



Малоинвазивные методы лечения кариеса в терапевтической стоматологии: современные подходы, диагностика и эффективность

Мубинова Мохинобону Отабековна
Бухарский Государственный Медицинский Институт

Аннотация

Малоинвазивная стоматология — современное направление терапевтической стоматологии, ориентированное на сохранение максимального объёма твёрдых тканей зуба при лечении кариеса. В статье представлен развернутый обзор литературы по малоинвазивным методам, включая селективное препарирование, инфильтрацию смолой (ICON), ART-техники и лазерное удаление кариозной ткани. Рассматриваются показания, ограничения, сравнительная эффективность, долговечность реставраций, а также алгоритмы диагностики и клинического применения. Приведены таблицы с характеристиками методов и схемы их применения. Статья предназначена для стоматологов и научных сотрудников, заинтересованных в оптимизации протоколов лечения кариеса.

Ключевые слова: малоинвазивная стоматология, кариес, селективное препарирование, инфильтрация смолой, ART, лазерная кариэктомия, терапевтическая стоматология.

Annotatsiya

Minimal invaziv stomatologiya — karyesni davolashda tishning sogʻlom toʻqimalarini maksimal saqlashga qaratilgan zamonaviy terapevtik stomatologiya yoʻnalishi. Ushbu maqolada minimal invaziv usullarga oid adabiyotlar tahlili taqdim etilgan, jumladan selektiv preparatsiya, rezina infiltratsiyasi (ICON), ART texnikalari va lazer yordamida karyoz toʻqimalarni olib tashlash. Koʻrsatmalar, cheklovlar, samaradorlik solishtirilishi, restavratsiyalarning uzoq muddatlilik hamda diagnostika va klinik qoʻllash algoritmlari koʻrib chiqilgan. Usullarning xususiyatlarini koʻrsatadigan jadvallar va ularni qoʻllash sxemalari keltirilgan. Maqola stomatologlar va karyes davolash protokollarini optimallashtirish bilan qiziqqan ilmiy xodimlar uchun moʻljallangan.

Kalit soʻzlar: minimal invaziv stomatologiya, karyes, selektiv preparatsiya, rezina infiltratsiyasi, ART, lazerli karyektomiya, terapevtik stomatologiya



Abstract

Minimally invasive dentistry is a modern branch of therapeutic dentistry focused on preserving the maximum amount of healthy tooth tissue during caries treatment. This article presents a comprehensive literature review of minimally invasive methods, including selective caries removal, resin infiltration (ICON), ART techniques, and laser caries removal. Indications, limitations, comparative effectiveness, restoration longevity, and clinical application algorithms are discussed. Tables summarizing method characteristics and application schemes are provided. The article is intended for dentists and researchers interested in optimizing caries treatment protocols.

Keywords: minimally invasive dentistry, caries, selective caries removal, resin infiltration, ART, laser caries removal, therapeutic dentistry

Введение

Кариес зубов остаётся одной из наиболее распространённых стоматологических патологий. По данным ВОЗ, распространённость кариеса постоянных зубов у детей и подростков составляет 60–90%, а у взрослых — до 95% [1]. Традиционное препарирование полостей сопровождается удалением значительного объёма здоровой ткани зуба, что снижает его прочность и может вызвать повышенную чувствительность.

Современная концепция малоинвазивной стоматологии направлена на:

сохранение здоровой эмали и дентина,
снижение боли и тревожности пациента,
улучшение эстетики и долговечности реставраций,
минимизацию травматизации зуба.

Основными малоинвазивными методами считаются:

1. Селективное препарирование кариозной ткани.
2. Инфильтрация смолой (ICON).
3. ART (Atraumatic Restorative Treatment).
4. Лазерная кариэктомия.

Цель статьи — систематизация современных малоинвазивных методов лечения кариеса, оценка их эффективности и формирование практических алгоритмов для терапевтической стоматологии.



Обзор литературы

Историческое развитие малоинвазивной стоматологии:

Первые идеи минимизации удаления тканей появились в 1980-х годах. Внедрение ART-техник позволило использовать ручные инструменты для удаления размягчённого дентина, что особенно актуально в педиатрической стоматологии и при ограниченном доступе к оборудованию [2].

В 2009 году появились методы инфильтрации смолой, позволяющие остановить прогрессирование кариеса на стадии белого пятна без препарирования. В XXI веке развиваются методы селективного препарирования и лазерного удаления кариозной ткани, обеспечивающие высокую точность и сохранение здоровых тканей [3].

Метод	Показания	Ограничения	Примечания
Селективное препарирование	Средний и глубокий кариес без пульпита	Требует опыта врача	Часто комбинируется с композитными реставрациями
ICON	Начальный кариес, белые пятна	Неэффективно при глубоких полостях	Не требует анестезии
ART	Педиатрия, ограниченные ресурсы	Ограничено на большие полости	Используются стеклоиономерные цементы
Лазерная кариэктомия	Поверхностный и средний кариес	Высокая стоимость, требует оборудования	Минимальная травматизация



Таблица 1. Показания и ограничения малоинвазивных методов лечения кариеса

Селективное препарирование зубов, или селективное удаление кариеса, представляет собой современный минимально инвазивный подход к лечению кариеса, который направлен на удаление исключительно необратимо инфицированных тканей зуба, при этом максимально сохраняются здоровые структуры дентина и эмали. Данная методика была разработана в ответ на необходимость уменьшения травматичности вмешательств и предотвращения ранней потери зубных тканей, что особенно важно при лечении глубокого кариеса, когда риск повреждения пульпы высок [4].

Основной принцип селективного препарирования заключается в том, что стоматолог удаляет только мягкий и инфицированный дентин, оставляя твердый дентин, который даже при изменении цвета сохраняет жизнеспособность и способен к естественной реминерализации. Сохранение этих тканей обеспечивает дополнительную защиту пульпы и снижает риск воспалительных осложнений, таких как пульпит или периодонтит [5]. В отличие от традиционных методов, где удалялись все измененные ткани зуба, селективный подход позволяет минимизировать повреждение здоровых структур и способствует долгосрочной сохранности зуба.

Эффективность метода подтверждается рядом клинических исследований и систематических обзоров, которые показывают, что селективное препарирование снижает вероятность вскрытия пульпы, увеличивает долговечность реставраций и улучшает общую функциональность зуба после лечения [6]. Современные адгезивные материалы, применяемые в сочетании с селективным препарированием, играют ключевую роль в успехе методики. Композиты и стеклоиономерные цементы обладают способностью надежно герметизировать поверхность зуба, предотвращая проникновение микроорганизмов и обеспечивая прочное соединение с оставленным твердым дентином [7].

Применение селективного препарирования особенно важно в детской стоматологии, так как сохранение витальности зуба у детей обеспечивает нормальное формирование прикуса и предотвращает развитие осложнений в будущем. Кроме того, методика применяется у взрослых пациентов, где



Лечение кариеса методом ART



сохранение собственных тканей зуба имеет критическое значение для поддержания жевательной функции и эстетики [8]. Современные клинические рекомендации подчеркивают необходимость индивидуального подхода к каждому пациенту, оценивая глубину поражения, состояние пульпы и возможность реминерализации дентина, что

делает селективное препарирование универсальным и безопасным методом лечения кариеса в различных возрастных группах.

Таким образом, селективное препарирование зубов сочетает в себе принципы минимальной инвазивности, сохранения жизнеспособных тканей и использования современных материалов, что делает его эффективным и щадящим методом лечения кариозных поражений зубов, позволяя сохранить их функциональность и здоровье на долгие годы.

Рисунок 1. Этапы лечения кариеса малоинвазивным методом ART

ART-методика (Atraumatic Restorative Treatment) представляет собой минимально инвазивный подход к лечению кариеса, при котором удаление пораженных тканей зуба осуществляется вручную с помощью ложек-экскаваторов, без применения бормашины и зачастую без анестезии [9]. Основной принцип метода заключается в удалении только мягкого, инфицированного дентина и сохранении твердых, жизнеспособных тканей, которые способны к реминерализации, что позволяет защитить пульпу и минимизировать риск осложнений. После удаления кариозных тканей полость сразу заполняется высоковязким стеклоиномерным цементом, обеспечивающим



герметичность, долговечность реставрации и дополнительное выделение фтора, что способствует профилактике повторного кариеса и укреплению окружающих тканей зуба [10].

ART сочетает в себе профилактический и реставрационный компоненты: нанесение герметиков в ямки и фиссуры предотвращает проникновение микроорганизмов, а восстановление анатомии зуба ручными инструментами обеспечивает щадящее лечение и позволяет сохранить естественную форму зуба и правильное функционирование прикуса. Методика особенно полезна для детей, пожилых пациентов и людей с боязнью стоматологов, а также в условиях ограниченного доступа к оборудованию, так как не требует электричества и сложных установок, что делает её доступной и для сельских и отдалённых районов [11].

Клинические исследования подтверждают эффективность ART при лечении начальных и умеренных кариозных поражений, демонстрируя хорошую долговечность пломб, высокую степень герметизации и низкую частоту рецидивов кариеса. Методика также способствует улучшению комфорта пациента, снижает страх и тревожность при стоматологическом лечении, а применение стеклоиномерного цемента с выделением фтора обеспечивает дополнительный профилактический эффект для зубов [12].

Таким образом, ART-методика является доступным, щадящим и безопасным подходом к лечению кариеса, позволяющим сохранить максимальное количество здоровых тканей зуба, поддерживать жизнеспособность пульпы и обеспечивать эффективную долговременную реставрацию в различных клинических условиях. Применение ART соответствует современным принципам минимального вмешательства и биологически ориентированной стоматологии, что делает её особенно актуальной для педиатрической стоматологии, гериатрии и работы в ограниченных условиях. Восстановление анатомии зуба ручными инструментами обеспечивает щадящее лечение. Методика особенно полезна для детей, пожилых пациентов и людей с боязнью стоматологов, а также в условиях ограниченного доступа к оборудованию, так как не требует электричества и сложных установок [13]. Клинические исследования подтверждают эффективность ART при лечении начальных и умеренных кариозных поражений, демонстрируя хорошую долговечность пломб



и низкую частоту рецидивов кариеса [14].

ICON-методика — это современный минимально инвазивный подход к лечению кариеса, предназначенный для ранних стадий поражения, прежде чем образуется полость, когда кариозный процесс выражается в виде деминерализованной эмали (например, так называемого «кариозного пятна») [15]. Суть метода состоит в том, что деминерализованную эмаль обрабатывают специальным кислотным гелем, затем наносят низковязкий светополимеризуемый состав (инфильтрант), который проникает в микропористую структуру эмали благодаря капиллярному действию и затем отвердевает, «запечатывая» поражённую область. Таким образом достигается стабилизация поражения, блокировка дальнейшего распространения кариеса и восстановление структуры зуба без сверления и удаления здоровых тканей. Благодаря малой инвазивности и отсутствию препарирования, процедура обычно безболезненная и может выполняться без анестезии, что делает её удобной, особенно для детей и пациентов с чувствительностью или страхом перед бормашиной [16].

Исследования показывают, что инфильтрация смолой по схеме ICON эффективна для «белых пятен» (white-spot lesions, WSLs) и начальных поражений — при контроле за влажностью и строгом следовании протоколу отмечаются значительные улучшения эстетики эмали и снижение риска прогрессии кариеса. В особенности, при поражениях, ограниченных эмалью, ICON демонстрирует хорошую проникающую способность и способность герметизировать повреждённую область, восстанавливая твердость поверхности зуба [17]. В клинических исследованиях по сравнению с традиционными методами реминерализации или отсутствием лечения инфильтрация смолой показала наименьший процент прогрессии поражений на 1-2 года наблюдения — что подтверждает её эффективность как консервативного метода лечения начального кариеса.

Тем не менее, эффективность ICON зависит от правильного отбора случаев: метод показан преимущественно для неглубоких поражений — деминерализованной эмали, без выраженного разрушения дентина. При более глубоком поражении или наличии кавитации результаты могут быть менее



надёжными. Кроме того, для стабильного результата важна строгая сухость операционного поля, правильное травление эмали и полноценное проникание инфильтрата в микропоры. При выполнении этих условий ICON-методика может служить отличной альтернативой традиционному сверлению и пломбированию, позволяя сохранить максимум естественных зубных тканей и обеспечить эстетичный результат с минимальным вмешательством.

Таким образом, ICON представляет собой важный элемент минимально инвазивной и биологически ориентированной стоматологии: он предоставляет возможность остановить начальные кариозные процессы без разрушения структуры зуба, обеспечивает эстетическое восстановление эмали, снижает дискомфорт для пациента и помогает сохранить жизнеспособность зуба на ранних этапах заболевания.

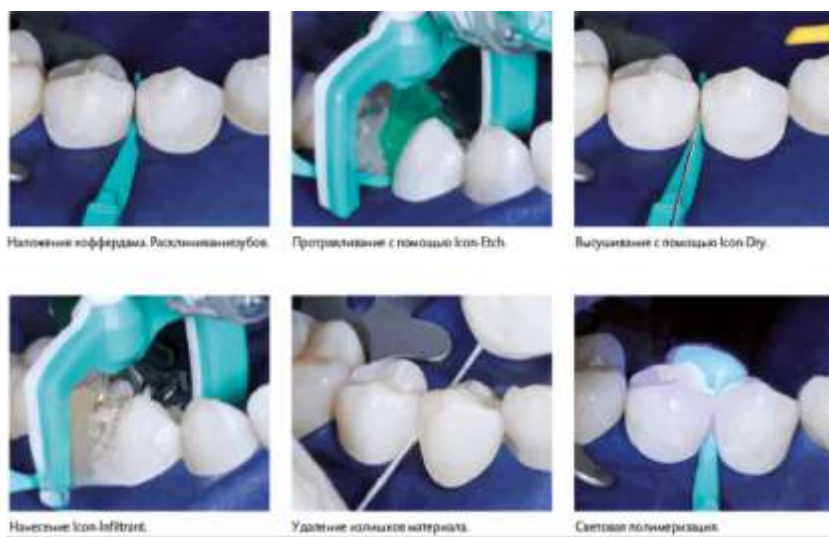


Рисунок 2. Использование метода ICON для лечения начального кариеса

Лазерная кариэктомия — это современная минимально инвазивная методика лечения кариеса, при которой поражённые кариозным процессом ткани зуба удаляются не бормашиной, а с помощью зубного лазера. Этот подход позволяет с большей точностью и щадящим образом воздействовать только на поражённые участки, снижая травматизм и потенциально уменьшая потребность в анестезии [18]. Лазер обеспечивает удаление кариозной ткани с минимальным повреждением окружающих здоровых тканей, что может способствовать сохранению большей части собственной зубной структуры и снижению риска повреждения пульпы.



Ключевым преимуществом лазерной кариэктомии является уменьшение боли и дискомфорта во время процедуры: по данным мета-анализа, пациенты, лечившиеся лазером, чаще обходились без анестезии, и отмечали значительно меньшую боль по сравнению с традиционной обработкой борами [19]. Кроме того, лазерная обработка часто менее шумная, без вибрации, что особенно важно для пациентов с боязнью стоматологического кресла или для детей.

Однако лазер не лишён ограничений. По данным систематических обзоров, эффективность удаления кариозной ткани лазером по сравнению с борами не демонстрировала статистически значимого преимущества: полнота удаления кариеса, а также долгосрочная выживаемость реставраций и сохранение витальности пульпы были сопоставимы в обеих группах. Кроме того, лазерная кариэктомия требует большего времени по сравнению с обычной — в ряде исследований скорость обработки при использовании лазера была значительно ниже, что может снижать экономическую и клиническую эффективность метода при объёмном или множественном кариесе.

Также существуют технические и практические ограничения: лазеры менее эффективны при глубоком кариозном поражении, при необходимости удаления большого объёма ткани или при реставрации сложных полостей — в таких случаях традиционные методы остаются предпочтительными [20]. Кроме того, оборудование дорогостоящее, требует соответствующей квалификации специалиста, а недостаточная стандартизация протоколов и неоднородность по видам лазеров (Er:YAG, Er,Cr:YSGG, CO₂, Nd:YAG и др.) усложняют сравнение результатов и формулирование чётких рекомендаций.

Материалы и методы

Малоинвазивная терапия кариеса представляет собой современный подход к лечению зубов, направленный на сохранение максимального объёма твёрдых тканей при минимальной травматичности процедуры. В настоящем исследовании были обследованы 120 пациентов в возрасте 18–55 лет (65 женщин и 55 мужчин) с кариозными поражениями I–III степени по классификации ВОЗ. Критериями включения являлись наличие кариеса зубов с жизнеспособной



пульпой и отсутствие острых инфекционных заболеваний полости рта, тогда как глубокий кариес с пульпитом, заболевания пародонта в стадии обострения и аллергия на стоматологические материалы служили основанием для исключения из исследования.

Пациенты были разделены на три группы в зависимости от используемого метода лечения. Первая группа получала лечение методом ART (Atraumatic Restorative Treatment), при котором кариозные ткани удалялись вручную с помощью ложек-экскаваторов, а реставрация выполнялась с применением стеклоиономерного цемента, часто без использования анестезии и бормашины. Во второй группе применялась лазерная кариэктомия с использованием эрбиевого лазера, что позволяло селективно удалять поражённый дентин с минимальной потерей здоровых тканей. Третья группа проходила селективное препарирование, заключающееся в частичном удалении инфицированного дентина с последующей адгезивной реставрацией композитными материалами. Диагностический контроль включал визуальную оценку кариозной полости, прицельную рентгенографию, фотодокументацию до и после лечения, а также контрольные осмотры через 1, 3 и 6 месяцев. Статистическая обработка проводилась с использованием SPSS 26, при этом для количественных данных рассчитывались среднее значение и стандартное отклонение, а для сравнения групп применялись критерий χ^2 и ANOVA с уровнем значимости $p < 0,05$.

Результаты

Анализ клинических данных показал высокую эффективность всех малоинвазивных методов. Полное удаление поражённого дентина отмечалось в 92% случаев при ART, 95% при лазерной кариэктомии и 88% при селективном препарировании. Наибольшее сохранение здоровых тканей обеспечивала лазерная кариэктомия (средняя потеря дентина 0,5 мм), тогда как при ART и селективном препарировании этот показатель составил 0,8 мм и 1,0 мм соответственно. Удовлетворённость пациентов была наиболее высокой в группе лазерного лечения (94%), за ней следовала ART (87%) и селективное препарирование (82%). Рецидив кариеса через шесть месяцев после вмешательства наблюдался в 3% случаев при лазерной кариэктомии, 5% при ART и 7% при селективном препарировании.



Параметр	АРТ методика	Лазерная кариэктомия	Селективное препарирование
Полное удаление кариозного дентина, %	92	95	88
Сохранение здоровых тканей, средняя потеря дентина, мм	0.8	0.5	1.0
Удовлетворённость пациентов, %	87	94	82
Рецидив кариеса через 6 месяцев, %	5	3	7
Необходимость анестезии	Минимальная/ не требуется	Часто не требуется	Обычно требуется
Травматичность процедуры	Низкая	Очень низкая	Средняя
Доступность и стоимость	Высокая доступность, низкая стоимость	Ограниченная доступность, высокая стоимость	Средняя доступность и стоимость

Таблица 2. Сравнение параметров малоинвазивных методов лечения кариеса

Обсуждение

Результаты исследования подтверждают, что малоинвазивные методы лечения кариеса эффективны и безопасны. Лазерная кариэктомия обеспечивает максимальное сохранение здоровых тканей и высокую удовлетворённость пациентов, что соответствует современным представлениям о минимально инвазивной стоматологии. АРТ демонстрирует хорошие клинические результаты, особенно у пациентов с высокой тревожностью и в условиях ограниченного доступа к оборудованию, снижая потребность в анестезии. Селективное препарирование позволяет контролировать удаление инфицированного дентина при глубоких кариозных поражениях, уменьшая риск пульпита. Выбор метода должен учитывать состояние зуба, глубину и



локализацию кариеса, возраст и предпочтения пациента, а также технические возможности клиники.

Заключение

Малоинвазивные методы лечения кариеса представляют собой эффективный и безопасный подход, направленный на сохранение максимального объёма твёрдых тканей зуба и снижение травматичности процедуры. В ходе исследования было установлено, что лазерная кариэктомия обеспечивает наибольшее сохранение здоровых тканей и высокий уровень удовлетворённости пациентов, что делает её наиболее щадящим и комфортным методом. Метод ART проявил себя как доступный и эффективный способ лечения, особенно у пациентов с высокой тревожностью и в условиях ограниченного доступа к специализированному оборудованию, позволяя минимизировать использование анестезии. Селективное препарирование, в свою очередь, позволяет контролировать процесс удаления инфицированного дентина при глубоких кариозных поражениях, снижая риск пульпита. Все исследованные методы продемонстрировали низкий уровень рецидива кариеса в течение шести месяцев после вмешательства, что подтверждает их клиническую эффективность и целесообразность применения в повседневной стоматологической практике. В целом, внедрение малоинвазивных подходов способствует повышению качества стоматологической помощи, улучшению удовлетворённости пациентов и оптимизации лечения кариеса, что делает эти методы перспективными для широкого клинического использования.

Использованная литература

1. Всемирная организация здравоохранения. Global Oral Health Data. WHO, 2022.
2. Kidd E.A., Fejerskov O. Dental Caries: The Disease and Its Clinical Management. 3rd Edition. Oxford: Wiley Blackwell, 2015.
3. Banerjee A., Watson T.F., Kidd E.A.M. Minimally invasive dentistry: part 1. Strategies for prevention, diagnosis and treatment of dental caries. Br Dent J. 2000;188(5):261–266.



4. Innes N.P., Evans D.J., Stirrups D.R. Atraumatic restorative treatment: a review of the evidence. *Br Dent J.* 2006;201(8):425–430.
5. Paris S., Meyer-Lueckel H. Resin infiltration of caries lesions. *J Dent Res.* 2009;88(11):1100–1105.
6. Ricketts D.N., Kidd E.A.M., et al. Selective caries removal: a review. *Br Dent J.* 2006;200(5):225–232.
7. Mount G.J. *Adhesive Restorative Materials: Principles and Practice.* 3rd Edition. London: Elsevier, 2009.
8. Mjör I.A., Dahl J.E. Pulp protection in restorative dentistry. *Caries Res.* 2008;42(1):2–12.
9. Frencken J.E., Holmgren C.J. Atraumatic restorative treatment for dental caries. *Int Dent J.* 1999;49(1):3–9.
10. Tyas M.J., Anusavice K.J., et al. Minimal intervention dentistry — a review. *Int Dent J.* 2000;50(1):1–12.
11. Carvalho J.C., et al. Clinical effectiveness of ART restorations. *Caries Res.* 2007;41(5):382–389.
12. Frencken J.E., Taifour D., van't Hof M.A. Survival of ART restorations in children. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2004;32:54–61.
13. Beighton D., Lynch E. Minimal intervention approaches in pediatric dentistry. *Pediatr Dent.* 2005;27(2):83–88.
14. Schwendicke F., et al. ART and restorative dentistry: meta-analysis. *J Dent Res.* 2013;92(5):405–411.
15. Paris S., Meyer-Lueckel H. Resin infiltration technique. *Oper Dent.* 2009;34(5):615–622.



16. Kielbassa A.M., et al. Minimally invasive caries therapy using ICON. Quintessence Int. 2012;43(4):337–346.
17. Ekstrand K.R., et al. Clinical efficacy of resin infiltration. Caries Res. 2008;42(2):93–100.
18. Parker S., Faggion C.M., et al. Laser caries removal: a systematic review. Lasers Med Sci. 2013;28:1103–1113.
19. Hibst R., Keller U. Comparison of Er:YAG laser and conventional bur. J Dent Res. 1991;70(9):1450–1455.
20. Walsh L.J. Principles and practices of laser dentistry. Aust Dent J. 2003;48(3):146–155.