DOI: https://doi.org/10.17816/mechnikov635585 EDN: DAFWVG

Эффективность использования средств профилактики кариеса у пациентов с высоким уровнем минерализации постоянных зубов

А.П. Лимина, Е.А. Сатыго

Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Кариес зубов — одно самых распространенных заболеваний, выявляемое у 95–98% населения планеты, что представляет собой серьезную проблему здравоохранения. С 1980-х гг. многие исследования показывают, что от минерализации эмали зубов при прорезывании зависит их кариесрезистентность. Важный этап в формировании стоматологического статуса ребенка — созревание эмали, поскольку в этот период наиболее высока вероятность поражения зубов кариесом. Некоторые исследователи предполагают, что развитие зубов не зависит от внешних факторов, и в основном его контролирует генетика, в то время как другие считают, что оно также подвержено влиянию внешних факторов. Мероприятия для профилактики кариеса зубов изучены неоднократно, однако данные о профилактических средствах для зубов с высокой минерализацией противоречивы.

Цель — определить клинические, морфологические критерии высокоминерализованных зубов и изучить эффективность использования средств профилактики кариеса у пациентов с высокоминерализованными постоянными зубами.

Методы. Первый этап исследования включал определение клинических и морфологических показателей зубов, удаленных по ортодонтическим показаниям, у детей с 9 до 15 лет. Затем пациентам, использующим препараты, содержащие кальций и фосфор, гидроксиапатит или не применяющим их, в течение года проводили следующие обследования: оценку индекса КПУ (кариес, пломбы, удаленные), тест эмалевой резистентности, количественную светоиндуцированную флюоресценцию.

Результаты. В исследовании приняли участие 86 человек. Уточнены клинические и морфологические критерии высокоминерализованных зубов.

Клинические критерии: эмаль фиссур плотная, гладкая и блестящая, фиссуры открытого типа, желобовидные, плотная и гладкая поверхность эмали в пришеечной, язычной и апроксимальной областях, отсутствие дефектов эмали в виде пятен, пигментаций, зубы прорезались в срок и симметрично, правильной анатомической формы, определен высокий уровень кислотоустойчивости. При этом средняя потеря флуоресценции, связанная с потерей минерального состава эмали (ΔF) — в пределах от −2,3±0,05 до 0%, показатель по Simple Hygiene Score — от 0 до 1,12±0,03 балла, показатель по тесту эмалевой резистентности — до 26,31±2,03%.

Морфологические критерии: эмалевые отверстия размером не более 2 мкм, глубина проникновения эмалевых мостиков в дентин — до 5–10 мкм, в каждом эмалевом мостике до 5–6 эмалевых туннелей с повышенной плотностью и меньшим диаметром, на срезе нет изменений по всей длине поверхности эмали, весь рисунок однородный.

У пациентов 9–15 лет домашняя ежедневная профилактика препаратами, содержащими кальций и фосфор или гидроксиапатит, в течение года позволила сохранить структуру эмали, а также предотвратить возникновение кариеса эмали в период сменного прикуса.

Заключение. У пациентов с высокой минерализацией зубов степень резистентности достоверно не изменяется при использовании препаратов для домашней профилактики кариеса, однако данные средства поддерживают структуру эмали в период сменного прикуса.

Ключевые слова: кариесрезистентность; минерализация; гидроксиапатит кальция; профилактика кариеса.

Как цитировать

Лимина А.П., Сатыго Е.А. Эффективность использования средств профилактики кариеса у пациентов с высоким уровнем минерализации постоянных зубов // Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. 2025. Т. 17. № 2. С. 68–74. DOI: 10.17816/mechnikov635585 EDN: DAFWVG

Рукопись получена: 02.09.2024 **Рукопись одобрена:** 02.06.2025 **Опубликована online:** 30.06.2025

ЭКО • ВЕКТОР

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International
© Эко-Вектор, 2025

DOI: https://doi.org/10.17816/mechnikov635585 EDN: DAFWVG

Effectiveness of Caries Prevention in Patients With High Mineralization Level of Permanent Teeth

Alisa P. Limina, Elena A. Satygo

North-West State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Dental caries is one of the most common diseases, present in about 95%–98% of the world's population, which represents a serious public health problem. Since the 1980s of the 20th century, many studies have shown that caries resistance depends on the mineralization of tooth enamel during tooth eruption. An important stage in the formation of a child's dental status is the process of enamel maturation, the period when dental caries is most likely to occur. Some studies suggest that tooth development is independent of external factors and is controlled mainly by genetics, while others suggest that development is also influenced by external factors. Interventions for the prevention of tooth decay have been studied many times, but the data on remedies for the prevention of tooth decay in teeth with high mineralization are inconsistent.

AIM: To identify the clinical and morphological criteria of highly mineralized teeth and to evaluate the efficacy of caries prevention measures in patients with highly mineralized permanent teeth.

METHODS: The first stage consisted of determining the clinical and morphological parameters of teeth extracted for orthodontic indications in children aged 9 to 15 years. Next, patients were followed for one year, divided into groups based on their use of calcium- and phosphorus-containing preparations, hydroxyapatite, or no supplementation. The following examinations were performed: assessment of the DMFT (decay, missing, filled teeth) index, enamel resistance testing, and quantitative light-induced fluorescence (QLF) measurements.

RESULTS: 86 people took part in the study. As a result of the study, the clinical and morphological criteria of highly mineralised teeth were clarified.

Clinical criteria: fissure enamel is dense, smooth, and shiny; fissures are of open type, grooved; the enamel surface is dense and smooth in the maxillary, lingual, and approximal areas; absence of enamel defects in the form of stains or pigmentation; teeth erupted on time and symmetrically, have a correct anatomical shape; and a high level of acid resistance is determined. Thus, ΔF was in the range from −2.3 ± 0.05 to 0%, the Simple Hygiene Score ranged from 0 to 1.12 ± 0.03, and the TER-test had values up to 26.31 ± 2.03% in patients with high mineralisation of teeth.

Morphological criteria: Enamel openings are not more than 2 μm. The depth of penetration of enamel bridges into dentin is up to 5–10 μm. In each enamel bridge, there are up to 5–6 enamel tunnels with increased density and smaller diameter. On the slice, there are no changes along the entire length of the enamel surface, and the whole pattern is homogeneous. The study found that in patients aged 9–15 years old, daily home prophylaxis with preparations containing calcium and phosphorus, as well as preparations containing hydroxyapatite for a year, allows for the preservation of the structure of enamel, as well as helps to prevent enamel caries during the period of the replacement bite.

CONCLUSION: In patients with a high level of tooth mineralization, the degree of resistance does not significantly change with the use of drugs for home prophylaxis, but maintains the structure of enamel during overbite period.

Keywords: caries resistance; mineralization; calcium hydroxyapatite; caries prevention.

To cite this article

Limina AP, Satygo EA. Effectiveness of Caries Prevention in Patients With High Mineralization Level of Permanent Teeth. *Herald of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov.* 2025;17(2):68–74. DOI: 10.17816/mechnikov635585 EDN: DAFWVG

Submitted: 02.09.2024 **Accepted:** 02.06.2025 **Published online:** 30.06.2025

ECO • VECTOR

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 license
© Eco-Vector, 2025

ОБОСНОВАНИЕ

В последние годы появились количественные методы выявления и мониторинга кариозных поражений, также применяемые для определения минерализации поверхности эмали зубов. Количественные методы развиваются, потому что:

1) помогают выявлять более ранние кариозные поражения, чем при использовании качественных методов;
2) более надежны, чем качественные методы;
3) позволяют отслеживать течение заболевания [1, 2].

Точность только визуально-тактильного обследования зависит от используемого для этого метода, применения зондов для тактильной оценки и возможности сепарации зубов для выявления апроксимальных поражений. При визуально-тактильном обследовании поверхность эмали должна быть гладкой, плотной и блестящей. Отсутствие пигментированных пятен, трещин или других дефектов также может свидетельствовать о здоровой эмали. Желобовидные фиссуры должны обладать широким устьем, незначительно расширяющимся к основанию. Благодаря особенности строения такой фиссуры зуб можно отнести к высокоминерализованным зубам [3], так как в нем процессы минерализации проходят быстрее и свободнее. Для оценки степени зрелости твердых тканей прорезывающихся зубов используют электрометрический метод определения минерализации эмали зуба, основанный на способности не полностью минерализированных тканей проводить электрический ток различной величины в зависимости от степени их зрелости. В норме электропроводность полностью минерализованной эмали без признаков деминерализации равна нулю. В наиболее глубоких, гипоминерализованных фиссурах зубов с низким исходным уровнем минерализации физиологические процессы созревания не происходят, развитие кариеса начинается практически на фоне прорезывания жевательной поверхности моляра, достигая 100% распространенности кариеса к году после прорезывания зуба. Тест эмалевой резистентности показывает высокую степень корреляции уровня кислотоустойчивости эмали с последующим приростом кариеса [7].

Трансиллюминация также может быть полезным инструментом для выявления изменений в тканях зуба. Здоровая эмаль состоит из модифицированных кристаллов гидроксиапатита, плотно упакованных, создавая почти прозрачную структуру. Дентин выглядит оранжевым, коричневым или серым под эмалью, и это может помочь различить поражения эмали и дентина [9]. Метод количественной светоиндуцированной флуоресценции (Quantitative Light-induced Fluorescence, QLF) также может быть использован для определения минерализации эмали зубов. Он основан на аутофлуоресценции эмали и связи потери флуоресценции с деминерализацией. Возбуждение дентина синим светом приводит к желто-зеленой флуоресценции. Поражение эмали выглядит как темные пятна на ярком фоне. Потеря флуоресценции может быть количественно оценена относительно здоровой эмали [4, 5]. На степень минерализации твердых тканей зубов также влияет их своевременное прорезывание. При преждевременном прорезывании уровень минерализации обычно в 2 раза ниже, чем при прорезывании в соответствии с возрастом ребенка, что соответственно является фактором развития кариозного процесса [6, 8, 10].

Установлено, что после прорезывания зубов в полость рта в первое время происходит потеря кальция и фосфора, затем процесс стабилизируется [13]. В литературных источниках предложены различные способы профилактики кариеса зубов, однако в них не учтены особенности минерализации зубов.

С 1980-х гг. многие исследования показали, что в зависимости от минерализации эмали зубов при прорезывании зависит их кариесрезистентность. Важный этап в формировании стоматологического статуса ребенка — созревание эмали. В этот период наиболее высока вероятность поражения зубов кариесом. Некоторые исследователи предполагают, что развитие зубов не зависит от внешних факторов, а в основном его контролирует генетика, в то время как другие считают, что этот процесс также подвержен влиянию внешних факторов. Мероприятия для профилактики кариеса зубов изучены неоднократно, однако данные о профилактических средствах для зубов с высокой минерализацией противоречивы [11, 12].

Цель — определить клинические, морфологические критерии высокоминерализованных зубов и изучить эффективность использования средств профилактики кариеса у пациентов с высокоминерализованными зубами.

МЕТОДЫ

У пациентов в возрасте от 9 до 15 лет определяли клинические и морфологические показатели зубов (премоляров), удаленных по ортодонтическим показаниям. Критерием включения было только наличие высокоминерализованных зубов. Клинические признаки высокой минерализации зубов определяли при осмотре.

Пациенты чистили зубы пастой «Новый жемчуг. Прополис» 2 раза в день. Часть пациентов дополнительно применяли препарат, содержащий гидроксиапатит, часть — содержащий кальций и фосфор, часть — не использовала профилактические мероприятия. Выбранными препаратами были реминерализующие гели:

- Асепта (АО «Вертекс», Россия) гель (фтор, гидроксиапатит, вода, глицерин, ксилит, гидроксиэтилцеллюлоза, лактококков фермент лизат, натрия метилпарабен, полисорбат-20, лимонная кислота, натрия пропилпарабен, ароматизатор);
- ROCS medical minerals (DRC, Россия) (кальция глицерофосфат, гидроксипропил гуар, магния хлорид, вода, гидроксиэтилцелюллоза, глицерин, ксилит, метилпарабен, ароматизатор, полисорбат).

Клиническое обследование пациентов осуществляли при каждом посещении. Оно заключалось в опросе, осмотре, а также определении параметров: индекса КПУ (кариес, пломбы, удаленные), результата теста эмалевой резистентности. Для уточнения потери минеральных компонентов эмали использовали камеру Q-RAY Qraupen C (AIOBIO, Южная Корея) (количественную светоиндуцированную флюоресценцию). С ее помощью анализировали поверхность по Δ*F* (средней потере флюоресценции).

По Simple Hygiene Score при QLF оценивали гигиену от 0 до 5 баллов, где 0 баллов — отсутствие или очень небольшое количество красной флуоресценции, 5 баллов — большое количество (высокая интенсивность) красной флуоресценции.

Индекс КПУ считали как сумму кариозных(К), пломбированных (П) и удаленных (У) зубов у пациентов при первом посещении, через 6 мес. и через год.

Тест эмалевой резистентности проводили следующим образом. На очищенную от налета и высушенную ватным тампоном вестибулярную поверхность одного из верхних центральных резцов по центру наносили каплю 1% раствора соляной кислоты диаметром 1,5–2 мм, через 5 с ее смывали водой, зуб высушивали. На участок травления наносили каплю 1% водного раствора метиленового синего и сразу снимали ее сухим ватным тампоном одним стирающим движением. Участок при этом окрашивался в различные оттенки синего цвета. Интенсивность окраски оценивали по стандартной 10-балльной шкале цветов (от бледно-голубого до интенсивно-синего). Тест проводили во время первого посещения, через 6 мес. и через год.

Морфологические признаки были выделены с помощью растровой электронной микроскопии.

Пациентам в течение года проводили следующие методы обследования: оценку индекса КПУ, тест эмалевой резистентности, количественную светоиндуцированную флюоресценцию. Перед исследованием проведена профессиональная гигиена полости рта в соответствии с клиническими рекомендациями, пациенты были обучены соблюдению домашней гигиены полости рта, а также использованию профилактических средств для минерализации зубов (табл. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Включенные 86 пациентов разделены на группы. В первой группе 29 человек в течение года в профилактических целях ежедневно использовали гель с гидроксиапатитом. Вторую группу составили 28 человек. Они

Таблица 1. Характеристика зубов с высокой степенью минерализации
Table 1. Characteristics of teeth with high mineralisation

Клинический признак	Метод обследования	Морфологический признак при сканирующей электронной микроскопии
Эмаль фиссур плотная, гладкая, блестящая	Осмотр, зондирование	Эмалевые отверстия не более 2 мкм. Глубина проникновения эмалевых мостиков в дентин до 5–10 мкм. В каждом эмалевом мостике до 5–6 эмалевых туннелей с повышенной плотностью и меньшим диаметром. На срезе отсутствуют изменения по всей длине поверхности эмали, весь рисунок однородный
Отсутствие дефектов эмали в виде пятен, пигментации	Количественная светоиндуцированная флуоресценция (QLF), средняя потеря флуоресценции, связанная с потерей минерального состава эмали (Δ*F*) равна 0%	На срезе отсутствуют изменения по всей длине поверхности эмали, весь рисунок однородный (рис. 1)
Высокая кислотоустойчивость	Показатели теста эмалевой резистентности от 10 до 30, по 10-балльной шкале цветов	Эмалевые отверстия не более 2 мкм. Глубина проникновения эмалевых мостиков в дентин до 5–10 мкм. В каждом эмалевом мостике до 5–6 эмалевых туннелей с повышенной плотностью и меньшим диаметром. На срезе отсутствуют изменения по всей длине поверхности эмали, весь рисунок однородный
Открытые желобовидные фиссуры	Осмотр, зондирование	Минимальная глубина фиссуры до 150,7 мкм, максимальная ширина в области дна до 97,7 мкм (рис. 2)
Своевременное симметричное прорезывание	Ортопантомография (при ортодонтическом лечении), данные медицинской карты	–
Зубы правильной анатомической формы	Осмотр	–
Плотная, гладкая поверхность эмали в пришеечной, язычной, апроксимальной областях	Осмотр, зондирование	Эмалевые отверстия не более 2 мкм. Глубина проникновения эмалевых мостиков в дентин до 5–10 мкм. В каждом эмалевом мостике до 5–6 эмалевых туннелей с повышенной плотностью и меньшим диаметром

Примечание. Высокую минерализацию эмали зубов определяют при сумме баллов 7 (за каждый клинический признак присваивают 1 балл).

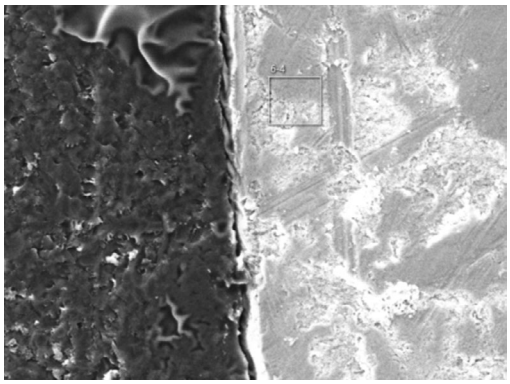

Рис. 1. Поверхность эмали зуба с высоким уровнем минерализации.

Fig. 1. Tooth enamel surface with high mineralisation.

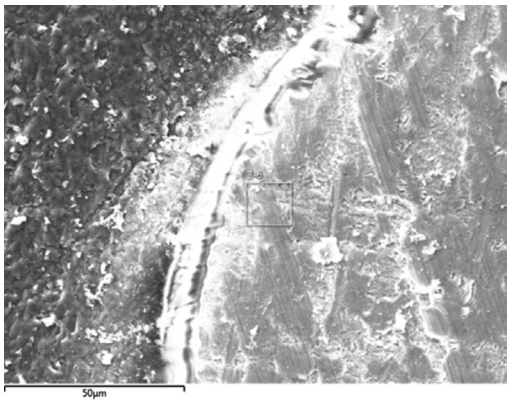

Рис. 2. Дно желобовидной фиссуры при высоком уровне минерализации зуба.

Fig. 2. Grooved fissure bottom of teeth with high mineralisation.

в течение года ежедневно использовали гель, содержащий кальций и фосфор. В третьей группе (контроля) 29 пациентов самостоятельно отказались от профилактических мероприятий.

Изучены и сопоставлены клинические и морфологические критерии зубов с высокой минерализацией. Если эмалевые отверстия не превышают 2 мкм, глубина проникновения эмалевых мостиков в дентин до 5–10 мкм, в каждом эмалевом мостике до 5–6 эмалевых туннелей с повышенной плотностью и меньшим диаметром, на срезе отсутствуют изменения по всей длине поверхности эмали, весь рисунок однородный, то с клинической точки зрения эмаль фиссур считают плотной, гладкой и блестящей, отмечают плотную, гладкую поверхность эмали в пришеечной, язычной и апроксимальной областях, определяют высокую кислотоустойчивость. Минимальная глубина фиссуры до 150,7 мкм и максимальная ширина в области дна до 97,7 мкм означают, что фиссура открытая и желобовидная.

При сравнении показателей в трех группах установлено, что у детей первой группы за год наблюдений резистентность эмали интактных зубов достоверно не изменилась. Резистентность эмали (средняя потеря флюоресценции Δ*F* и показатель по Simple Hygiene Score) достоверно не изменилась как через 6 мес., так и через год. Без изменений также оставался индекс КПУ (табл. 2).

У детей второй группы резистентность эмали интактных зубов за год наблюдений улучшилась с 25,11±3,12 до 24,01±2,11% (при достоверности различий p <0,05), через полгода результат был 24,22±4,12%.

Таблица 2. Динамика изучаемых показателей в первой группе

Table 2. Dynamics of indicators in the first group

Показатель	До исследования	Через 6 мес.	Через год
Показатель по тесту эмалевой резистентности, %	24,13±2,14	25,26±2,15	26,31±2,03
Средняя потеря флуоресценции, связанная с потерей минерального состава эмали (Δ*F*), %	–2,3±0,05	–1,7±0,04	–0,01±0,01
Показатель по Simple Hygiene Score, баллов	1,12±0,03	1,05±0,01	0,0±0,0,0
Индекс КПУ (кариес, пломбы, удаленные)	1,30±0,64	1,32±0,02	1,33±0,04

Примечание. Данные представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения.

Таблица 3. Динамика изучаемых показателей во второй группе

Table 3. Dynamics of indicators in the second group

Показатель	До исследования	Через 6 мес.	Через год
Показатель по тесту эмалевой резистентности, %	25,11±3,12	24,22±4,12	24,01±2,13
Средняя потеря флуоресценции, связанная с потерей минерального состава эмали (Δ*F*), %	–2,2±0,04	–1,12±0,03	0,0±0,0,0
Показатель по Simple Hygiene Score, баллов	1,03±0,02	0,1±0,01	0,0±0,0,0
Индекс КПУ (кариес, пломбы, удаленные)	1,31±0,02	1,34±0,03	1,36±0,03

Примечание. Данные представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения.

Таблица 4. Динамика изучаемых показателей в третьей группе
Table 4. Dynamics of indicators in the third group

Показатель	До исследования	Через 6 мес.	Через год
Показатель по тесту эмалевой резистентности, %	24,35±2,34	29,15±2,21	32,84±3,2
Средняя потеря флуоресценции, связанная с потерей минерального состава эмали (Δ*F*), %	–1,2±0,02	–2,24±0,02	–4,32±0,12
Показатель по Simple Hygiene Score, баллов	0,0±0,0,0	1,02±0,03	1,14±0,02
Индекс КПУ (кариес, пломбы, удаленные)	1,24±0,03	1,98±0,04	2,62±0,03

Примечание. Данные представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения.

Средняя потеря флюоресценции (Δ*F*) и показатель по Simple Hygiene Score достоверно не изменились. Индекс КПУ остался без изменений через 6 мес. и через год (табл. 3).

У пациентов группы контроля, без манипуляций для реминерализации зубов, показатели резистентности эмали интакных зубов достоверно уменьшились с 24,35±2,34 до 29,15%±2,21 % через 6 мес. и до 32,84±3,2% через год. Показатели средней потери флюоресценции (Δ*F*) изменились с 0 до –4,32±0,12 баллов, а индекс КПУ — с 1,24±0,03 до 1,98±0,04 баллов через полгода и до 2,62±0,03 баллов через год (табл. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования уточнены клинические и морфологические критерии высокоминерализованных зубов.

Клинические критерии: эмаль фиссур плотная, гладкая и блестящая, фиссуры открытого типа, желобовидные, плотная и гладкая поверхность эмали в пришеечной, язычной и апроксимальной областях, отсутствие дефектов эмали в виде пятен, пигментаций, зубы прорезались в срок и симметрично, правильной анатомической формы, определен высокий уровень кислотоустойчивости. При этом Δ*F* находится в пределах от –2,3±0,05 до 0%, показатель по Simple Hygiene Score — от 0 до 1,12±0,03 балла, показатель по тесту эмалевой резистентности — до 26,31±2,03%.

Морфологические критерии: эмалевые отверстия размером не более 2 мкм, глубина проникновения эмалевых мостиков в дентин — до 5–10 мкм, в каждом эмалевом мостике до 5–6 эмалевых туннелей с повышенной плотностью и меньшим диаметром, на срезе нет изменений по всей длине поверхности эмали, весь рисунок однородный.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования выяснено, что у пациентов в возрасте 9–15 лет, домашняя ежедневная профилактика препаратами, содержащими кальций и фосфор, а также препаратами, содержащими в своем составе гидроксиапатит, в течение года позволяет сохранить структуру эмали, а также предотвратить возникновение кариеса эмали в период сменного прикуса.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. А.П. Лимина — проведение исследования, анализ данных, написание черновика рукописи; Е.А. Сатыго — определение концепции, проведение исследования, анализ данных, написание черновика, пересмотр и редактирование рукописи. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой ее части.

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом СЗГМУ им. И.И. Мечникова (№ 1 от 17.01.2024). Законные представители всех участников исследования добровольно подписали форму информированного согласия на их участие в исследовании. Исследование и его протокол не регистрировали.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Все данные, полученные в настоящем исследовании, доступны в статье.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали один внутренний рецензент и один внутренний рецензент из состава редакционного совета.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions: A.P. Limina: investigation, formal analysis, writing—original draft; E.A. Satygo: conceptualization, investigation, formal analysis, writing—original draft, writing—review & editing. All authors approved the version of the manuscript to be published, and agreed to be accountable for all aspects of the work, ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of it are appropriately reviewed and resolved.

Ethics approval: The study was approved by the local Ethics Committee of the North-West State Medical University named after I.I. Mechnikov (Protocol No. 1 dated January 17, 2024). The legal representatives of all study participants voluntarily signed an informed consent form for their participation in the study. The study and its protocol were not registered.

Funding sources: No funding.

Disclosure of interests: The authors have no relationships, activities, or interests over the past three years related to for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality: The authors did not use any previously published information (text, illustrations, or data) in this work.
Data availability statement: All data generated during this study are included in this article.
Generative AI: Generative AI technologies were not used for this article creation.
Provenance and peer-review: This work was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved one in-house reviewer and one member of the Editorial Board.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Heymann GC, Grauer D. A contemporary review of white spot lesions in orthodontics. *J Esthet Restor Dent*. 2013;25(2):85–95. doi: 10.1111/jerd.12013
2. Gomez J. Detection and diagnosis of the early caries lesion. *BMC Oral Health.* 2015;15Suppl 1(Suppl 1):S3. doi: 10.1186/1472-6831-15-S1-S3
3. Bavykina TYu, Glukhareva NA, Solovyova LA. State of fissures of teeth with incomplete mineralization of enamel. *Actual problems of medicine.* 2020;43(2):229–236. EDN: XNQJKY doi: 10.18413/2687-0940-2020-43-2-229-236
4. Terekhova TN, Shakovets NV, Melnikova EI, et al. Efficiency of diagnostics of the state of hard tissues of permanent teeth in children by different methods. *Sovremennaya stomotologiya.* 2018;3(72):58–62. EDN: MFPZIT
5. Ferreira Zandoná A, Santiago E, Eckert G, et al. Use of ICDAS combined with quantitative light-induced fluorescence as a caries detection method. *Caries Res*. 2010;44(3):317–322. doi: 10.1159/000317294
6. Brusnitsyna EV. *Clinical substantiation of caries prophylaxis of prematurely erupted premolars* [dissertation abstract]. Yekaterinburg; 2010. 24 p. EDN: QGXJIH
7. Lutskaya IK. Predictive significance of the enamel resistance test (ERT). *Sovremennaya stomotologiya.* 2021;3(84):47–50. EDN: KOQYIC
8. Sadyrin EV. *Characterization of properties of healthy and pathologically changed hard tissues of teeth* [dissertation]. Rostov-on-Don; 2023. 169 p.
9. Krivtsova DA, Maslak EE. Monitoring the results of treatment of focal enamel demineralization by caries infiltration method (according to laser fluorescence). *Pediatric dentistry and dental prophylaxis.* 2020;20(1(73)):37–41. EDN: RLKIIV doi: 10.33925/1683-3031-2020-20-1-37-41
10. Sadikoglu IS. White spot lesions: recent detection and treatment methods. *Cyprus J Med Sci.* 2020;5(3):260–266. doi: 10.5152/cjms.2020.1902
11. Zabokova-Bilbilova E, Popovska L, Kapusevska B, Stefanovska E. White spot lesions: prevention and management during the orthodontic treatment. *Pril (Makedon Akad Nauk Umet Odd Med Nauki).* 2014;35(2):161–168. doi: 10.2478/prilozi-2014-0021
12. Mittal R, Relhan N, Tangri T. Remineralizing agents: a comprehensive review. *Int J Clin Prev Dent.* 2017;13(1):1–4. doi: 10.15236/ijcpd.2017.13.1.1
13. Silin AV, Satygo EA, Maryanovich AT. Enamel and dentin of human teeth. Fatigue strength. *HERALD of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov*. 2023;15(4):19–29. EDN: AUOFUU doi: 10.17816/mechnikov624120

ОБ АВТОРАХ

*** Лимина Алиса Петровна**;
адрес: Россия, 191015, Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41;
ORCID: 0000-0001-8471-6193;
eLibrary SPIN: 8406-9684;
e-mail: Alisa.Limina@szgmu.ru

Сатыго Елена Александровна, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-9801-503X;
eLibrary SPIN: 8776-0513;
e-mail: stom9@yandex.ru

AUTHORS INFO

*** Alisa P. Limina**, MD;
address: 41 Kirochnaya St., Saint Petersburg, 191015, Russia;
ORCID: 0000-0001-8471-6193;
eLibrary SPIN: 8406-9684;
e-mail: Alisa.Limina@szgmu.ru

Elena A. Satygo, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0001-9801-503X;
eLibrary SPIN: 8776-0513;
e-mail: stom9@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author