

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ РЕМИНЕРАЛИЗУЮЩИХ АГЕНТОВ В ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ НАЧАЛЬНЫХ КАРИЕСНЫХ ПОРАЖЕНИЙ ЭМАЛИ

Шукуров Шерзод Шухратович

СамГМУ, ассистент кафедры детской стоматологии

Аннотация

Начальный кариес представляет собой обратимую стадию кариозного процесса, при которой деминерализация эмали еще не сопровождается формированием кариозной полости. Современная концепция минимально инвазивной стоматологии предусматривает раннюю диагностику и применение неинвазивных методов лечения, направленных на восстановление минерального состава эмали. Целью настоящего исследования являлась оценка эффективности современных реминерализующих средств, применяемых для профилактики и стабилизации начальных кариозных поражений. Проведен анализ современных литературных данных о применении фторидов, кальций-фосфатных комплексов, казеин-фосфопептид-аморфного фосфата кальция (СРР-АСР), наногидроксиапатита и биоактивного стекла. Установлено, что фторидсодержащие препараты сохраняют ведущую позицию благодаря доказанной способности способствовать реминерализации эмали и повышать ее устойчивость к воздействию кислот. Перспективными направлениями являются применение наногидроксиапатита и биоактивных кальций-фосфатных систем. Вместе с тем качество доказательств для ряда современных средств остается неоднородным, поэтому их следует рассматривать преимущественно как дополнение, а не универсальную замену фторидной профилактике.

Ключевые слова: начальный кариес, деминерализация, реминерализация, эмаль, фториды, наногидроксиапатит, CPP-ACP, биоактивное стекло, профилактика кариеса.

COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF MODERN REMINERALIZING AGENTS IN THE PREVENTION AND TREATMENT OF INITIAL CARIOUS ENAMEL LESIONS

Sherzod Shukhratovich Shukurov,

Samarkand State Medical University,

Assistant Professor, Department of Pediatric Dentistry

Abstract

Initial caries is a reversible stage of the carious process, in which enamel demineralization does not yet lead to cavity formation. The modern concept of minimally invasive dentistry emphasizes early diagnosis and the use of non-invasive treatment methods aimed at restoring the mineral composition of enamel. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of modern remineralizing agents used to prevent and stabilize incipient caries lesions. We analyzed current literature data on the use of fluoride, calcium phosphate complexes, casein-phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP), nanohydroxyapatite, and bioactive glass. Fluoride-containing products have been shown to retain a leading position due to their proven ability to promote enamel remineralization and increase its resistance to acid attack. Nanohydroxyapatite and bioactive calcium phosphate systems are promising approaches. However, the quality of evidence for a number of modern products remains inconsistent, so they should be considered primarily as a complement to, rather than a universal replacement for, fluoride prophylaxis.

Keywords: incipient caries, demineralization, remineralization, enamel, fluoride, nanohydroxyapatite, CPP-ACP, bioactive glass, caries prevention.

Введение

Кариес зубов является одним из наиболее распространенных стоматологических заболеваний. Развитие кариозного процесса начинается с нарушения динамического равновесия между процессами деминерализации и реминерализации твердых тканей зуба. Под воздействием органических кислот, образующихся в результате метаболизма микроорганизмов зубного налета, происходит растворение минеральной фазы эмали. Клинически ранним проявлением данного процесса может быть появление меловидного или белого пятна, получившего название *white spot lesion*. На этой стадии поверхность эмали обычно остается интактной, поэтому процесс потенциально обратим.

Современная стоматология постепенно переходит от преимущественно хирургического лечения к биологическому и минимально инвазивному подходу. При выявлении начального некавернированного поражения основной задачей становится не удаление тканей зуба, а создание условий для прекращения деминерализации и восстановления минеральной структуры эмали. Согласно рекомендациям Американской стоматологической ассоциации, неинвазивные методы лечения могут эффективно способствовать остановке или обратному развитию некавернированных кариозных поражений. Наиболее убедительная доказательная база сохраняется для препаратов фторида натрия, в том числе фторидных лаков.

Механизм действия фторидов связан с повышением устойчивости эмали к кислотной атаке, стимуляцией реминерализации и формированием менее растворимых фторсодержащих минеральных фаз. Фторидсодержащие зубные пасты также остаются базовым средством индивидуальной профилактики кариеса. Доказательства высокого качества подтверждают преимущество зубных паст с фтором перед нефторированными средствами в профилактике кариеса.

В последние годы активно исследуются альтернативные и комбинированные реминерализующие технологии. Особое внимание

уделяется СРР-АСР, наногидроксиапатиту (nHAp), биоактивному стеклу, аморфному фосфату кальция и другим соединениям, способным обеспечивать поступление кальция и фосфатов в область поврежденной эмали. Эти материалы рассматриваются как перспективные средства биомиметической терапии начальных кариозных поражений.

Цель исследования

Оценить эффективность современных реминерализующих средств в профилактике и стабилизации начального кариеса, а также определить наиболее перспективные направления их клинического применения на основании современных научных данных.

Материалы и методы исследования

Проведен аналитический обзор современных научных публикаций, посвященных профилактике и реминерализующей терапии начального кариеса. Для анализа использованы материалы, опубликованные в международных научных базах данных, включая PubMed, а также клинические рекомендации Американской стоматологической ассоциации.

Основное внимание уделялось систематическим обзорам, метаанализам, клиническим исследованиям и доказательным клиническим рекомендациям. Анализировались публикации, в которых оценивалась эффективность следующих групп средств:

- фторидсодержащие препараты;
- СРР-АСР и СРР-АСРФ;
- наногидроксиапатит;
- биоактивное стекло;
- комбинированные кальций-фосфатные и фторидные системы.

В качестве основных критериев эффективности рассматривались изменение минерального состава эмали, повышение микротвердости поверхности, снижение выраженности белых пятен, признаки клинической

реминерализации и способность предотвращать дальнейшее прогрессирование начального кариозного поражения.

Особое внимание уделялось качеству доказательной базы, длительности наблюдения, типу исследования и возможности переноса результатов лабораторных исследований в клиническую практику.

Результаты и обсуждение

Анализ современных публикаций показал, что фторидсодержащие препараты продолжают занимать центральное место в профилактике и лечении начальных кариозных поражений. Клинические рекомендации ADA предусматривают применение 5% фторида натрия в виде лака и других фторидных препаратов в зависимости от локализации поражения, возраста и риска развития кариеса. Для некавитированных поражений окклюзионных поверхностей особенно эффективным считается сочетание герметика с 5% фторидным лаком; применение только фторидного лака также демонстрирует положительный эффект по сравнению с отсутствием лечения.

Фторидные лаки имеют практическое преимущество, поскольку обеспечивают длительный контакт активного компонента с поверхностью зуба. По данным ADA, 2,26% фторидный лак рекомендован как профессионально наносимое средство профилактики кариеса у пациентов с повышенным риском.

Важным направлением современной реминерализующей терапии является использование кальций-фосфатных комплексов. CPP-ACP способен стабилизировать кальций и фосфат и поддерживать их доступность в условиях ротовой полости. Это создает условия для поступления минеральных компонентов в частично деминерализованную эмаль.

Однако результаты клинических исследований CPP-ACP являются неоднозначными. Систематический обзор и метаанализ 2024 года включил 11 рандомизированных клинических исследований, в которых сравнивалась эффективность CPP-ACP и различных фторидных препаратов. Авторы

отметили наличие противоречивых результатов и существенную неоднородность исследований. Таким образом, CPP-ACP является перспективным средством, однако существующая доказательная база пока не позволяет считать его однозначно более эффективным, чем фториды.

Следующим перспективным материалом является наногидроксиапатит. Благодаря сходству с минеральной фазой естественной эмали наногидроксиапатит способен заполнять микродефекты поверхности и способствовать восстановлению минеральной структуры. Современные исследования показывают, что nHAp может положительно влиять на микротвердость эмали и содержание минеральных компонентов.

Метаанализ, опубликованный в 2024 году, показал перспективность применения чистого наногидроксиапатита при лечении белых пятен. В частности, были выявлены положительные изменения микротвердости поверхности и прироста минералов по сравнению с некоторыми фторидными вмешательствами. Однако авторы подчеркнули ограниченное количество клинических исследований, высокий риск систематической ошибки в части работ и недостаточную продолжительность наблюдения.

Интерес представляют и комбинации наногидроксиапатита с фторидами. Систематический обзор 2024 года включил пять исследований с участием 151 пораженного участка эмали. Авторы выявили перспективные результаты применения комбинаций nHAp и фтора, однако из-за небольшого количества исследований и различий в протоколах лечения доказательность была оценена как умеренная. Поэтому широкая рекомендация данной комбинации в качестве самостоятельной стандартной терапии пока преждевременна.

Систематический обзор и метаанализ 2025 года, посвященный сравнению CPP-ACP, наногидроксиапатита и биоактивного стекла с фторидами, включил 19 исследований. Совокупная оценка не продемонстрировала статистически значимого превосходства

альтернативных средств над фторидами. Вместе с тем наногидроксиапатит продемонстрировал значимый потенциал при оценке поверхностной микротвердости. Основными ограничениями авторы назвали высокую неоднородность исследований и недостаточное качество доказательств

Биоактивное стекло представляет еще одну перспективную группу реминерализующих материалов. При контакте с биологической жидкостью оно способно высвобождать кальций, фосфаты и другие ионы, создавая условия для образования минералоподобного слоя на поверхности зуба. Согласно наиболее современным данным, биоактивное стекло демонстрирует реминерализующий потенциал, однако результаты отдельных исследований существенно различаются. В некоторых работах биоактивное стекло превосходило фториды и CPP-ACP, тогда как в других исследованиях преимущество наблюдалось у CPP-ACP. В целом уровень доказательности остается низким или умеренным

Таким образом, современные реминерализующие средства можно условно разделить на две основные группы. Первая включает средства с доказанным противокариозным эффектом, прежде всего фториды. Вторая представлена биомиметическими материалами — наногидроксиапатитом, CPP-ACP и биоактивным стеклом, которые активно развиваются и имеют перспективное направление применения.

Практическая эффективность реминерализующей терапии зависит не только от состава препарата. Существенное значение имеют индивидуальный риск кариеса, гигиена полости рта, частота употребления ферментируемых углеводов, состав и скорость секреции слюны, наличие ортодонтических конструкций, локализация поражения и регулярность применения препарата.

Следовательно, наиболее рациональным является комплексный подход. Он должен включать профессиональную оценку риска кариеса, обучение индивидуальной гигиене, использование фторсодержащей зубной пасты, контроль питания и при наличии показаний — профессиональное

применение реминерализующих препаратов. Для отдельных групп пациентов могут использоваться дополнительные кальций-фосфатные или наногидроксиапатитсодержащие средства.

Следует подчеркнуть, что современные биомиметические препараты не должны автоматически рассматриваться как полная замена фторидам. На сегодняшний день именно фторидсодержащие средства имеют наиболее устойчивую доказательную базу профилактической эффективности. Современные обзоры подтверждают перспективность nHAp, CPP-ACP и биоактивного стекла, но одновременно указывают на необходимость проведения хорошо спланированных многоцентровых рандомизированных исследований с унифицированными критериями оценки.

Заключение

Современные реминерализующие средства являются важным компонентом профилактики и неинвазивного лечения начального кариеса. Наиболее убедительная доказательная база сохраняется за фторидсодержащими препаратами, способными способствовать остановке или обратному развитию некавернированных кариозных поражений.

CPP-ACP, наногидроксиапатит и биоактивное стекло обладают значительным реминерализующим потенциалом и представляют перспективные направления современной профилактической стоматологии. Наиболее обнадеживающие результаты получены для наногидроксиапатита, особенно при оценке восстановления микротвердости и минерального состава эмали. Вместе с тем клиническая доказательная база для многих современных биомиметических средств пока ограничена.

Оптимальная профилактическая стратегия должна основываться на индивидуальной оценке кариесогенного риска и сочетании доказанных методов фторидной профилактики с современными реминерализующими технологиями. Дальнейшие исследования должны быть направлены на

проведение долгосрочных рандомизированных клинических исследований с едиными критериями диагностики и оценки реминерализации.

Список литературы

- 1.American Dental Association. Evidence-Based Clinical Practice Guideline on Nonrestorative Treatments for Carious Lesions. J Am Dent Assoc. 2018.
- 2.American Dental Association. Topical Fluoride Clinical Practice Guideline. ADA Center for Evidence-Based Dentistry.
- 3.American Dental Association. Caries Risk Assessment and Management. ADA Oral Health Topics.
- 4.Santhosh V.N., Ankola A.V., Sankeshwari R.M., et al. Remineralization Potential of Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate, Nanohydroxyapatite Crystals, and Bioactive Glass on Initial Enamel Lesions: A Systematic Review and Meta-analysis. Int J Clin Pediatr Dent. 2025;18(5):560–572. doi:10.5005/jp-journals-10005-3129.
- 5.Meeral P.R., Doraikannan S., Indiran M.A. Efficiency of casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate versus topical fluorides on remineralizing early enamel carious lesions: A systematic review and meta-analysis. Saudi Dent J. 2024;36(4):521–527. doi:10.1016/j.sdentj.2024.01.014.
- 6.Guanipa Ortiz M.I., Gomes de Oliveira S., Alencar C.M., et al. Remineralizing effect of the association of nano-hydroxyapatite and fluoride in the treatment of initial lesions of the enamel: A systematic review. J Dent. 2024;145:104973. doi:10.1016/j.jdent.2024.104973.
- 7.Alajlan S., Baysan A. The effect of nano-hydroxyapatite on white spot lesions: A systematic review and meta-analysis. J Dent. 2024;151:105402. doi:10.1016/j.jdent.2024.105402
- 8.Pawinska M., Paszynska E., Amaechi B.T., et al. Clinical evidence of caries prevention by hydroxyapatite: An updated systematic review and meta-analysis. J Dent. 2024;151:105429. doi:10.1016/j.jdent.2024.105429.

9.Morgan M.V., et al. Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev.

10.Tuygunov N., et al. Bioactivity and remineralization potential of modified glass ionomer cement: A systematic review of the impact of calcium and phosphate ion release. Dent Mater J. 2024. doi:10.4012/dmj.2023-132.

11.American Dental Association. Fluoride: Topical and Systemic Supplements. ADA Oral Health Topics.

12.Santhosh V.N., Ankola A.V., Sankeshwari R.M., et al. Remineralising efficacy of bioactive glass and casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate in white spot lesions or early enamel caries: A systematic review of randomised controlled trials. 2026