



Местное применение фторидов при флюорозе зубов: риск кариеса, эффективность фторсодержащих паст и обоснованность отказа от фтора (нарративный обзор)

О.В. Гуленко*

Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Флюороз зубов (ФЗ) – гипоминерализация эмали, вызванная избыточным системным поступлением фтора/фторида (F) в критические периоды амелогенеза. Эндемичен для регионов с высоким F в воде (>1.5 ppm), включая Подмосковье и Мордовию в РФ, но возможен и в неэндемичных зонах (альтернативные источники фторидов). Исторически считалось, что зубы с ФЗ устойчивы к кариесу, однако современные данные опровергают это, указывая на повышенный риск развития кариеса. Цель – оценить научную обоснованность ограничения фторсодержащих средств гигиены у пациентов с ФЗ и определить преимущества/риски их местного применения для профилактики кариеса в данной группе. **Материалы и методы.** Проведен поиск в базах PubMed, EMBASE, MEDLINE, Springer, Wiley Online Library, ResearchGate, eLIBRARY за 30 лет. Ключевые слова: «флюороз зубов», «кариес зубов», «гипоминерализация», «фторид», «зубная паста», «восприимчивость к кариесу», «дефекты эмали», «буферная емкость слюны», «пищевые привычки». Из 265 выявленных статей отобрано 26 релевантных исследований для полнотекстового анализа. **Результаты.** Пациенты с флюорозом имеют высокий риск развития и быстрого прогрессирования кариеса зубов вследствие изменения структуры эмали, снижения минерализации и повышенной хрупкости эмали. Распространенность кариеса увеличивается с тяжестью флюороза, независимо от концентрации фтора в питьевой воде. Местное применение фторидов у детей и взрослых с флюорозом необходимо для компенсации повышенного риска кариеса. Местные фториды не усугубляют флюороз и являются основой защиты таких зубов после прорезывания. **Заключение.** Ограничение местных фторидов при ФЗ не имеет убедительного научного обоснования и может снижать уровень защиты зубов от кариеса. Рекомендации избегать фторсодержащих паст во многом связаны с отождествлением системного патогенеза ФЗ и местного действия фтора, а также опираются на устаревшие представления.

Ключевые слова: флюороз зубов, деминерализация, кариес зубов, фторид, зубная паста, гипоминерализация
Для цитирования: Гуленко ОВ. Местное применение фторидов при флюорозе зубов: риск кариеса, эффективность фторсодержащих паст и обоснованность отказа от фтора (нарративный обзор). *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2026;26(1):4-10. <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2026-991>

***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Гуленко Ольга Владимировна, кафедра хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Краснодарского государственного медицинского университета, 350063, ул. Митрофана Седина, д. 4, г. Краснодар, Российская федерация. Для переписки: olga.gulenko@mail.ru

Конфликт интересов: Гуленко О. В. является членом редакционной коллегии журнала «Стоматология детского возраста и профилактика», но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Благодарности: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования. Индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Topical fluoride use in dental fluorosis: caries risk, fluoride toothpaste effectiveness, and whether fluoride avoidance is justified: a narrative review

O.V. Gulenko*

Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. Dental fluorosis (DF) is an enamel hypomineralization caused by excessive systemic fluoride intake during critical periods of amelogenesis. It is endemic in regions with high fluoride levels in drinking water (>1.5 ppm), including the Moscow Region and the Republic of Mordovia in the Russian Federation, but may also occur in non-endemic areas because of alternative sources of fluoride exposure. Historically, teeth affected by dental fluorosis were considered resistant to dental caries; however, current evidence refutes this view and indicates an increased caries risk. Objective: To assess whether restricting fluoride-containing oral hygiene products in patients with dental fluorosis is scientifically justified and to evaluate the benefits and risks of their use for caries prevention in this population. **Materials and methods.** A literature search covering the past 30 years was performed across PubMed, EMBASE, MEDLINE, Springer, Wiley Online Library, ResearchGate, and eLIBRARY using the following search terms: dental fluorosis, dental caries, hypomineralization, fluoride, toothpaste, caries susceptibility, enamel defects, salivary buffering capacity, and dietary habits. Of the 265 identified articles, 26 relevant studies were selected for full-text analysis. **Results.** Patients with dental fluorosis are at increased risk of dental caries and rapid lesion progression because of altered enamel structure, reduced mineralization, and increased enamel fragility. Caries prevalence increases with fluorosis severity regardless of fluoride concentration in drinking water. Topical fluoride use in children and adults with dental fluorosis is important for counteracting this increased caries risk. Topical fluorides do not worsen fluorosis and remain the main preventive measure for affected teeth after eruption. **Conclusion.** Restricting topical fluoride use in dental fluorosis is not supported by convincing scientific evidence and may reduce protection against dental caries. Recommendations to avoid fluoride-containing toothpastes appear to stem largely from conflating the systemic pathogenesis of dental fluorosis with the topical effects of fluoride, as well as from outdated concepts.

Keywords: dental fluorosis, dental caries, fluoride, toothpaste, enamel hypomineralization, demineralization

For citation: Gulenko O.V. Topical fluoride use in dental fluorosis: caries risk, fluoride toothpaste effectiveness, and whether fluoride avoidance is justified: a narrative review. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2026;26(1): 4-10. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2026-991>

***Corresponding author:** Olga V. Gulenko, Department of the Oral and Maxillofacial Surgery, Kuban State Medical University, 4 Mitrofana Sedina Str., Krasnodar, Russian Federation, 350063. For correspondence: olga.gulenko@mail.ru

Conflict of interests: O. V. Gulenko is a member of the Pediatric dentistry and dental prophylaxis journal's editorial board but was not involved in the decision-making process regarding the publication of this article. The article underwent the standard peer-review process of the journal. The authors have declared no other conflicts of interest.

Acknowledgments: The authors declare that there was no external funding for the study. There are no individual acknowledgments to declare.

ВВЕДЕНИЕ

Флюороз зубов, обусловленный избыточным поступлением фтора в организм, представляет серьезную проблему, особо распространенную в регионах с высоким уровнем содержания фтора в питьевой воде. На территории России зафиксировано чуть более 20 таких регионов: самый большой эндемический очаг флюороза в Подмоскowie, самый тяжелый по формам из-за высокого содержания фтора (до 10 мг) – Мордовия. При множественном регрессионном анализе переменная «возраст при знакомстве с водой с умеренным или высоким содержанием фтора» оказалась единственным значимым фактором риска, связанным с флюорозом зубов, а визуально обнаруживаемые изменения эмали, характерные для флюороза зубов, связаны с уровнем фторида в воде, превышающим 1,5 ppm [1].

Однако возникновение флюороза возможно и у детей из неэндемичных районов при оптимальных уровнях фтора в грунтовых водах. Основные причины этого явления:

– в частных домовладениях используют воду из скважин/колодцев, где уровень фторидов в воде в разных водоносных пластах может значительно ва-

рывать (от минимального до критически высокого);

– у жителей жарких климатических зон повышено потребление воды, что также повышает риск развития флюороза даже при пограничных значениях фтора в воде;

– следует учитывать основные антропогенные источники выбросов фторидов, такие как производство алюминия, криолитов, фосфорных удобрений, стекла, ТЭС, использующие уголь как топливо.

«Критическое окно» для развития флюороза зубов в ответ на чрезмерное потребление фторида колеблется от рождения до 6 лет. Таким образом, чрезмерное потребление фторида вне амелогенеза не приводит к флюорозу зубов [2].

Однако кумулятивное потребление фторида может начаться в пренатальном периоде, и флюороз возникает не только из-за потребления во время наиболее критической ранней стадии созревания развития эмали, но и при более раннем поступлении фторида во время секреторной стадии. Согласно этой точке зрения, многие периоды можно считать критическими в развитии флюороза, а не только вышеприведенное «окно возможностей». Ряд исследований убедительно показывают, что постнатальный

период 6–9 месяцев является наиболее важным при развитии флюороза, что обычно соответствует ранней стадии созревания вторых временных моляров, а пренатальный период, 2-3 триместр, – это начало амелогенеза временных резцов, клыков, первых моляров [3, 4]. Причем во временном прикусе наблюдаются самые слабые уровни гипоминерализации за счет флюороза, в отличие от постоянных зубов. Эти различия между временными и постоянными зубами обусловлены тем, что фаза минерализации временных зубов короче, чем у постоянных зубов.

Таким образом, более высокая распространенность флюороза зубов на пришеечной трети временных вторых моляров может быть связана с постнатальным воздействием фторида, а других временных зубов – с пренатальным. Однако редкая частота флюороза зубов среди временных резцов объясняется тем, что плацентарные ткани действуют как регулирующий фактор концентрации фторида в крови плода, хотя непроницаемость плаценты для фтора – это давно развеянный миф [5]. Еще одна причина редкой частоты флюороза временных зубов лежит в сфере человеческого фактора: он сложнее распознается, в отличие от флюороза постоянных зубов, особенно при легкой степени и неочевидных внешних признаках на ярко-белой эмали временных зубов. Тем не менее, ранняя диагностика очень важна, потому что флюороз временных зубов может быть связан с его возникновением на постоянных зубах.

Долгое время считалось, что постоянные зубы с флюорозом не подвержены кариесу. Однако еще до того, как это стало мейнстримом научного мнения, Smith M. C. с соавторами уже в 1940 году писал: «...имеются многочисленные доказательства того, что крапчатые зубы, хотя они и более устойчивы к кариесу, структурно слабы, и что, к сожалению, когда кариес все же начинается, результат часто бывает катастрофическим...» [6]. К концу XX столетия таких свидетельств стало появляться все больше, в том числе в отечественной литературе [7-11]. Эпидемиологические исследования демонстрируют противоречивые выводы относительно распространенности кариеса у детей с флюорозом зубов, что может объясняться разной восприимчивостью детей с флюорозом к кариесу зубов [11].

Золотым стандартом профилактики кариеса и лечения начальных форм поражений общепризнанно считаются фториды. Однако и сам флюороз обусловлен хроническим потреблением чрезмерного количества фтора во время развития зубов. Таким образом, возникает парадоксальная ситуация: зубам с флюорозом необходимо обеспечить эффективную защиту от кариеса посредством фторсодержащих препаратов. Это на первый взгляд «противоречие» создает серьезный когнитивный диссонанс для практикующих врачей-стоматологов, особенно на фоне противоречивых мнений, рекомендаций, инструкций и всего прочего, на что мы привыкли ориентироваться в еже-

дневной клинической практике. По данным опросов детских стоматологов, в среднем не менее половины врачей опасаются назначать фторсодержащие пасты пациентам с ФЗ. Настоящий обзор направлен на систематизацию научных данных и выработку четких рекомендаций относительно целесообразности ограничения фторида при уходе за зубами пациентов с установленным диагнозом флюороза.

Цель исследования – проанализировать научную обоснованность ограниченного использования фторсодержащих средств гигиены у пациентов с флюорозом зубов, а также выявить преимущества и возможные риски местного применения фторидов для профилактики кариеса у данной группы пациентов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методология выполнения нарративного обзора основывалась на критериях качества шкалы SANRA (Scale for the Assessment of Narrative Review Articles). Поиск релевантных публикаций проводился в базах данных PubMed, EMBASE, MEDLINE, Springer, Wiley Online Library, ResearchGate, eLIBRARY с использованием ключевых слов и словосочетаний «флюороз зубов», «кариес зубов», «гипоминерализация», «восприимчивость к кариесу», «зубная паста», «фторид», «дефекты эмали», «буферная емкость слюны», «пищевые привычки» на английском и русском языке (в зависимости от базы данных). Статьи анализировались на предмет потенциально подходящих исследований для дальнейшего изучения: приоритет отдавался статьям с четким дизайном исследования, надежными данными и прозрачными методами, из рецензируемых журналов с прозрачной редакционной политикой, учитывалась экспертность авторов в изучаемой области. Все статьи оценивались в полнотекстовом варианте. Исключались публикации клинических случаев и серии случаев, письма в редакцию, комментарии, мнения, краткие сообщения, тезисы конференций, абстракты без полнотекстовых данных, публикации низкого методологического качества, не рецензируемые источники и «серая» литература. Из 265 статей были отобраны 26 исследований. Глубина поиска – 30 лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Механизм формирования флюороза зубов. ФЗ – это подповерхностная гипоминерализация эмали (пористость), характеризующаяся появлением пятен от желтого до темно-коричневого цвета, которые распространяются к эмалево-дентинному соединению по мере увеличения тяжести поражения [12].

Развитие флюороза зависит от дозы, продолжительности и момента воздействия фторида (ранняя стадия созревания эмали особенно чувствительна к воздействию фторида) [13]. Избыток фторида

приводит к повышению уровня белка в эмали и ее размягчению за счет снижения секреции протеазы (отвечает за распад белка) на стадии созревания. В стадии созревания (вторичной минерализации) эмаль претерпевает дальнейшее обызвествление, которое происходит не только в результате дополнительного включения в ее состав минеральных солей, но и путем удаления большей части органического матрикса, который, благодаря избытку фторида, не только не удаляется, а напротив, его количество увеличивается [13]. Иными словами, в эмали просто не остается места для «правильных» минералов, а точнее, основным соединением флюорозного очага становится CaF_2 (нерастворимое соединение), в то время как основной структурной единицей здоровой эмали является кристалл гидроксиапатита [14].

При этом влияние фторида на формирование эмали является кумулятивным, не требующим определенной пороговой дозы, и зависит от общего потребления фторидов из всех источников и продолжительности воздействия фторида [15]. Таким образом, единственный эпизод проглатывания содержимого тюбика зубной пасты не обеспечивает той кумулятивной нагрузки фторидом, которая необходима для формирования флюороза зубов.

Кариес и флюороз: уязвимость или защита? Несмотря на ранее бытовавшее мнение о повышенной устойчивости зубов с флюорозом к кариесу, современные научные данные показывают, что такие зубы имеют сниженную прочность структуры и высокую склонность к быстрому прогрессированию кариеса при его возникновении [7-11, 16]. Причем, независимо от концентрации фтора в питьевой воде, исследователи связывают распространенность кариеса с увеличением тяжести флюороза зубов [11, 16].

Другим важным аргументом, оспаривающим точку зрения, согласно которой «флюороз укрепляет зубы», стало понимание того, что лишь одно увеличение количества фторида в эмали само по себе не обеспечивает выраженного снижения кариесогенного риска, поскольку основное значение имеет поддержание концентрации фторид-ионов в слюне и зубном налете на уровне, превышающем базовый [17]. Итак, основным преимуществом фтора теперь считается его непосредственное нанесение на внешнюю поверхность зубов, а не накопление внутри эмали при системном поступлении в организм. Таким образом, основной механизм, согласно которому ранее предполагалось, что флюороз укрепляет зубы благодаря накоплению фтора, ныне признан несущественным для защиты от кариеса. Более того, исходя из приведенных выше доводов, этот процесс может приводить к ослаблению эмали [7-11, 16, 17, 21].

Используя проверенную модель циклирования pH [18] для устранения возможных экспериментальных пробелов в предыдущих исследованиях, Marín et al. (2016) показали, что эмаль с более выраженным флюорозом (TF3-4, индекс Thylstrup, Fe-

jerskov) была менее устойчива к деминерализации, чем здоровая эмаль (TF0), хотя концентрация фторида во флюорозной эмали была значительно выше, чем в здоровой. По мнению авторов, более высокая пористость эмали зубов с TF3-4 может быть причиной повышенной деминерализации, поскольку сама пористость облегчает диффузию кислоты в эмаль, а также способствует увеличению площади, растворимой кислотами [19].

Таким образом, пациентов с флюорозом можно отнести к группе риска возникновения кариеса зубов. При этом кариес на зубах с флюорозом объясняется теми же закономерностями, что и на зубах без флюороза: ключевую роль играет кариесогенная микробиота в условиях неудовлетворительной гигиены полости рта и других модифицируемых факторов.

Способны ли фториды при местном использовании ухудшить состояние эмали при ФЗ? Известно, что фтор препятствует развитию кариозных поражений, уменьшая деминерализацию и усиливая реминерализацию, которая происходит при накоплении биопленки на поверхностях зубов, подверженных воздействию пищевых сахаров [20]. Подобно ранним кариозным поражениям, флюорозная эмаль представляет собой пористую и гипоминерализованную подповерхностную область. Однако, в отличие от ранних кариозных поражений, флюорозные зубы изначально, при прорезывании, имеют гипоминерализованную эмаль, тогда как эмаль с кариозными поражениями реструктурируется в результате кариозного процесса. Кроме того, диффузия фторида через пористую флюорозную эмаль может отличаться от диффузии этого иона в кариозные поражения. Физико-химическое действие фторида на остановку развития ранних кариозных поражений ограничено, но, учитывая ранее описанные различия, фторид может быть более эффективен на флюорозной эмали [22].

Исследования Almeida L. F. et al. (2019) показали, что фторид способен диффундировать по всей протяженности флюорозной эмали, что объясняет эффективность фторида в предотвращении дальнейшей деминерализации, вызванной кариесом, и подтвердили, что при отсутствии обработки фторидами флюорозная эмаль менее устойчива к кариесу, чем эмаль зубов без флюороза [22]. Ранее полученные результаты по деминерализации зубов с флюорозом *in vitro*, в отсутствие локального воздействия фторида, подтверждают мнение о том, что фтор, инкорпорированный в эмаль до прорезывания зубов, не способен защитить фторидную эмаль от повышенной деминерализации, вызванной кариесом [19]. Эти данные подтверждают современную концепцию о том, что противокариозный эффект фторида является локальным и проявляется после прорезывания зубов [22]. Результаты упомянутых исследований показывают, что детям с установленным флюорозом зубов можно рекомендовать чистку зубов пастами с фторидами для компенсации сниженной устойчивости флюорозной эмали к деминерализации [19, 20, 22].

В ходе анализа релевантных публикаций не выявлено *in vitro* или *in situ* исследований, демонстрирующих усугубление клинической картины или степени тяжести флюороза зубов при использовании фторсодержащих зубных паст.

Средства гигиены при флюорозе. С точки зрения того, что флюороз зубов уже ассоциирован с кариесом либо повышает риск его возникновения, в зубных пастах для таких пациентов в качестве активных ингредиентов должны присутствовать ключевые участники реминерализации – фториды, кальций и неорганический фосфат. Хорошо известно, что противокариозное действие фторидов при местном применении опосредуется за счет трех механизмов: реминерализация эмали, предотвращение деминерализации, ингибирование роста кариесогенных бактерий [23]. Именно поэтому действие фтора в процессе реминерализации следует рассматривать как золотой стандарт, с которым должны конкурировать другие системы реминерализации, как отдельно, так и в сочетании с фтором [24]. Технологии реминерализации для неинвазивного лечения начальных форм кариеса на основе фосфата кальция могут рассматриваться в качестве дополнительных методов лечения к терапии фторидами [11]. Идеальный реминерализующий материал должен диффундировать или доставлять кальций и фосфат в (под)поверхностный участок поражения или усиливать реминерализационные свойства слюны, не увеличивая риск образования зубного камня [24]. Стабилизированный фосфат кальция, согласно исследованиям, генерирует самые высокие уровни биодоступного кальция и неорганического фосфата и в сочетании с фторидом обеспечивает максимальный уровень реминерализации подповерхностных поражений (напомним, что сам фторид работает исключительно на поверхности, а в сочетании с биодоступными уровнями кальция и неорганического фосфата образует так называемые «нейтральные ионные пары», позволяющие диффундировать значительно глубже) [24].

В *in vitro* исследовании были изучены потенциальные различия между кариозными поражениями, возникшими на флюорозной и здоровой эмали, с точки зрения их чувствительности к фториду в условиях реминерализации. Авторы показали, что поражения, созданные в эмали с умеренным флюорозом (в сравнении с поражениями, созданными в здоровой эмали), были более склонны к реминерализации в присутствии фторида, чем в его отсутствие. Кроме того, поражения, созданные в эмали с умеренным флюорозом, демонстрировали более эффективную реминерализацию в присутствии фторида, чем поражения, созданные в здоровых зубах [9]. Иными словами, кариозные поражения флюорозных зубов более подвержены прогрессированию кариеса, но лучше реагируют на фторид, в сравнении с кариесом зубов без флюороза.

В ходе работы не найдено исследований, показывающих отрицательное влияние зубной пасты с фторидами на течение флюороза зубов. У прорезавшихся зубов эмаль является полностью сформированной структурой, и местное применение фторсодержащих зубных паст, воздействие которых ограничивается поверхностью эмали при соблюдении рекомендуемых режимов использования, не рассматривается как фактор, приводящий к развитию флюороза или усилению его выраженности [11]. Более того, участки эмали зуба вне флюорозных очагов будут защищены местным действием фторидов. Чтобы минимизировать риск флюороза у детей до 6 лет, сохраняя оптимальную и эффективную концентрацию фторида в зубной пасте (1000 ppm), наилучшим подходом является использование правильных рекомендованных количеств (до 2 лет мазок пасты размером с рисовое зерно, 2-6 лет – размером с горошину).

Анализ литературы позволяет предположить, что распространенные рекомендации по ограничению использования фторсодержащих средств гигиены при флюорозе зубов во многом связаны с отождествлением этиологических аспектов флюороза с механизмом действия местных фторидов после прорезывания зубов. Этому, вероятно, способствовали устаревшие теоретические представления, визуальные ассоциации, сложность интерпретации биохимических процессов и неоднозначное прочтение отдельных исследований, посвященных риску флюороза при использовании высококонцентрированных фторсодержащих добавок у детей младше 6 лет, где речь идет преимущественно о системной нагрузке, а не о стандартных гигиенических средствах [25, 26].

С учетом имеющихся данных местное применение фторидов не рассматривается как фактор, способный неблагоприятно модифицировать уже сформированную гипоминерализованную эмаль при флюорозе. Визуальное сходство флюорозных пятен (особенно темных) с кариозными поражениями или эстетическими дефектами может вызывать опасения у пациентов и врачей относительно возможного усиления выраженности пятен при использовании фторидов, однако в доступных публикациях не выявлено убедительных данных, подтверждающих такое влияние.

Маркетинговые стратегии производителей безфтористых зубных паст, апеллирующие к концепции «натуральности» и позиционирующие такие средства, как более безопасные для пациентов с флюорозом, могут способствовать сохранению практики необоснованного отказа от фторидов, несмотря на данные о повышенном риске кариеса у этой группы пациентов. Позиционирование таких средств как «альтернативы» для людей с флюорозом нередко опирается на подчеркивание роли кальция и фосфатов в минерализации, при этом значение фтора как ключевого компонента эффективной реминерализации при флюорозе освещается недостаточно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фтор, инкорпорированный в эмаль зуба до его прорезывания, не является значимым фактором защиты от кариеса и может ослаблять структуру эмали при флюорозе. Пациенты с флюорозом имеют высокий риск развития и быстрого прогрессирования кариеса зубов вследствие изменения структуры эмали, снижения минерализации и повышения ее хрупкости. Распространенность кариеса увеличивается с тяжестью флюороза, независимо от концентрации фтора в питьевой воде. Рекомендации по составу средств гигиены для детей и взрослых при флюорозе: обязательные компоненты – фториды, желательные компоненты – кальций и неорга-

нический фосфат. Местные фториды не усугубляют флюороз зубов и являются основой их защиты после прорезывания.

Таким образом, имеющиеся доказательства не подтверждают целесообразность ограничения местного применения фторидов у пациентов с флюорозом зубов и, напротив, указывают на необходимость их использования для снижения кариесогенного риска. В условиях ограниченного регулирования сегмента средств гигиены полости рта актуален более взвешенный подход к врачебным рекомендациям, основанный на критической оценке имеющихся доказательств и открытом обсуждении потенциальных рисков и преимуществ фторсодержащих зубных паст для пациентов с флюорозом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Bårdsen A, Bjorvatn K. Risk periods in the development of dental fluorosis. *Clin Oral Investig.* 1998;2(4):155-160.
<https://doi.org/10.1007/s007840050063>
2. Mascarenhas AK. Risk factors for dental fluorosis: a review of the recent literature. *Pediatr Dent.* 2000;22(4):269-277. Режим доступа / Available from:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10969430/>
3. Levy SM, Hillis SL, Warren JJ, et al. Primary tooth fluorosis and fluoride intake during the first year of life. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2002;30(4):286-295.
<https://doi.org/10.1034/j.1600-0528.2002.00053.x>
4. Warren JJ, Kanellis MJ, Levy SM. Fluorosis of the primary dentition: what does it mean for permanent teeth? *J Am Dent Assoc.* 1999;130(3):347-356.
<https://doi.org/10.14219/jada.archive.1999.0204>
5. Castiblanco-Rubio GA, Martinez-Mier EA. Fluoride Metabolism in Pregnant Women: A Narrative Review of the Literature. *Metabolites.* 2022;12(4):324.
<https://doi.org/10.3390/metabo12040324>
6. Smith MC, Smith HV. Observations on the Durability of Mottled Teeth. *Am J Public Health Nations Health.* 1940;30(9):1050-1052.
<https://doi.org/10.2105/ajph.30.9.1050>
7. Кисельникова ЛП, Богомолова СС. Распространенность и интенсивность кариеса постоянных зубов у детей, проживающих в очаге эндемического флюороза. *Стоматология детского возраста и профилактика.* 2008;7(4):6-11. Режим доступа:
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11644878>
Kiselnikova L.P., Bogomolova S.S. The prevalence and the intensity of dental caries in permanent teeth of children, living in the area of endemic fluorosis. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis.* 2008;7(4):6-11 (In Russ.). Available from:
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11644878>
8. Кисельникова ЛП, Богомолова СС. Изучение исходного уровня минерализации и уровня функциональной резистентности эмали постоянных зубов у детей, проживающих в очаге эндемического флюороза. *Институт стоматологии.* 2010;(2):56-57. Режим доступа:
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15267653>
Kiselnikova L.P., Bogomolova S.S. Study of basic value of mineralization and enamel functional resistance in permanent teeth of children, living in the area of endemic fluorosis. *The Dental Institute.* 2010;(2):56-57 (In Russ.). Available from:
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15267653>
9. Alhawij H, Lippert F, Martinez-Mier EA. Relative fluoride response of caries lesions created in fluorotic and sound teeth studied under remineralizing conditions. *J Dent.* 2015;43(1):103-109.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.10.014>
10. García-Pérez Á, Irigoyen-Camacho ME, Borges-Yañez SA, Zepeda-Zepeda MA, Bolona-Gallardo I, Maupomé G. Impact of caries and dental fluorosis on oral health-related quality of life: a cross-sectional study in schoolchildren receiving water naturally fluoridated at above-optimal levels. *Clin Oral Investig.* 2017;21(9):2771-2780.
<https://doi.org/10.1007/s00784-017-2079-1>
11. Li Q, Shen J, Qin T, Zhou G, Li Y, Chen Z, et al. A Qualitative and Comprehensive Analysis of Caries Susceptibility for Dental Fluorosis Patients. *Antibiotics (Basel).* 2021;10(9):1047.
<https://doi.org/10.3390/antibiotics10091047>
12. Zhang K, Lu Z, Guo X. Advances in epidemiological status and pathogenesis of dental fluorosis. *Front Cell Dev Biol.* 2023;11:1168215.
<https://doi.org/10.3389/fcell.2023.1168215>
13. DenBesten PK. Biological mechanisms of dental fluorosis relevant to the use of fluoride supplements. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1999;27(1):41-47.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1999.tb01990.x>
14. Yadav A, Kumari N, Kumar R, Kumar M, Yadav S. Fluoride distribution, contamination, toxicological effects and remedial measures: a review. *Sustain. Water Resour. Manag.* 2023;9:150.
<https://doi.org/10.1007/s40899-023-00926-y>

15. Aoba T, Fejerskov O. Dental fluorosis: chemistry and biology. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2002;13(2):155-170. <https://doi.org/10.1177/154411130201300206>
16. Wondwossen F, Astrøm AN, Bjorvatn K, Bårdsen A. The relationship between dental caries and dental fluorosis in areas with moderate- and high-fluoride drinking water in Ethiopia. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2004;32(5):337-344. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.2004.00172.x>
17. Recommendations for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States. Centers for Disease Control and Prevention. *MMWR Recomm Rep*. 2001;50(RR-14):1-42. Режим доступа / Available from: <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr5014a1.htm>
18. Argenta RM, Tabchoury CP, Cury JA. A modified pH-cycling model to evaluate fluoride effect on enamel demineralization. *Pesqui Odontol Bras*. 2003;17(3):241-246. <https://doi.org/10.1590/s1517-74912003000300008>
19. Marín LM, Cury JA, Tenuta LM, Castellanos JE, Martignon S. Higher Fluorosis Severity Makes Enamel Less Resistant to Demineralization. *Caries Res*. 2016;50(4):407-413. <https://doi.org/10.1159/000447270>
20. Cury JA, de Oliveira BH, dos Santos AP, Tenuta LM. Are fluoride releasing dental materials clinically effective on caries control? *Dent Mater*. 2016;32(3):323-333. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.12.002>
21. Featherstone JD. The science and practice of caries prevention. *J Am Dent Assoc*. 2000;131(7):887-899. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2000.0307>
22. Almeida LF, Marín LM, Martínez-Mier EA, Cury JA. Fluoride Dentifrice Overcomes the Lower Resistance of Fluorotic Enamel to Demineralization. *Caries Res*. 2019;53(5):567-575. <https://doi.org/10.1159/000499668>
23. Griffin SO, Regnier E, Griffin PM, Huntley V. Effectiveness of Fluoride in Preventing Caries in Adults. *Journal of Dental Research*. 2007;86(5):410-415. <https://doi.org/10.1177/154405910708600504>
24. Amaechi BT, van Loveren C. Fluorides and non-fluoride remineralization systems. *Monogr Oral Sci*. 2013;23:15-26. <https://doi.org/10.1159/000350458>
25. Rasines G. Using a fluoridated supplement with a high fluoride concentration in children aged under 6 years may increase the risk of fluorosis. *Evid Based Dent*. 2010;11(1):8-9. <https://doi.org/10.1038/sj.ebd.6400699>
26. Wong MC, Glenny AM, Tsang BW, Lo EC, Worthington HV, Marinho VC. Topical fluoride as a cause of dental fluorosis in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010;2010(1):CD007693 <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007693.pub2>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Автор, ответственный за связь с редакцией:

Гуленко Ольга Владимировна, доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Краснодарского государственного медицинского университета, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: olga.gulenko@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5257-903X>

Вклад авторов в работу. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Гуленко О. В. – разработка концепции, разработка методологии, проведение исследования, формальный анализ, написание рукописи

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Corresponding author:

Olga V. Gulenko, DMD, PhD, DSc, Professor, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

For correspondence: olga.gulenko@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5257-903X>

Поступила / Article received 05.01.2026

Поступила после рецензирования / Revised 01.03.2026

Принята к публикации / Accepted 18.03.2026

Authors' contribution. All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agree to take responsibility for all aspects of the work: O. V. Gulenko – conceptualization, methodology, investigation, formal analysis, writing.