

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ОТБЕЛИВАНИЯ ЗУБОВ НА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЭМАЛИ

Шукуров Шерзод Шухратович

СамГМУ, ассистент кафедры детской стоматологии

Аннотация.

Отбеливание зубов является одной из наиболее востребованных эстетических процедур в современной стоматологии. Наиболее распространенными средствами для химического отбеливания являются перекись водорода и перекись карбамида, которые способны проникать в твердые ткани зуба и окислять хромогенные соединения, ответственные за изменение его цвета. Несмотря на высокую эффективность процедуры, вопрос ее влияния на структуру эмали остается актуальным. Целью настоящего исследования являлась оценка современных представлений о влиянии различных методов отбеливания зубов на микротвердость, поверхностные характеристики эмали и развитие повышенной чувствительности зубов. Проведен анализ современных литературных данных, систематических обзоров и метаанализов, посвященных безопасности профессионального и домашнего отбеливания. Установлено, что при соблюдении рекомендованных концентраций и продолжительности применения отбеливающих препаратов клинически значимого повреждения эмали, как правило, не выявляется. Вместе с тем лабораторные исследования свидетельствуют о возможности небольшого временного снижения микротвердости эмали, особенно при использовании высоких концентраций перекисей, увеличении времени экспозиции и частом повторении процедур. Наиболее распространенным нежелательным эффектом является транзиторная гиперестезия зубов. Безопасность процедуры во многом определяется правильным выбором концентрации препарата, временем его контакта с зубами, состоянием эмали и десен, а также соблюдением врачебных рекомендаций. Современные

данные позволяют рассматривать профессиональное отбеливание как относительно безопасный метод эстетической стоматологии при рациональном применении.

Ключевые слова: отбеливание зубов, эмаль, перекись водорода, перекись карбамида, гиперестезия, микротвердость эмали, деминерализация, реминерализация, эстетическая стоматология.

MODERN APPROACHES TO ASSESSING THE IMPACT OF TOOTH WHITENING ON THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL INTEGRITY OF DENTAL ENAMEL

Sherzod Shukhratovich Shukurov

Samarkand State Medical University,

Assistant Professor, Department of Pediatric Dentistry

Abstract.

Teeth whitening is one of the most popular aesthetic procedures in modern dentistry. The most common chemical bleaching agents are hydrogen peroxide and carbamide peroxide, which can penetrate hard tooth tissue and oxidize chromogenic compounds responsible for discoloration. Despite the high effectiveness of this procedure, the question of its impact on enamel structure remains relevant. The aim of this study was to evaluate current understanding of the effects of various tooth whitening methods on enamel microhardness, surface characteristics, and the development of tooth sensitivity. An analysis of current literature, systematic reviews, and meta-analyses on the safety of professional and home bleaching was conducted. It was found that, when the recommended concentrations and duration of use of bleaching agents are observed, clinically significant damage to enamel is generally not observed. However, laboratory studies indicate the possibility of a slight, temporary decrease in enamel microhardness, especially when using high peroxide concentrations, prolonged exposure times, and frequent repetitions of treatments. The most common adverse effect is transient dental hypersensitivity. The safety of the procedure is largely

determined by the correct choice of concentration, the time of contact with the teeth, the condition of the enamel and gums, and adherence to the doctor's recommendations. Current data suggest that professional whitening is a relatively safe method of aesthetic dentistry when used rationally.

Keywords: teeth whitening, enamel, hydrogen peroxide, carbamide peroxide, hypersensitivity, enamel microhardness, demineralization, remineralization, aesthetic dentistry.

Введение

Эстетическая стоматология в настоящее время занимает значительное место в структуре стоматологической помощи. Одним из наиболее распространенных методов улучшения внешнего вида зубов является профессиональное и домашнее отбеливание. Изменение цвета зубов может быть обусловлено как внешними пигментами, связанными с употреблением кофе, чая, табака и других окрашивающих продуктов, так и внутренними изменениями тканей зуба. В связи с этим отбеливание рассматривается не только как косметическая процедура, но и как комплекс мероприятий, направленных на изменение оптических характеристик твердых тканей зуба.

Основными активными веществами большинства современных отбеливающих систем являются перекись водорода и перекись карбамида. Перекись водорода обладает выраженными окислительными свойствами и способна проникать через эмаль и дентин. В процессе химической реакции происходит разрушение или изменение структуры хромогенных молекул, вследствие чего уменьшается интенсивность окрашивания зубных тканей. Американская стоматологическая ассоциация указывает, что перекись водорода и перекись карбамида являются наиболее распространенными активными компонентами отбеливающих средств.

Несмотря на эффективность отбеливания, у пациентов нередко возникает вопрос о возможном повреждении эмали. Особое внимание

уделяется изменениям микротвердости, поверхностной морфологии, проницаемости и устойчивости эмали к воздействию кислот. Данные исследований неоднозначны и зависят от концентрации действующего вещества, времени воздействия, способа применения и исходного состояния зубных тканей.

Современный систематический метаанализ 2026 года, включавший исследования влияния отбеливающих препаратов на микротвердость эмали, выявил статистически небольшое снижение данного показателя. При этом авторы не обнаружили убедительных доказательств клинически значимого нарушения целостности эмали при использовании пероксидных препаратов в соответствии с рекомендованными протоколами

Другим важным аспектом безопасности является повышенная чувствительность зубов. По данным Американской стоматологической ассоциации, временная чувствительность зубов и раздражение десны относятся к наиболее распространенным побочным эффектам отбеливания. Их выраженность может возрастать при увеличении концентрации активного вещества и продолжительности контакта с зубными тканями.

Таким образом, изучение влияния отбеливания на эмаль имеет практическое значение для определения оптимальных протоколов проведения процедуры и предупреждения нежелательных явлений.

Цель исследования

Цель исследования — изучить современные научные данные о влиянии профессионального и домашнего отбеливания зубов на состояние эмали, определить основные факторы риска ее структурных изменений и оценить безопасность применения современных отбеливающих систем.

Материалы и методы исследования

В работе проведен анализ научных публикаций, систематических обзоров, метаанализов и клинических исследований, посвященных влиянию отбеливания на твердые ткани зуба. Поиск литературных данных проводился

по информационным ресурсам PubMed/MEDLINE и материалам международных стоматологических организаций.

При анализе литературы использовались ключевые термины: «tooth whitening», «tooth bleaching», «dental enamel», «hydrogen peroxide», «carbamide peroxide», «enamel microhardness», «tooth sensitivity», «demineralization» и «remineralization».

Основными критериями анализа являлись:

- влияние перекиси водорода и перекиси карбамида на эмаль;
- изменение микротвердости эмали после отбеливания;
- возникновение повышенной чувствительности зубов;
- зависимость побочных эффектов от концентрации отбеливающего препарата;
- влияние продолжительности и частоты процедур;
- различия между профессиональным и домашним отбеливанием;
- возможность восстановления минерального состава эмали после процедуры.

Особое внимание уделялось систематическим обзорам и метаанализам, поскольку данный тип исследований позволяет сопоставить результаты большого количества клинических и лабораторных работ.

Для оценки безопасности отбеливания анализировались данные о клинических проявлениях, включая чувствительность зубов и раздражение мягких тканей, а также лабораторные показатели состояния эмали — прежде всего микротвердость и поверхностные изменения.

Результаты и обсуждение

Влияние отбеливания на структуру эмали

Эмаль является наиболее минерализованной тканью организма человека и в основном состоит из кристаллов гидроксиапатита. Несмотря на высокую минерализацию, ее структура может подвергаться воздействию химических факторов. При использовании отбеливающих препаратов

перекись водорода проникает через эмаль и дентин, достигая окрашенных органических соединений.

В процессе отбеливания происходит окислительное разрушение хромофоров. В результате изменяется оптическое восприятие зуба, и он становится визуально светлее. Однако одновременно перекисные соединения могут временно изменять некоторые физико-химические характеристики поверхностного слоя эмали.

Современные экспериментальные данные свидетельствуют о небольшом снижении микротвердости эмали после воздействия пероксидных препаратов. В систематическом обзоре и метаанализе 2026 года были проанализированы 81 исследование, из которых девять вошли в количественный анализ. Объединенные результаты показали статистически значимое, но небольшое снижение микротвердости эмали. При этом авторы подчеркнули, что имеющиеся данные не свидетельствуют о клинически значимом повреждении структуры эмали при использовании отбеливающих систем в соответствии с рекомендованными протоколами.

Следовательно, понятие «повреждение эмали» необходимо рассматривать дифференцированно. Лабораторное изменение микротвердости не всегда означает клинически выраженную потерю эмали или развитие патологического процесса.

Значение концентрации отбеливающего вещества

Одним из наиболее значимых факторов безопасности является концентрация перекиси водорода. Чем выше концентрация и чем дольше препарат контактирует с зубными тканями, тем выше вероятность возникновения чувствительности и других нежелательных реакций.

Систематический обзор и метаанализ, посвященный концентрации отбеливающего геля, показал, что применение высоких концентраций перекиси водорода сопровождается более выраженной чувствительностью зубов по сравнению с использованием препаратов более низкой

концентрации. При этом существенного преимущества высокой концентрации в отношении субъективной оценки изменения цвета зубов выявлено не было.

Более современные данные подтверждают необходимость осторожного отношения к высоким концентрациям. В обзоре 2026 года показано, что низкие и средние концентрации перекиси водорода способны обеспечивать сопоставимый эффект отбеливания при меньшей выраженности чувствительности по сравнению с более высокими концентрациями.

Таким образом, повышение концентрации препарата не всегда означает пропорциональное увеличение эффективности. Рациональный выбор концентрации позволяет сохранить эффективность процедуры и одновременно снизить вероятность побочных явлений.

Повышенная чувствительность зубов

Наиболее частым нежелательным эффектом отбеливания является транзиторная гиперестезия. Пациенты могут ощущать кратковременную боль или дискомфорт при употреблении холодных, горячих, кислых или сладких продуктов.

Механизм чувствительности связывают с проникновением пероксидов в твердые ткани зуба и последующим воздействием на пульпарно-дентинный комплекс. По данным Американской стоматологической ассоциации, чувствительность может возникать уже в первые несколько дней после начала отбеливания и в большинстве случаев имеет временный характер.

Систематический обзор и сетевой метаанализ домашних систем отбеливания, опубликованный в 2025 году, показал, что более высокие концентрации перекиси карбамида и перекиси водорода могут повышать риск и интенсивность чувствительности. При этом в среднем чувствительность оставалась легкой, однако качество доказательств было оценено как низкое, что требует осторожной интерпретации результатов. (

Для уменьшения чувствительности применяются десенсибилизирующие средства, содержащие, например, соединения фтора и калия. Отдельный систематический обзор показал, что десенсибилизирующие зубные пасты могут снижать чувствительность после некоторых протоколов отбеливания.

Влияние частого отбеливания

Однократное или периодическое отбеливание под контролем специалиста существенно отличается от частого самостоятельного применения отбеливающих средств. При чрезмерно частом использовании повышается вероятность раздражения десен, чувствительности и нежелательных изменений поверхностных свойств эмали.

Особенно нежелательным является самостоятельное применение концентрированных препаратов, превышение рекомендованного времени экспозиции и повторение процедур без оценки состояния зубов.

Американская стоматологическая ассоциация отмечает, что чрезмерное использование отбеливающих продуктов может негативно влиять на эмаль и десны, а агрессивные протоколы способны приводить к изменениям поверхностной структуры зубных тканей.

Поэтому перед проведением процедуры необходимо определить причину изменения цвета зубов, исключить кариес и воспалительные заболевания пародонта, оценить состояние эмали и наличие повышенной чувствительности.

Профессиональное и домашнее отбеливание

Современные методы отбеливания условно подразделяются на профессиональные и домашние.

Профессиональное отбеливание проводится стоматологом с использованием препаратов более высокой концентрации и контролем времени воздействия. Преимуществами являются индивидуальный подбор

препарата, защита мягких тканей и возможность своевременно прекратить процедуру при появлении выраженного дискомфорта.

Домашнее отбеливание может осуществляться с использованием индивидуальных капп, полосок или других средств. Эффективность таких методов доказана, однако безопасность во многом зависит от соблюдения инструкции и правильного выбора концентрации.

Систематический обзор 2024 года, включавший 37 исследований и 1932 участников, показал, что безрецептурные системы способны обеспечивать удовлетворительный краткосрочный эффект отбеливания, однако пациентам рекомендуется учитывать возможные риски самостоятельного применения.

Роль реминерализации

После отбеливания большое значение имеет естественная способность слюны восстанавливать минеральное равновесие в поверхностных слоях эмали. Поэтому временные изменения физико-химических характеристик эмали не обязательно приводят к постоянному повреждению зуба.

Рациональная гигиена полости рта, использование фторсодержащих средств и соблюдение рекомендаций стоматолога способствуют поддержанию минеральной устойчивости эмали.

При наличии исходной деминерализации, эрозий, клиновидных дефектов, трещин эмали или выраженной гиперестезии проведение отбеливания требует особой осторожности либо предварительного лечения.

Практическое значение результатов

Полученные при анализе литературы данные позволяют сделать вывод, что вопрос о вреде отбеливания для эмали нельзя рассматривать только как «полезно» или «вредно». Определяющее значение имеют концентрация препарата, продолжительность воздействия, частота процедур, исходное состояние зубных тканей и соблюдение клинического протокола.

Современные данные показывают, что при контролируемом применении отбеливающих препаратов возможно небольшое изменение

микротвердости эмали, однако убедительных доказательств клинически значимого разрушения эмали при правильном использовании процедуры недостаточно.

Наибольшую практическую проблему представляет не сама процедура отбеливания, а неправильное и чрезмерное использование отбеливающих средств. Поэтому профессиональная диагностика перед процедурой и индивидуальный подбор режима отбеливания являются важными условиями безопасности.

Заключение

Отбеливание зубов является эффективным методом эстетической стоматологии, позволяющим изменить цвет естественных зубов за счет окисления хромогенных соединений. Основными действующими веществами современных систем являются перекись водорода и перекись карбамида.

Анализ современных литературных данных показывает, что при соблюдении рекомендованных концентраций, времени экспозиции и частоты применения отбеливание не приводит к доказанному клинически значимому разрушению эмали. Вместе с тем лабораторные исследования выявляют небольшие изменения микротвердости поверхности эмали, которые зависят от концентрации препарата и продолжительности его воздействия.

Наиболее распространенным побочным эффектом является временная повышенная чувствительность зубов. Ее вероятность увеличивается при использовании более высоких концентраций перекисных соединений. Раздражение десен также может возникать при неправильном нанесении отбеливающего геля или недостаточной защите мягких тканей.

Таким образом, отбеливание зубов можно считать относительно безопасной стоматологической процедурой при профессиональном контроле и соблюдении научно обоснованных протоколов. Для минимизации риска осложнений рекомендуется проводить предварительную стоматологическую диагностику, учитывать исходное состояние эмали и пародонта, выбирать

оптимальную концентрацию препарата и не превышать рекомендованное время воздействия.

Особенно важным является отказ от бесконтрольного и частого самостоятельного отбеливания. Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка отбеливающих систем, сочетающих высокую эффективность с минимальным воздействием на минеральный состав эмали и одновременно обеспечивающих процессы реминерализации.

Список литературы

1. Márton P., Antal M., Kiss-Dala Sz., Agócs G., Qian X., Hegyi P., Varga G., Ábrám E. Enamel damage from tooth-whitening: a systematic review and meta-analysis // *Journal of Dentistry*. — 2026. — Vol. 172. — Art. 106786. — DOI: 10.1016/j.jdent.2026.106786. — PMID: 42176771.
2. Hajeer O., Hasan A. In-office tooth bleaching protocols: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses on whitening efficacy and tooth sensitivity // *BMC Oral Health*. — 2026. — DOI: 10.1007/s44445-026-00159-7.
3. Pontes M.M.A., Gomes J.M.L., Lemos C.A.A., et al. Effect of Bleaching Gel Concentration on Tooth Color and Sensitivity: A Systematic Review and Meta-analysis // *Operative Dentistry*. — 2020. — Vol. 45, No. 3. — P. 265–275. — DOI: 10.2341/17-376-L.
4. Kielbassa A.M., Maier M., Gieren A.K., Eliav E. Tooth sensitivity during and after vital tooth bleaching: A systematic review on an unsolved problem // *Quintessence International*. — 2015. — Vol. 46, No. 10. — P. 881–897. — DOI: 10.3290/j.qi.a34700.
5. Tredwin C.J., Naik S., Lewis N.J., Scully C. Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: review of adverse effects and safety issues // *British Dental Journal*. — 2006. — DOI: 10.1038/sj.bdj.4813423.