

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-114-121

УДК: 616.31-083

## ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ЭМАЛИ ЗУБОВ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ВОЗДУШНО-ПОРОШКОВЫМИ СИСТЕМАМИ РАЗЛИЧНЫХ ПОКОЛЕНИЙ

Петров А. А., Вашнева В. Ю., Лобода Е. С., Орехова Л. Ю., Мордовина А. М., Прохорова О. В., Андреев Д. И., Пачкорья М. Г.

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия

### Аннотация

**Предмет исследования.** На сегодняшний день существует множество различных воздушно-порошковых систем (ВПС) для проведения профессиональной гигиены полости рта (ППГР). Проблема выбора порошка для проведения ППГР до сих пор остается актуальной.

**Цель:** оценить влияние различных воздушно-порошковых систем на структуру эмали зубов.

**Методология.** Исследование состояло из двух частей: экспериментальной и клинико-лабораторной. Экспериментальная часть заключалась в выделении экспериментальных групп, их последующей обработке в зависимости от активного компонента ВПС (бикарбонат натрия, карбонат кальция, их смесь, глицин, трегалоза) и в изучении с помощью сканирующей электронной микроскопии. Клинико-лабораторное исследование направлено на изучение времени, затраченного на удаление мягкого пигментированного зубного налета, степени очищения поверхности зубов, количества порошка, необходимого для проведения ППГР, а также распыления порошка во время процедуры, травматического воздействия данных систем на структуру эмали зубов посредством интерпретации показателей индекса чувствительности зубов Л.Ю. Ореховой — С.Б. Улитовского (Индекс СЗ О-У, %), и изучением показателей средней линейной (Vas) скорости кровотока в тканях пародонта с помощью метода ультразвуковой доплерографии.

**Результаты.** Наибольшим повреждающим воздействием на структуру эмали зубов обладают порошки со смесью бикарбоната натрия и карбоната кальция, а наименьшим — порошки с трегалозой и глицином. На основании клинического исследования было выявлено, что порошки на основе трегалозы и глицина оказывают меньшее повреждающее воздействие как на эмаль зубов, так и на ткани пародонта, что подтверждается показателями индекса чувствительности зубов Л.Ю. Ореховой — С.Б. Улитовского и результатами ультразвуковой доплерографии.

**Выводы.** Проведенное исследование позволяет рекомендовать врачам-стоматологам терапевтического профиля, пародонтологам, а также гигиенистам стоматологическим использовать в своей клинической практике ВПС на основе глицина и трегалозы в связи с их эффективностью, безопасностью и эргономичностью.

**Ключевые слова:** воздушно-порошковые системы, карбонат кальция, бикарбонат натрия, смесь карбоната кальция и бикарбоната натрия, глицин, трегалоза, микроциркуляция

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Александр Александрович ПЕТРОВ ORCID ID 0000-0002-8813-4577

ассистент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
raa\_stom@mail.ru

Вероника Юрьевна ВАШНЕВА ORCID ID 0000-0001-5548-4389

к.м.н., доцент, доцент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
veronicakrylova@yandex.ru

Екатерина Сергеевна ЛОБОДА ORCID ID 0000-0003-1094-7209

к.м.н., доцент, доцент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
dr\_ekaterinaloboda@mail.ru

Людмила Юрьевна ОРЕХОВА ORCID ID 0000-0002-8026-0800

д.м.н., профессор, заведующий кафедрой стоматологии терапевтической и пародонтологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
prof\_orekhova@mail.ru

Анастасия Михайловна МОРДОВИНА ORCID ID 0009-0001-6966-1304

студентка 5 курса, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
asya.mordovina01@gmail.com

Ольга Викторовна ПРОХОРОВА ORCID ID 0000-0001-5548-4389

к.м.н., доцент, доцент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
olga-dent@mail.ru

Данила Игоревич АНДРЕЕВ ORCID ID 0009-0007-9176-8179

студент 5 курса, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
danila\_andreev01@mail.ru

Мака Гиглаевна ПАЧКОРИЯ ORCID ID 0000-0001-9471-3885

к.м.н., ассистент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, г. Санкт-Петербург, Россия  
makensia@mail.ru

Адрес для переписки: Александр Александрович ПЕТРОВ

197022, г. Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8, кафедра стоматологии терапевтической и пародонтологии  
+7 (931) 0079996  
raa\_stom@mail.ru

### Образец цитирования:

Петров А. А., Вашнева В. Ю., Лобода Е. С., Орехова Л. Ю., Мордовина А. М., Прохорова О. В., Андреев Д. И., Пачкорья М. Г.

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ЭМАЛИ ЗУБОВ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ВОЗДУШНО-ПОРОШКОВЫМИ СИСТЕМАМИ РАЗЛИЧНЫХ ПОКОЛЕНИЙ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 114-121.

© Петров А. А. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-114-121

Поступила 19.03.2024. Принята к печати 12.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-114-121

## STUDY OF TOOTH ENAMEL SURFACE STRUCTURE AFTER TREATMENT WITH AIR-POWDER SYSTEMS OF DIFFERENT GENERATIONS

Petrov A.A., Vashneva V.Yu., Loboda E.S., Orekhova L.Yu., Mordovina A.M., Prokhorova O.V., Andreev D.I., Pachkoria M.G.

*Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia*

### Annotation

**Subject.** Today, there are many different air-powder systems (APS) for professional oral hygiene (PAH). The problem of selecting a powder for performing PPGP is still relevant.

**Objectives.** The aim of the study was to evaluate the effect of different air-powder systems on the structure of tooth enamel.

**Matodology.** The study consisted of 2 parts: experimental and clinical-laboratory. The experimental part of the study consisted in the allocation of experimental groups, their subsequent processing depending on the active component of the UPP (sodium bicarbonate, calcium carbonate, their mixture, glycine, trehalose) and study by scanning electron microscopy. Clinical and laboratory research is aimed at studying the time spent on the removal of soft pigmented plaque; the degree of cleaning of the tooth surface; the amount of powder required to perform PGPR; as well as the atomization of powder during the procedure; the traumatic effect of these systems on the structure of tooth enamel by interpreting the index of tooth sensitivity of L.Yu. Orekhova – S.B. Ulitovsky (TS-O-U index, %); and studying the average linear (Vas) velocity of blood flow in periodontal tissues using the method of Doppler ultrasound.

**Results.** Powders with a mixture of sodium bicarbonate and calcium carbonate have the greatest damaging effect on tooth enamel structure, and powders with trehalose and glycine have the least damaging effect. On the basis of clinical study it was revealed that powders based on trehalose and glycine have less damaging effect both on tooth enamel and periodontal tissues, which is confirmed by the index of tooth sensitivity of L.Yu. Orekhova – S.B. Ulitovsky and the results of ultrasound Dopplerography.

**Conclusions.** The conducted research allows recommending therapeutic dentists, periodontists, as well as dental hygienists to use glycine- and trehalose-based UPDs in their clinical practice due to their effective, safe and ergonomic use.

**Keywords:** Air-powder systems, calcium carbonate, sodium bicarbonate, mixture of calcium carbonate and sodium bicarbonate, glycine, trehalose, microcirculation

The authors declare no conflict of interest.

Alexander A. PETROV ORCID ID 0000-0002-8813-4577

Assistant of the Department of the Operative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
paa\_stom@mail.ru

Veronica Yu. VASHNEVA ORCID ID 0000-0001-5548-4389

PhD in Medical sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
veronicakrylova@yandex.ru

Ekaterina S. LOBODA ORCID ID 0000-0003-1094-7209

PhD in Medical sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
dr\_ekaterinaloboda@mail.ru

Lyudmila Yu. OREKHOVA ORCID ID 0000-0002-8026-0800

Grand PhD in Medical sciences, Professor, Head of the Department of Operative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
prof\_orekhova@mail.ru

Anastasia M. MORDOVINA ORCID ID 0009-0001-6966-1304

5<sup>th</sup> year Student, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
asya.mordovina01@gmail.com

Olga V. PROKHOROVA ORCID ID 0000-0001-5548-4389

PhD in Medical sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
olga-dent@mail.ru

Danila I. ANDREEV ORCID ID 0009-0007-9176-8179

5<sup>th</sup> year Student, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
danila\_andreev01@mail.ru

Maka G. PACHKORIYA ORCID ID 0000-0001-9471-3885

PhD in Medical sciences, Assistant of the Department of Operative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia  
makensia@mail.ru

**Address for correspondence:** Alexander A. PETROV

197022, St. Petersburg, st. Leo Tolstoy, d. 6–8, Department of Operative Dentistry and Periodontology  
+7 (931) 007-99-96  
paa\_stom@mail.ru

### For citation:

Petrov A.A., Vashneva V.Yu., Loboda E.S., Orekhova L.Yu., Mordovina A.M., Prokhorova O.V., Andreev D.I., Pachkoria M.G.

STUDY OF TOOTH ENAMEL SURFACE STRUCTURE AFTER TREATMENT WITH AIR-POWDER SYSTEMS OF DIFFERENT GENERATIONS. *Actual problems in dentistry*. 2024; 1: 114-121. (In Russ.)

© Petrov A.A. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-114-121

Received 19.03.2024. Accepted 12.04.2024

## Введение

Поддерживающее пародонтологическое лечение является одной из важнейших частей современной пародонтологической терапии в сохранении здоровья пародонта путем удаления наддесневой и поддесневой биопленки, что предупреждает и снижает риски прогрессирования заболеваний тканей пародонта [1]. Этот вид терапии включает в себя дебридмент, удаление бактериальной биопленки, а также обучение индивидуальной гигиене полости рта. Наиболее важным этапом является дебридмент, который позволяет эффективно удалять наддесневую и поддесневую биопленку и поддерживать клинический уровень прикрепления десневого края.

С другой стороны, использование воздушно-полировочных систем (ВПС) — более новая техника, чем использование в алгоритме проведения профессиональной гигиены полости рта (ППГР) только полировочных резинок или щеток, и в последние годы она получила широкое распространение в клинической практике. Воздушно-полировочная обработка — это методика удаления пигментированного налета с помощью устройства, которое распыляет воду и абразивный порошок, например бикарбонат натрия, глицин или карбонат кальция, под определенным давлением. Такие факторы, как расстояние от наконечника прибора до зуба, угол нанесения и давление распыления, имеют решающее значение для удаления пигментированного налета, воздействуя на зуб и окружающие его ткани. Но есть и отрицательные качества использования ВПС, при которых могут определяться дегенеративные изменения в структуре эмали зубов, включая увеличение шероховатости и обесцвечивание поверхности, а также возникновение нарушения краевой адаптации на реставрационных поверхностях [2].

Устройства для воздушно-полировки были введены в клиническую практику в качестве альтернативы традиционным методам удаления биопленки; их использование считается менее трудоемким, они способны эффективно удалять наддесневую и поддесневую биопленку. Кроме того, ВПС могут достигать и полировать участки, труднодоступные для ручного инструментария и ультразвукового скейлинга [3]. В качестве исходного материала для воздушно-полировки использовался бикарбонат натрия, который является эффективным средством для удаления наддесневой биопленки, а воздушная полировка оказалась менее трудоемкой по сравнению с традиционными методами [1]. Однако средний размер частиц, твердость и форма порошков бикарбоната натрия, используемых в ВПС, делали их очень абразивными, что приводило к повреждению твердых тканей зубов, а иногда и к травме мягких тканей [1]. В связи с активно развивающейся отраслью стоматологии в аспекте профилактики и разработке новых видов порошков, обладающих меньшим повреждающим воздействием на структуру эмали зубов, для облегчения удаления биопленки был разработан мини-

мально абразивный порошок для воздушно-полировки, состоящий из соли аминокислоты глицина [4]. По сравнению с бикарбонатом натрия, глицин менее абразивен и хорошо растворим в воде [4]. Кроме того, доказано, что глицин обладает иммуномодулирующим, противовоспалительным и цитопротекторным действием на ткани пародонта, что делает его идеальным материалом для проведения ППГР [5].

Влияние этих часто применяемых методов использования ВПС является предметом интереса многих исследователей. Исследования показывают частое использование профилометрических приборов для измерения шероховатости поверхности и сканирующих электронных микроскопов (СЭМ) для получения изображений топографии поверхности [6, 7]. Эти исследования позволили уточнить абразивное воздействие полировки на ткани зуба [8, 9]. За исключением абразивного воздействия полировки на ткани зуба, в исследованиях мало внимания уделено влиянию ВПС на ткани пародонта [10].

**Цель работы** — в экспериментальных и клинико-лабораторных условиях изучить структуру поверхности эмали зубов после обработки воздушно-порошковыми системами различных поколений.

## Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии НИИ стоматологии и челюстно-лицевой хирургии и Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук. Само исследование состояло из двух частей: экспериментальной и клиническо-лабораторной.

В экспериментальной части проводилось изучение структуры эмали 100 зубов, удаленных по ортодонтическим показаниям. В последующем было выделено 5 групп по 20 зубов, каждая из которых была обработана воздушно-порошковыми системами различных поколений по общепринятой методике, рекомендованной фирмой-производителем. Использовались порошки с разными действующими веществами: бикарбонатом натрия, карбонатом кальция, их смесью, а также порошки на основе трегалозы и глицина. В каждой группе половина зубов (по 10 из 20-ти) обрабатывалась полировочной пастой с индексом абразивности RDA = 27 (табл. 1, 2).

Затем были изготовлены шлифы зубов с помощью алмазного сепарационного диска путем распила и получения вертикальных шлифов толщиной 1–2 мм. После процедуры однократной обработки ВПС шлифы зубов были изучены методикой сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) по специальной методике. Образцы помещали на поверхность металлического цилиндра, фиксировали двусторонней клейкой лентой с антистатиком и покрывали золотом в распылителе Emitech K-550 (Emitech Ltd, Эшфорд) в контролируемой атмосфере аргона при давлении  $1 \times 10^{-1}$  мбар. Ультра-

структура поверхности образцов оценена с помощью сканирующего электронного микроскопа Jeol JSM 6390LA (Япония, год выпуска 2007), работающего при ускоряющем напряжении 7 кВ и при увеличении х50–х200. Оценка результатов происходила визуально и с помощью программного обеспечения EasyEDX.

В клиническо-лабораторной части исследования приняли участие 45 человек в возрасте от 18 до 25 лет, без общесоматических заболеваний, лица женского пола не были беременны. Состояние тканей пародонта — без воспалительных явлений, или наблюдался хронический генерализованный пародонтит в стадии

Таблица 1

**Характеристики активных компонентов, входящих в состав ВПС**

Table 1. Characteristics of the active components included in the composition of the UPPs

Активный компонент ВПС / характеристика ВПС Active component of APS / characteristic of APS	Бикарбонат натрия Sodium bicarbonate	Карбонат кальция Calcium carbonate	Бикарбонат натрия + карбонат кальция Sodium bicarbonate + calcium carbonate	Глицин Glycine	Трегалоза Trehalose
Размер частиц Particle size	65 мкм	60 мкм	60 мкм	65 мкм	65 мкм
Форма частиц Particle shape	Кристаллическая Crystalline	Сферическая Spherical	Сферическая Spherical	Кристаллическая Crystalline	Сферическая Spherical
Твердость частиц по шкале Мооса Hardness of particles on the Mohs scale	2,5	3	3	2	2
Растворимость Solubility	-	-	-	+	+

Таблица 2

**Численное разделение на исследуемые группы в экспериментальной части исследования**

Table 2. Numerical division into the studied groups in the experimental part of the study

Активный компонент ВПС / Использование полировочной пасты Active component of the APS / Use of polishing paste	Использование полировочной пасты Use of polishing paste	Без использования полировочной пасты Without polishing paste
ВПС на основе бикарбоната натрия (n = 20) APS based on sodium bicarbonate (n = 20)	n = 10	n = 10
ВПС на основе карбоната кальция (n = 20) APS based on calcium carbonate (n = 20)	n = 10	n = 10
ВПС на основе смесь бикарбоната натрия + карбоната кальция (n = 20) APS based on sodium bicarbonate + calcium carbonate mixture (n = 20)	n = 10	n = 10
ВПС на основе глицина (n = 20) APS based on glycine (n = 20)	n = 10	n = 10
ВПС на основе трегалозы (n = 20) APS based on trehalose (n = 20)	n = 10	n = 10

Таблица 3

**Численное разделение на исследуемые группы в клинико-лабораторной части исследования**

Table 3. Numerical division into the studied groups in the clinical and laboratory part of the study

Активный компонент ВПС Active component of the APS	I группа Group I		II группа Group II		III группа Group III
	Бикарбонат натрия Sodium bicarbonate	Глицин Glycine	Карбонат кальция Calcium carbonate	Трегалоза Trehalose	Смесь карбоната кальция и бикарбоната натрия Sodium bicarbonate + calcium carbonate
Итого Total	N = 15		N = 15		N = 15

ремиссии, отсутствовали явления гиперестезии эмали зубов. В ходе исследования всем пациентам была проведена воздушно-абразивная обработка зубов с использованием аппарата с универсальной насадкой, рекомендованной фирмой-производителем. Предварительно полость рта пациентов была разделена на две стороны (правую и левую), в зависимости от обработки определенным средством [9]. Пациентов разделили на исследуемые группы в зависимости от вида воздушно-порошковых систем (по 15 человек в 3-х группах).

До начала исследования определяли значение клинического индекса окрашивания по Lobene (LSI) (1969) на правой и левой сторонах зубного ряда верхней и нижней челюсти. Индекс окрашивания рассчитывали путем умножения интенсивности окрашивания на степень окрашивания на каждом участке [9]. Индексы левой и правой сторон сравнили для подтверждения сходства уровня гигиены обеих сторон до и после проведения профессиональной гигиены полости рта [9].

Для интенсивности были зарегистрированы следующие оценки:

- 0 = нет пятен;
- 1 = легкое пятно;
- 2 = умеренное пятно;
- 3 = сильное пятно.

Для степени окрашивания были зарегистрированы следующие оценки:

- 0 = пятно не обнаружено;
- 1 = пятно на одну треть области;
- 2 = пятно на две трети области;
- 3 = пятно более чем на две трети области [9].

Для объективной оценки эффективности выбранных ВПС были использованы следующие показатели:

- изучение времени, затраченного на удаление мягкого пигментированного зубного налета [9]; степень очищения поверхности зубов; количество порошка, необходимого для проведения ПГПР; распыление порошка во время процедуры;
- анализ динамики показателей индекса чувствительности зубов Л.Ю. Ореховой — С.Б. Улитовского (Индекс СЗ О-У, %);

- анализ показателей средней линейной (Vas) скорости кровотока с помощью метода ультразвуковой доплерографии.

Для субъективной оценки проводилось:

- анкетирование пациентов после проведения ПГПР на предмет их ощущений во время процедуры и после нее: респонденты оценивали болевую реакцию, чувствительность зубов, ощущение гладкости зубов, а также общее состояние после профессиональной гигиены.

Критерии включения в исследование:

Экспериментальная часть:

- зубы людей, удаленные по ортодонтическим и хирургическим показаниям;
- использование воздушно-порошкового наконечника с универсальной насадкой, рекомендованной фирмой-производителем.

Клиническая часть:

- отсутствие тяжелых общесоматических заболеваний;
- состояние тканей пародонта без воспалительных заболеваний;
- отсутствие явлений гиперестезии эмали.

Критерии исключения:

Экспериментальная часть:

- различные дефекты на поверхности эмали зубов;

Клиническая часть:

- использование пародонтологических зубных паст и ополаскивателей;
- проведенная ПГПР и/или реминерализующая терапия за последние 12 месяцев;
- вредные привычки (курение).

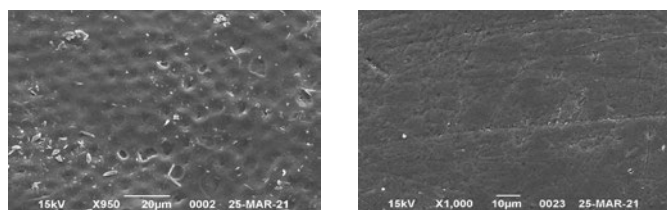
Статистическая обработка данных проводилась с применением программного пакета Statistica 10.0 (StatSoft, Inc., США). Все численные показатели представлены в виде среднего и стандартной ошибки ( $M \pm m$ ). Достоверность различий оценивали в зависимости от распределения с использованием U-критерия Манна-Уитни. Для оценки достоверности различий между изучаемыми показателями в динамике использовали t-критерий Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования и их обсуждение

После обработки ВПС с разными активными компонентами и изучением структуры шлифов зубов человека были получены следующие результаты.

На исследуемых образцах, обработанных ВПС на основе бикарбоната натрия, имеются участки с измененной поверхностью, на которых определяются повреждения структуры эмали и углубления различной локализации (50–150  $\mu\text{m}$ ). После использования полировочной пасты определяется сглаженная ультраструктура поверхности с небольшими сколами (рис. 1).

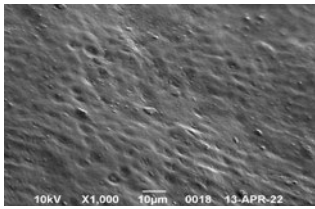
На исследуемых образцах, обработанных ВПС на основе карбоната кальция, структура поверхности эмали гладкая с небольшими участками трещин. После



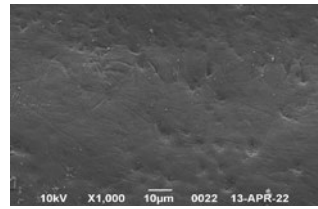
*a* — обработанная ВПС на основе бикарбоната натрия;  
*a* – treated APS on the basis of sodium bicarbonate;

*b* — обработанная ВПС на основе бикарбоната натрия с использованием полировочной пасты  
*b* – treated sodium bicarbonate-based APS using polishing paste.

Рис. 1. Сканограмма. Структура поверхности эмали зубов  
Fig. 1. Scanogram. Structure of the tooth enamel surface

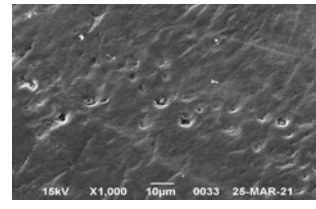


*a* — обработанная ВПС на основе карбоната кальция;  
*a* – treated APS on the basis of calcium carbonate;

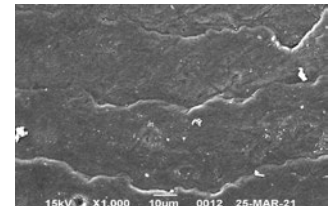


*б* — обработанная ВПС на основе карбоната кальция с использованием полировочной пасты.  
*b* – treated calcium carbonate-based APS with the use of polishing paste.

Рис. 2. Сканограмма. Структура поверхности эмали зубов  
Fig. 2. Scanogram. Structure of the tooth enamel surface

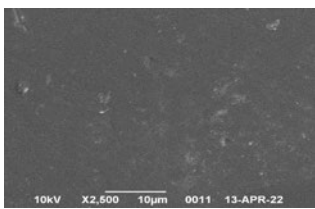


*a* — обработанная ВПС на основе смеси бикарбоната натрия и карбоната кальция;  
*a* – treated APS based on a mixture of sodium bicarbonate and calcium carbonate;

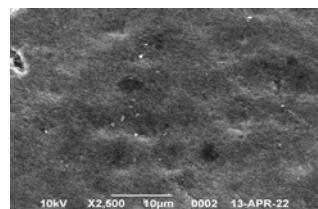


*б* — обработанная ВПС на основе смеси бикарбоната натрия и карбоната кальция с использованием полировочной пасты  
*b* – treated APS based on a mixture of sodium bicarbonate and calcium carbonate. using polishing paste

Рис. 3. Сканограмма. Структура поверхности эмали зубов  
Fig. 3. Scanogram. Structure of the tooth enamel surface

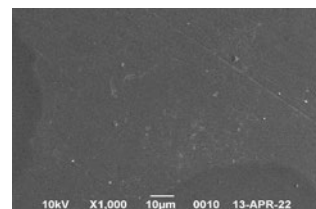


*a* — обработанная ВПС на основе глицина;  
*a* – glycine-treated APS;

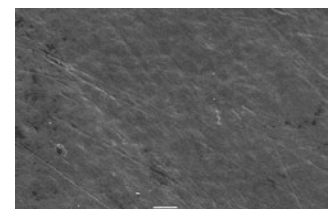


*б* — обработанная ВПС на основе глицина с использованием полировочной пасты  
*b* – treated glycine-based APS using polishing paste

Рис. 4. Сканограмма. Структура поверхности эмали зубов  
Fig. 4. Scanogram. Structure of the tooth enamel surface



*a* — обработанная ВПС на основе трегалозы;  
*a* – Trehalose-treated APS;



*б* — обработанная ВПС на основе трегалозы с использованием полировочной пасты  
*b* – Trehalose-based treated APS using polishing paste

Рис. 5. Сканограмма. Структура поверхности эмали зубов  
Fig. 5. Scanogram. Structure of the tooth enamel surface

использования полировочной пасты определяется сглаженная ультраструктура поверхности с небольшими царапинами (рис. 2).

На исследуемых образцах, обработанных ВПС на основе смеси бикарбоната натрия и карбоната кальция, определяются участки с измененной поверхностью, при которых обнаружены повреждения структуры эмали и углубления различной локализации (50–150  $\mu\text{m}$ ). Однако после использования полировочной пасты наблюдается сглаженная ультраструктура поверхности с небольшими царапинами (рис. 3).

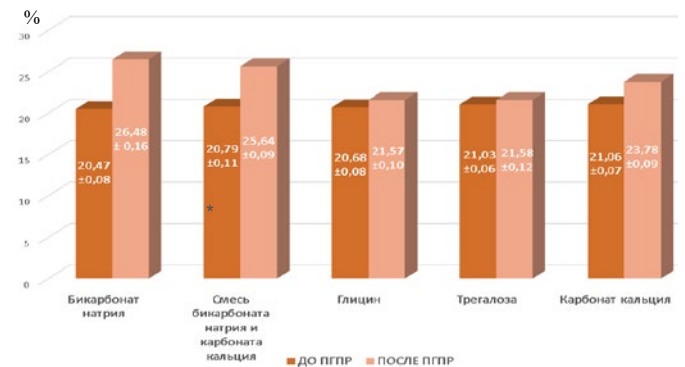
На исследуемых образцах, обработанных ВПС на основе глицина, структура поверхности эмали гладкая с отсутствием трещин. Однако после использования полировочной пасты (RDA = 27) наблюдается появление небольших царапин (рис. 4).

На исследуемых образцах, обработанных ВПС на основе трегалозы, структура поверхности эмали гладкая с отсутствием трещин. Однако после использования полировочной пасты (RDA = 27) наблюдается появление небольших царапин (рис. 5).

После проведения ПГПР статистически значимые отличия и увеличение гиперестезии зубов по данным индекса чувствительности зубов Л.Ю. Ореховой — С.Б. Улитовского определяются в группах

с активными компонентами ВПС бикарбонатом натрия и смесью бикарбоната натрия и карбоната кальция ( $20,47 \pm 0,08\%$  и  $20,79 \pm 0,11\%$  относительно  $26,48 \pm 0,16\%$  и  $25,64 \pm 0,09\%$ ) (рис. 6).

Также после проведения ПГПР наблюдается значительное увеличение показателей средней линейной (Vas) скорости кровотока в тканях пародонта при



\* Статистически значимые различия,  $p < 0,05$

Рис. 6. Показатели индекса чувствительности зубов Л.Ю. Ореховой — С.Б. Улитовского (индекс СЗ О-У, %) до и после проведения ПГПР различными ВПС

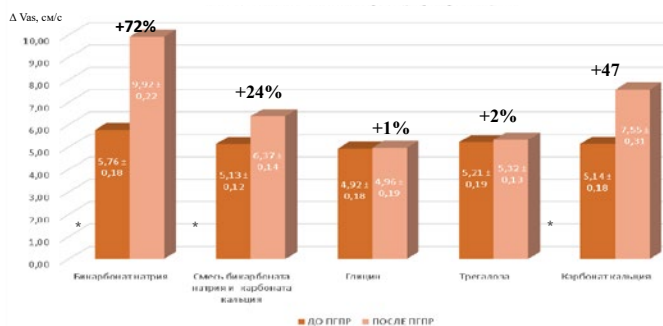
Fig. 6. Dental sensitivity index of L.Y. Orekhova – S.B. Ulitovsky (NW O-U index, %) before and after PGR by different APS

использовании ВПС с активными компонентами на основе бикарбоната натрия ( $5,76 \pm 0,18$  см/с относительно  $9,92 \pm 0,22$  см/с), смеси бикарбоната натрия и карбоната кальция ( $5,13 \pm 0,12$  см/с относительно  $6,37 \pm 0,14$  см/с) и карбоната кальция ( $5,14 \pm 0,18$  см/с относительно  $7,55 \pm 0,31$  см/с) (рис. 7).

Во время проведения ПГПР значительной разницы во времени при обработке 1 сегмента среди различных ВПС обнаружено не было, однако наименьшее время на обработку потребуется при использовании ВПС на основе

трегалозы ( $6,84 \pm 0,58$  сек.). Во всех группах отмечена хорошая степень очищения поверхности зубов. Большой расход порошка при проведении ПГПР наблюдается при использовании карбоната кальция и смеси карбоната кальция и бикарбоната натрия, а наименьший расход — при использовании трегалозы. Наибольшее распыление аэрозоля от ВПС зафиксировано при использовании бикарбоната натрия, а его наименьшее образование — при использовании растворимых порошков, а именно глицина и трегалозы (табл. 4).

В целом, пациенты положительно отнеслись к проведенной ПГПР и оценили хороший очищающий эффект после, однако при использовании ВПС на основе бикарбоната натрия, карбоната кальция и их смеси респонденты отметили болевую реакцию колющего характера, а также саднение десневого края. Также респонденты отметили значительную болевую реакцию при использовании ВПС на основе бикарбоната натрия и явление гиперестезии эмали после использования нерастворимых ВПС (табл. 5).



\* Статистически значимые различия,  $p < 0,05$

Рис. 7. Средние значения линейной (Vas) скорости кровотока в тканях пародонта до и после ПГПР различными ВПС

Fig. 7. Mean linear (Vas) blood flow velocity values in periodontal tissues before and after PGP by different APS

## Выводы

1. Наибольшим повреждающим воздействием на структуру эмали зубов обладают порошки со смесью бикарбоната натрия и карбоната кальция, а наименьшим — порошки с трегалозой и глицином;

Таблица 4

## Объективная оценка использования ВПС после проведения ПГПР

Table 4. Objective assessment of APS utilization after PCI

Вопросы Questions		Воздушно-абразивное средство Air abrasive				
		Бикарбонат натрия Sodium bicarbonate	М Бикарбонат натрия + карбонат кальция Sodium bicarbonate + calcium carbonate	Глицин Glycine	Трегалоза Trehalose	Карбонат кальция Calcium carbonate
Время, потраченное на обработку 1 сегмента (мин) Time taken to process 1 segment (min)		$7,67 \pm 0,49$	$8,97 \pm 0,54$	$7,21 \pm 0,45$	<b><math>6,84 \pm 0,58</math></b>	$6,86 \pm 0,62$
Степень очищения поверхности зуба Degree of cleaning of the tooth surface	Плохое Bad	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Хорошее Good	87,5 %	87,5 %	75 %	62,5 %	75 %
	Отличное Excellent	12,5 %	12,5 %	25 %	37,5 %	25 %
Количество порошка, необходимое для проведения ПГПР Amount of powder required to carry out SVCP	Большое Big	25 %	<b>50 %</b>	37,5 %	12,5 %	<b>50 %</b>
	Среднее Average	62,5 %	37,5 %	37,5 %	<b>37,5 %</b>	25 %
	Небольшое A small	12,5 %	12,5 %	25 %	<b>50 %</b>	25 %
Распыление порошка во время проведения ПГПР Powder spraying during SVCP operations	Большое Big	<b>75 %</b>	62,5 %	0 %	0 %	62,5 %
	Среднее Average	25 %	37,5 %	12,5 %	12,5 %	37,5 %
	Небольшое A small	0 %	0 %	<b>87,5 %</b>	<b>87,5 %</b>	0 %

2. После обработки зубов порошком на основе бикарбоната натрия, карбоната кальция, а также их смесью необходимо использовать полировочную пасту (RDA = 27), что делать, напротив, не рекомендуется после использования порошков на основе глицина и трегалозы;

3. На основании клинического исследования было выявлено, что порошки на основе трегалозы и глицина оказывают меньшее повреждающее воздействие как на эмаль зубов, так и на ткани пародонта, что подтверж-

дается показателями индекса чувствительности зубов Л.Ю. Ореховой — С.Б. Улитовского и результатами ультразвуковой доплерографии;

4. Значительной разницы во времени, затраченном на проведение ПГПР, не было выявлено;

5. На основании результатов анкетирования пациентов мы пришли к выводу, что наибольшей эффективностью обладают порошки на основе трегалозы и глицина.

Таблица 5

Субъективная оценка пациентов после проведения ПГПР разными ВПС

Table 4. Subjective evaluation of patients after PGPR by different APS

Вопросы Questions	Воздушно-абразивное средство Air abrasive					
	Бикарбонат натрия Sodium bicarbonate	М Бикарбонат натрия + карбонат кальция Sodium bicarbonate + calcium carbonate	Глицин Glycine	Трегалоза Trehalose	Карбонат кальция Calcium carbonate	
Характеристика болевой реакции Characterization of the pain response	Колющая Stabbing	Саднение Saddening	-	-	Саднение Saddening	
Болевая реакция в баллах Pain response in points	8	6	1	1	4	
Была ли чувствительность во время проведения ПГПР Whether there was sensitivity at the time of the PGPR procedure	да	да	нет	нет	да	
Ощущение гладкости зубов после ПГПР Feeling of smooth teeth after PGPR	Плохое Bad	12,5 %	12,5 %	12,5 %	12,5 %	12,5 %
	Хорошее Good	50 %	50 %	12,5 %	25 %	37,5 %
	Отличное Excellent	37,5 %	37,5 %	75 %	62,5 %	50 %
Общее состояние от проведения ПГПР Overall status from the implementation of the HPMP	Плохое Bad	25 %	25 %	0 %	0 %	12,5 %
	Хорошее Good	37,5 %	50 %	12,5 %	25 %	22,5 %
	Отличное Excellent	37,5 %	25 %	87,5 %	75 %	62,5 %

Литература/References

- Zhu M., Zhao M., Hu B., Wang Y., Li Y., Song J. Efficacy of glycine powder air-polishing in supportive periodontal therapy: a systematic review and meta-analysis // J Periodontal Implant Sci. – 2021;51(3):147-162. doi: 10.5051/jpis.1902340117.
- Okumuş Ö., Orbak R., Özkan Karasu Y., Gül P. The Evaluation of Different Polishing Techniques' Effects on the Post-operative External Staining of Enamel in Primary and Permanent Tooth // Cureus. – 2023;15(5):e39690. doi:10.7759/cureus.39690
- Sun K., Gui G., Wang F. Evaluation of the efficacy of subgingival air-polishing during periodontal maintenance phase // Jiangsu Medical Journal. – 2016;42:2268-2270. doi: 10.5051/jpis.1902340117
- Bozbay E., Dominici F., Gokbuget A.Y., Cintan S., Guida L., Aydin M.S. et al. Preservation of root cementum: a comparative evaluation of power-driven versus hand instruments // Int J Dent Hyg. – 2018;16:202-209. doi: 10.1111/ihd.12249
- Schaumann T., Kraus D., Winter J., Wolf M., Deschner J., Jäger A. Potential immune modularly role of glycine in oral gingival inflammation // Clin Dev Immunol. – 2013;2013:808367. DOI: 10.1155/2013/808367
- Camboni S., Donnet M. Tooth surface comparison after air polishing and rubber cup: a scanning electron microscopy study // J Clin Dent. – 2016;27:13-18. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28390211/
- Оксам Н.С. Сравнительная оценка использования воздушно-абразивных средств на основе карбоната кальция и гидрокарбоната натрия в комплексном лечении воспалительных заболеваний пародонта : дисс. ... канд. Мед. Наук. Санкт-Петербург, 2008:155. [N.S. Oksas. Comparative evaluation of the use of air-abrasive means on the basis of calcium carbonate and sodium hydrogen carbonate in the complex treatment of inflammatory periodontal diseases: specialty : diss. candidate of medical sciences. St. Petersburg, 2008:155. (In Russ. J)]. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15878320
- Орехова Л.Ю., Лобода Е.С., Нейцберг Д.М., Боева П.А., Березкина И.В. Сравнительная оценка изменений ультраструктуры поверхности эмали зубов и дентальных имплантатов при использовании воздушно-абразивных методик деконтаминации поверхности различными типами абразивов в процессе проведения профессиональной гигиены. Пародонтология. 2019;24(2):133-139. [L.Yu. Orekhova, E.S. Loboda, D.M. Neizberg, P.A. Boeva, I.V. Berezkina. Comparative estimation of the changes in the ultrastructure of the tooth enamel surface and dental implants at the use of the air-abrasive techniques of the surface decontamination by different types of abrasives in the process of the professional hygiene. Periodontology. 2019;24(2):133-139. (In Russ. J)]. https://doi.org/10.33925/1683-3759-2019-24-2-133-139
- Орехова Л.Ю., Лобода Е.С., Березкина И.В., Боева П.А., Рачина Д.В. Сравнительная оценка клинической эффективности воздушно-абразивных средств различных поколений в комплексной профилактике основных стоматологических заболеваний. Стоматология детского возраста и профилактика. 2020;20(4):296-302. [L.Yu. Orekhova, E.S. Loboda, I.V. Berezkina, P.A. Boeva, D.V. Rachina. Comparative assessment of clinical effectiveness of air-abrasives of different generations in complex prevention of major dental diseases. Stomatology of pediatric age and prophylaxis. 2020;20(4):296-302. (In Russ. J)]. https://doi.org/10.33925/1683-3031-2020-20-4-296-302
- Петров А.А. Оптимизация диагностики заболеваний пародонта и тактики проведения профессиональной гигиены полости рта у лиц молодого возраста при различных видах курения : дисс. ... канд. Мед. Наук. Санкт-Петербург, 2023:204. [A.A. Petrov. Optimization of diagnostics of periodontal diseases and tactics of professional oral hygiene in young people at different types of smoking : diss. ... candidate of medical sciences. St. Petersburg, 2023:204. (In Russ. J)]. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=59960563