония
13.	Neo MTA Plus	Avalon Biomed Inc., Bradenton, FL	Трехкальциевый силикат, дикальциевый силикат, оксид тантала, трехкальциевый алюминат и сульфат кальция. Жидкость: гель на водной основе с загустителями и водорастворимыми полимерами.
14.	ProRoot MTA	Dentsply Sirona (York, USA)	Трикальций силикат, дикальций силикат, трикальций алюминат, оксид кальция, оксид висмута, тетракальцийалюмоферрит. Жидкость: очищенная вода
15.	TheraCal LC	Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA	Оксид кальция, пирогенный кремнезем, сульфат бария, цирконат бария, портландцемент типа III и смола, содержащая Bis-GMA
16.	Триоксидент	ВладМиВа	Оксид кальция, оксид кремния, оксид алюминия, пластификатор
17.	iRoot SP	Innovative BioCeramix Inc (Vancouver, Canada)	Оксид циркония, силикаты кальция, фосфат кальция, гидроксид кальция, наполнители и загустители

Таким образом, материалы с новыми составами должны быть всесторонне оценены перед их клиническим применением. Будущие исследования должны изучить, влияет ли более низкая способность к высвобождению ионов кальция вместе с цитотоксическим эффектом из-за неполимеризованных мономеров смолы TheraCal LC «Bisco» на его биологические и клинические характеристики. Необходимы дальнейшие исследования *in vitro* и *in vivo*, прежде чем TheraCal LC можно будет использовать в качестве материала для прямого покрытия пульпы [31, 33, 40].

В таблице №2 представлены основные биоактивные материалы для прямого покрытия пульпы, которые представлены в литературе.

На территории Российской Федерации и стран СНГ наиболее распространенными представителями материалов на основе минерального триоксидного агрегата являются отечественные материалы Триоксидент («ВладМиВа», Россия), Канал МТА («Омегадент», Россия), Рутдент («Технодент», Россия). Данные материалы обладают положительными физико-химическими свойствами, которые стимулируют образование заместительного дентина путем активации клеток, образующих твердые ткани зуба, и способствуют образованию матрицы с последующей ее минерализацией [2, 12, 34]. Группой исследователей было проведено сравнение эффективности материалов «Триоксидент» и «Канал МТА» при закрытии перфораций пульповой камеры, полученные результаты исследования позволяют ре-

комендовать данные материалы для применения при биологическом методе лечения пульпита. Они обладают терапевтическим потенциалом для покрытия пульпы и являются конкурентоспособными по отношению к зарубежному аналогу «MTA ProRoot», что дает им экономическое преимущество при оказании стоматологической помощи в рамках обязательного медицинского страхования [3]. В клиническом исследовании Обобщен клинический опыт использования щелочного алюмокальцийсиликатного цемента «Рутдент» (ТехноДент) при биологическом методе лечения пульпита. Отмечена эффективность лечения в большинстве клинических наблюдений [34].

ВЫВОДЫ

Проведя сравнительный анализ литературы на тему методов лечения гиперемии пульпы различными материалами, позволяющими сохранить ее жизнеспособность можно выделить ряд материалов, которые подтвердили свои заявленные свойства при различных лабораторных, экспериментальных и клинических исследованиях. Основываясь на представленных данных

можно сделать вывод, что трикальций силикатные материалы являются наиболее подходящими материалами для лечения гиперемии пульпы, из представленных материалов на отечественном рынке при проведении методов сохранения коронковой пульпы, частичной или полной ампутация пульпы предпочтительно использовать: Триоксидент («ВладМиВа», Россия), Канал МТА («ОмегаДент», Россия), Рутдент («ТехноДент», Россия), ProRoot MTA (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, Oklahoma), Biodentine (Septodont, Saint Maur-des-Fossés, France) и "Angelus" MTA (Angelus, Londrina, PR, Brazil).

Понимание морфологических изменений в пульпе зуба, при правильных диагностических критериях, с учетом знаний о новых методах лечения и биоактивных материалах позволяет перевести воспаление в пульпе в обратимый характер, что в свою очередь способствует сохранению витальности зуба, исключение эндодонтических манипуляций, снижению финансовых затрат и как следствие позволяет сохранить функционально-эстетическую функцию зуба.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES:

- Ricucci D., Loghin S., Siqueira JF. Jr. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. J Endod. 2014 Dec; 40(12):1932-9. doi: 10.1016/j.joen.2014.08.010. Epub 2014 Oct 12. PMID: 25312886. Seltzer S. (1972) Classification of pulpal pathosis. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology. 1972; 34: 269–287. DOI: 10.1016/0030-4220(72)90419-7
- Федотова Ю.М., Фирсова И.В., Михальченко В.Ф., Михальченко Д.В. Сравнительная оценка материалов, используемых для консервативного лечения начальных форм пульпита и глубокого кариеса. Крымский терапевтический журнал. 2017; 1: 52-55.
- Fedotova Y.M., Firsova I.V., Mikhalechenko V.F., Mikhalechenko D.V. Comparative assessment of materials used for conservative treatment of initial forms of pulpitis and deep caries. Crimean Therapeutic Journal. 2017; 1: 52-55.
- Липецкая Е.А., Фурцев Т.В. Сравнение эффективности материалов «Триоксидент» и «Канал МТА» при закрытии перфораций пульповой камеры. Российский стоматологический журнал. 2021. Т. 25, № 1. С. 35–41. DOI: 10.17816/1728-2802-2021-25-1-35-41
- Lipetskaya E.A., Furtsev T.V. Comparison of the effectiveness of "Trioxident" and "Canal MTA" materials in the closure of pulp chamber perforations. Russian Journal of Dentistry. 2021. Т. 25, № 1. С. 35-41. DOI: 10.17816/1728-2802-2021-25-1-35-41
- Youssef A., Emara R., Taher M., Al-Allaf F., Almalki M., Almasri M. Effects of mineral trioxide aggregate, calcium hydroxide, biodentine and Emdogain on osteogenesis, Odontogenesis, angiogenesis and cell viability of dental pulp stem cells. BMC Oral Health. 2019; 19: 133. DOI: 10.1186/s12903-019-0827-0
- Иващенко В.А., Адамчик А.А., Арутюнов А.В., Рисованный С.И., Сидоренко А.Н., Цымбалов О.В. Морфологические изменения в пульпе зубов экспериментальных животных при лечении острого очагового пульпита с использованием современных материалов. Кубанский научный медицинский вестник. 2019; 5: 29-41. DOI: 10.25207/1608-6228-2019-26-5-29-41
- Ivashchenko VA, Adamchik AA, Arutyunov AV, Risovany SI, Sidorenko AN, Tsymbalov OV Morphological changes in the pulp of the teeth of experimental animals in the treatment of acute focal pulpitis using modern materials. Kuban Scientific Medical Bulletin. 2019; 5: 29-41. DOI: 10.25207/1608-6228-2019-26-5-29-41
- Вафиади М.Ю., Сирак С.В., Щетинин Е.В., Баландина А.В., Иващенко В.А., Адамчик А.А., Бородулина И.И. Стимуляция репаративного дентиногенеза после витальной ампутации пульпы зуба в эксперименте. Медицинский вестник Северного Кавказа. 2019; 14: 171-176. DOI: 10.14300/mnnc.2019.14008
- Vafiadi MV, Sirak SV, Schetinin EV, Balandina AV, Ivashchenko VA, Adamchik AA, I. Borodulina Stimulation of reparative dentinogenesis after vital amputation of the tooth pulp in the experiment. Medical Bulletin of the North Caucasus. 2019; 14: 171-176. DOI: 10.14300/mnnc.2019.14008
- Иващенко В.А., Адамчик А.А. Эффективность применения современных материалов при биологическом методе лечения экспериментального пульпита. Российский стоматологический журнал. 2018; 22: 281-284. DOI: 10.18821/1728-2802-2018-22-6-281-284
- Ivashchenko VA, Adamchik AA Effectiveness of modern materials in the biological method of treatment of experimental pulpitis. Russian Journal of Dentistry. 2018; 22: 281-284. DOI: 10.18821/1728-2802-2018-22-6-281-284
- Иващенко В.А., Адамчик А.А., Таиров В.В. Морфологическое обоснование применения, разработанного стоматологического лечебного препарата при биологическом методе лечения пульпита. Кубанский научный медицинский вестник. 2018; 25: 28-34. DOI: 10.25207/1608-6228-2018-25-5-28-34
- Ivashchenko VA, Adamchik AA, Tairov VV. Morphological justification for the use of the developed dental therapeutic agent in the biological method of treatment of pulpitis. Kuban scientific medical newsletter. 2018; 25: 28-34. DOI: 10.25207/1608-6228-2018-25-5-28-34
- Митронин А.В., Островская И.Г., Останина Д.А. Изучение особенностей физико-химических свойств материалов МТА с помощью широкого спектра лабораторного анализа. Российская стоматология. 2018;1(2): 56-57.
- Bakhtiar H., Nekoofar M. H., Aminishakib P., et al. "Human pulp responses to partial pulpotomy treatment with TheraCal as compared with biodentine and ProRoot MTA: a clinical trial". J Endod. 2017; 11: 1786–1791. DOI: 10.1016/j.joen.2017.06.025
- Behnia H., Khojasteh A., Soleimani M., Tehrani A., Atashi A. Repair of alveolar cleft defect with mesenchymal stem cells and platelet derived growth factors: A preliminary report. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. 2012; 40: 2-7. DOI: 10.1016/j.jcms.2011.02.003
- Нестерова М.М., Николаев А.И., Цепов Л.М., Галанова Т.А. Опыт лечения пульпита постоянных зубов биологическим методом. Клиническая стоматология. 2018;1(85):16-19. DOI 10.37988/1811-153X_2018_1_16.
- Nesterova MM, Nikolaev AI, Tsepov LM, Galanova TA Experience in the treatment of pulpitis of permanent teeth by biological method. Clinical Dentistry. 2018;1(85):16-19. DOI 10.37988/1811-153X_2018_1_16.
- Parirokh M, Torabinejad M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part I: vital pulp therapy. Int Endod J. 2018 Feb; 51(2):177-205. doi: 10.1111/iej.12841. Epub 2017 Sep 21.
- Silva AF, Tarquinio SB, Demarco FF, Piva E, Rivero E.R. The influence of haemostatic agents on healing of healthy human dental pulp tissue capped with calcium hydroxide. International Endodontic Journal. 2006; 39: 309–316. DOI: 10.1111/j.1365-2591.2006.01101.x.
- Akay M., Sari S. The effect of sodium hypochlorite application on the success of calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate pulpotomies in primary teeth. Pediatric Dentistry. 2014; 36: 316–321.
- Accorinte M.L., Loguercio A.D., Reis A., Holland R. Effects of hemostatic agents on the histomorphologic response of human dental pulp capped with calcium hydroxide. Quintessence International. 2007; 38: 843–852.
- Tüzün T., Alacam A., Altunbas DA., Gokdogan FG., Gundogdu E. Clinical and radiographic outcomes of direct pulp capping therapy in primary molar teeth following haemostasis with various antiseptics, a randomised controlled trial. European Journal of Pediatric Dentistry. 2012; 13: 289–292.
- Akay M., Sari S., Duruturk L., Gunhan O. Effects of sodium hypochlorite as disinfectant material previous to pulpotomies in primary

teeth. *Clinical Oral Investigations*. 2015; 19: 803–811. DOI: 10.1007/s00784-014-1296-0

19. Marciano M.A., Duarte M.A., Camilleri J. Dental discoloration caused by bismuth oxide in MTA in the presence of sodium hypochlorite. *Clinical Oral Investigation*. 2015; 19: 2201–2209. DOI: 10.1007/s00784-015-1466-8

20. Voveraityte V., Gleizniene S., Lodiene G., Grabliauskiene Z., Machiulskiene V. Spectrophotometric analysis of tooth discolouration induced by mineral trioxide aggregate after final irrigation with sodium hypochlorite: An in vitro study. *Aust Endod J*. 2017 Apr; 43(1):11-15. doi: 10.1111/aej.12149.

21. Camilleri J., Staining potential of Neo MTA Plus, MTA Plus, and Biodentine used for pulpotomy procedures. *J Endod*. 2015; 41: 1139–1145. DOI: 10.1016/j.joen.2015.02.032

22. Keskin C., Demiryurek E.O., Ozyurek T. Color stabilities of calcium silicate-based materials in contact with different irrigation solutions. *J Endod*. 2015 Mar; 41(3):409-11. doi: 10.1016/j.joen.2014.11.013. Epub 2015 Jan 6. PMID: 25576203.

23. Митронин А.В., Герасимова М.М. Эндодонтическое лечение болезней пульпы и периодонта (Часть 2). Применение гидроксида кальция в эндодонтии. *Эндодонтия today*. 2012;4:3-7. EDN: PKOKHX

Mitronin A.V., Gerasimova M.M. Endodontic treatment of pulp and periodontal disease (Part 2). The use of calcium hydroxide in endodontics. *Endodontia today*. 2012;4:3-7. EDN: PKOKHX

24. Манак Т.Н., Ключко К.Г. Биокерамические эндогерметики: Обзор новых гидрофобных стоматологических материалов. *Современная стоматология*. 2020;3:11-17.

Manak T.N., Klyuyko K.G. Bioceramic endohermetics: A review of new hydroscopic dental materials. *Modern stomatology*. 2020;3:11-17.

25. Манак Т.Н., Борисенко Л.Г., Редер А.С. Выбор материалов при лечении глубокого кариеса: дифференцированный подход. *Современная стоматология*. – 2020. – №2. – 29–35.

Manak T.N., Borisenko L.G., Reder A.S. Choice of materials in the treatment of deep caries: a differentiated approach. *Modern stomatology*. – 2020;2:29-35.

26. Vafaei A., Nikookhesal M., Erfanparast L., Løvschall H., Ranjesh B. Vital pulp therapy following pulpotomy in immature first permanent molars with deep caries using novel fast-setting calcium silicate cement: A retrospective clinical study. *J Dent*. 2022; 116: 103890. DOI: 10.1016/j.jdent.2021.103890.

27. Ko H., Yang W., Park K., Kim M. Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate (MTA) and bone morphogenetic protein 2 (BMP-2) and response of rat pulp to MTA and BMP-2. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010 Jun; 109(6):e103-8. doi: 10.1016/j.tripleo.2010.01.030.

28. Parirokh M., Asgary S., Eghbal M.J., Kakoei S., Samiee M. A comparative study of using a combination of calcium chloride and mineral trioxide aggregate as the pulp-capping agent on dogs' teeth. *J Endod*. 2011 Jun; 37(6):786-8. doi: 10.1016/j.joen.2011.03.010. PMID: 21787489.

29. Manochefrifar H., Parirokh M., Kakoei S., Oloomi M.M., Asgary S., Eghbal M.J., Mashhadi Abbas F. The Effect of Mineral Trioxide Aggregate Mixed with Chlorhexidine as Direct Pulp Capping Agent in Dogs Teeth: A Histologic Study. *Iran Endod J*. 2016 Fall;11(4):320-324. doi: 10.22037/iej.2016.12

30. Al-Hezaimi K., Al-Tayar BA., Bajuaifer YS., Salameh Z., Al-Fouzan K., Franklin R Tay. A hybrid approach to direct pulp capping by using emdogain with a capping material. *J Endod*. 2011; 37: 667 – 672. DOI: 10.1016/j.joen.2011.02.003

31. Hebling J., Lessa F.C., Nogueira I., de Carvalho R.M., de Costa C.A.S. Cytotoxicity of resin-based light-cured liners. *American Journal of Dentistry*. 2009; 3: 137–142.

32. Jeanneau C., Laurent P., Rombouts C., Giraud T., About I. Light-cured Tricalcium Silicate Toxicity to the Dental Pulp. *J Endod*. 2017; 43: 2074–2080. DOI: 10.1016/j.joen.2017.07.010

33. Gandolfi MG., Siboni F., Prati C. Chemical-physical properties of TheraCal, a novel light-curable MTA-like material for pulp capping. *Int Endod J*. 2012 Jun;45(6):571-9. doi: 10.1111/j.1365-2591.2012.02013.x. Epub 2012 Mar 31. PMID: 22469093.

34. Митронин А.В. Тенденции популяризации малоинвазивного подхода к лечению начального пульпита: сравнительный анализ данных социологического исследования стоматологов, 2016–2020 гг. *Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование*. 2020; 71: 40–44.

Mitronin A.V. Trends in popularization of minimally invasive approach to the treatment of initial pulpitis: a comparative analysis of data from a sociological survey of dentists, 2016–2020. *Cathedra-Cathedra. Dental Education*. 2020; 71: 40–44.

35. Bjørndal L., Simon S., Tomson PL., Duncan HF. Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J*. 2019; 52(7): 949–973. DOI: 10.1111/iej.13128

36. Kunert M., Rozpedek-Kaminska W., Galita G., Sauro S., Bourgi R., Hardan L., Majsterek I., Lukomska-Szymanska M. The Cytotoxicity and Genotoxicity of Bioactive Dental Materials. *Cells*. 2022 Oct 15;11(20):3238. doi: 10.3390/cells11203238.

37. Kayad M., Koura A., El-Nozahy A. A comparative histological study of the effect of TheraCal LC and biodentine on direct pulp capping in rabbits: an experimental study. *Clin Oral Investig*. 2022 Aug 10. doi: 10.1007/s00784-022-04658-9.

38. Poggio C., Lombardini M., Colombo M., Beltrami R., Rindi S. Solubility and pH of direct pulp capping materials: a comparative study. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*. 2015; 2: 73–193. DOI: 10.5301/jabfm.5000230

39. Federal Register (USA) TheraCal LC safety data sheet. 2016; 77: 1–7.

40. Nilsen B., Einar J. Analysis of organic components in resin-modified pulp capping materials: critical considerations. *European Journal of Oral Sciences*. 2017; 3: 183–194. DOI: 10.1111/eos.12347

41. Kumar V., Juneja R., Duhan J., Sangwan P., Tewari S. Comparative evaluation of platelet-rich fibrin, mineral trioxide aggregate, and calcium hydroxide as pulpotomy agents in permanent molars with irreversible pulpitis: A randomized controlled trial. *Contemp Clin Dent*. 2016 Oct-Dec; 7(4):512-518. doi: 10.4103/0976-237X.194107. PMID: 27994420; PMCID: PMC5141667.

42. Keswani D., Pandey RK., Ansari A., Gupta S. Comparative evaluation of platelet-rich fibrin and mineral trioxide aggregate as pulpotomy agents in permanent teeth with incomplete root development: a randomized controlled trial. *J Endod*. 2014 May;40(5):599-605. doi: 10.1016/j.joen.2014.01.009. Epub 2014 Mar 6. PMID: 24767550.

43. Noor Mohamed R., Basha S., Al-Thomali Y. Efficacy of platelet concentrates in pulpotomy – a systematic review. *Platelets*. 2018 Jul;29(5):440-445. doi: 10.1080/09537104.2018.1445844. Epub 2018 Mar 14. PMID: 29537945.

44. Patidar S., Kalra N., Khatri A., Tyagi R. Clinical and radiographic comparison of platelet-rich fibrin and mineral trioxide aggregate as pulpotomy agents in primary molars. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2017 Oct-Dec;35(4):367-373. doi: 10.4103/JISPPD.JISPPD_178_17. PMID: 28914251.

45. Ricucci D., Rôças I.N., Alves F.R.F., Cabello P.H., Siqueira J.F.Jr. Outcome of Direct Pulp Capping Using Calcium Hydroxide: A Long-term Retrospective Study. *J Endod*. 2023; 49(1): 45–54. DOI: 10.1016/j.joen.2022.11.005.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Адамчик Анатолий Анатольевич – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии, ORCID ID: 0000-0002-2861-0260.

Кириш Ксения Дмитриевна – ассистент кафедры терапевтической стоматологии, ORCID ID: 0000-0002-6786-9347.

Иващенко Виктория Александровна – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры терапевтической стоматологии, ORCID ID: 0000-0002-9946-9700.

Запорожская-Абрамова Екатерина Сергеевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии, ORCID ID: 0000-0003-0675-6581.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. им. Митрофана Седина, д. 4, г. Краснодар, 350063, Россия.

AUTHOR INFORMATION:

Anatoly A. Adamchik – Dr. Sci. (Med.), Prof., Chair of the Department of Therapeutic Dentistry, ORCID ID: 0000-0002-2861-0260.

Ksenia D. Kirish – research assistant, Chair of the Department of Therapeutic Dentistry, ORCID ID: 0000-0002-6786-9347.

Victoria A. Ivashchenko – Cand. Sci. (Med.), research assistant, Chair of the Department of Therapeutic Dentistry, ORCID ID: 0000-0002-9946-9700.

Ekaterina S. Zaporozhskaya-Abramova – Cand. Sci. (Med.), research docent, Chair of the Department of Therapeutic Dentistry, ORCID ID: 0000-0003-0675-6581.

Kuban State Medical University, Mitrofana Sedina str., 4, Krasnodar, 350063, Russia.

ВКЛАД АВТОРОВ:

Адамчик А.А. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; сбор данных, анализ и интерпретация данных; подготовка статьи; критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Кириш К.Д. – существенный вклад в замысел и дизайн исследования; сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи.

Иващенко В.А. – сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи;

Запорожская-Абрамова Е.С. – критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания. окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

AUTHOR'S CONTRIBUTION:

Anatoly A. Adamchik – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; revised the article critically for important intellectual content; approved the version to be published.

Ksenia D. Kirsh – has made a substantial contribution to the concept or design of the article; the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article.

Victory A. Ivashchenko – the acquisition, analysis, or interpretation of data for the article; drafted the article.

Ekaterina S. Zaporozhskaya-Abramova – revised the article critically for important intellectual content; approved the version to be published.

Координаты для связи с авторами / Correspondent author:

Адамчик А.А. /A.A. Adamchik, E-mail: adamchik1@mail.ru, tel +7918-468-58-53