DOI: 10.37988/1811-153X_2026_2_23

С.Н. Разумова,
д.м.н., профессор, зав. кафедрой пропедевтики стоматологических заболеваний

З.Т. Аймалетдинова,
ассистент кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний

А.С. Браго,
к.м.н., доцент кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний

З.А. Гурьева,
к.м.н., старший преподаватель кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний

А.С. Манвелян,
к.м.н., старший преподаватель кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний

РУДН, 117198, Москва, Россия

Сравнительная характеристика поверхности эмали зубов постоянного прикуса при водно-воздушной полировке (пилотное исследование)

Реферат. На сегодняшний день применение аппаратов для водно-воздушной полировки в сочетании с абразивными компонентами является одним из важных этапов профилактики кариеса и заболеваний пародонта. Успех данной процедуры во многом определяет состав абразивного порошка, а также размер и форма частиц. Необходим поиск оптимальных компонентов для водно-воздушной полировки, способный эффективно и безопасно удалять как над-, так и поддесневой налет, а также вокруг реставраций и ортопедических конструкций. **Цель** — предварительная оценка изменения шероховатости поверхности эмали постоянных зубов после применении водно-воздушной полировки с частицами разного размера и формы. **Материалы и методы.** Шероховатость поверхности эмали определяли методом профилометрии на образцах коронковой части 80 зубов постоянного прикуса, разделенных случайным образом на 4 группы (n=20). Все образцы подвергали водно-воздушной обработке с применением абразивных компонентов: в I группе применяли порошок на основе эритритола с размером частиц 14 мкм, Air flow Plus (EMS, Швейцария); во II группе — гидрокарбонат натрия (40 мкм), «Аэр Профи комфорт» («Омега-Дент», Москва); в III группе — гидрокарбонат натрия (50—60 мкм) и карбонат кальция (50—70 мкм), «Флоу-Клинз Профи» («ТехноДент», Белгородская обл.); в IV группе — глицин (25 мкм), «Аэр-Клинз Перио» («ВладМиВа», Белгород). Образцы изучали при 50-кратном увеличении в поле зрения (340×283 нм) 3D-конфокального профилометра до и после обработки. **Результаты.** После обработки в I группе медианная шероховатость S_a увеличилась со 152, 5 до 164,5 нм, во II группе — со 163 до 173 нм, в III группе — со 191,5 до 238,5 нм. В IV группе S_a уменьшилась с 328 до 253 нм. Статистически значимых различий не выявлено (p> 0,05). **Заключение.** Применение при водно-воздушной обработке гранул эритритола с малым размером частиц (14 мкм) показало тенденцию минимального увеличения S_a, тогда как использование порошка гидрокарбоната натрия и карбоната кальция способствовало наибольшему увеличению шероховатости. Частицы глицина размером 25 мкм способствовали уменьшению шероховатости. Предварительные данные не позволяют сделать окончательные клинические рекомендации, но дают обоснование для дальнейшего проведения исследования с большей выборкой.

Ключевые слова: профилометрия, эмаль, водно-воздушная полировка, глицин, эритритол

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Разумова С.Н., Аймалетдинова З.Т., Браго, А.С., Гурьева З.А., Манвелян А.С. Сравнительная характеристика поверхности эмали зубов постоянного прикуса при водно-воздушной полировке (пилотное исследование). — *Клиническая стоматология*. — 2026; 29 (2): 23—27. DOI: 10.37988/1811-153X_2026_2_23

S.N. Razumova,
Doctor of Science in Medicine, full professor of the Dentistry diseases propaedeutics Department

Z.T. Aymaletdinova,
assistant at the Dentistry diseases propaedeutics Department

A.S. Brago,
PhD in Medical Sciences, associate professor of the Dentistry diseases propaedeutics Department

A.S. Manvelyan,
PhD in Medical Sciences, senior lecturer of the Dentistry diseases propaedeutics Department

Z.A. Guryeva,
PhD in Medical Sciences, senior lecturer of the Dentistry diseases propaedeutics Department

RUDN University, 117198, Moscow, Russia

Comparative characteristics of the enamel surface of permanent teeth during air-water polishing (a pilot study)

Abstract. Nowadays, the use of air-water devices combined with abrasive components is one of the important steps in the prevention of caries and periodontal diseases. The success of this procedure largely depends on the composition of the abrasive powder, as well as on the size and shape of the particles. There is a need to find optimal components for air-water polishing that can effectively and safely remove both supragingival and subgingival plaque, as well as plaque around restorations and prosthetic constructions. **Aim:** comparative assessment of changes in surface roughness (Sa) of permanent tooth enamel after air-water polishing with particles of different sizes and shapes. **Materials and methods.** Enamel surface roughness was determined by profilometry on crown samples of 80 permanent teeth, randomly divided into 4 groups (n=20). All samples were subjected to air-water polishing with abrasive components according to the group. Group I used an erythritol-based powder — 14 µm Air flow Plus (EMS, Switzerland); Group II — sodium bicarbonate — 40 µm "Aero Profi Comfort" (Omega Dent, Russia); Group III — sodium bicarbonate (50–60 µm) and calcium carbonate (50–70 µm) "Flow-Cleans Profi" (TechnoDent, Russia); Group IV — glycine (25 µm) "Air-Cleans Perio" (VladMiVa, Russia). Scanning was performed before and after treatment in a selected field of study. **Results.** Data are presented as medians due to non-normal distribution. In Group I (Air flow Plus) the median increased from 152.5 to 164.5 nm; in Group II (Aero Profi Comfort) — from 163 to 173 nm; in Group III (FlowCleans Profi) — from 191.5 to 238.5 nm;

in Group IV (AirCleans Perio) — decreased from 328.0 to 253.0 nm. No statistically significant differences were found (p>0.05). **Conclusion.** Erythritol granules with a small particle size of 14 µm showed a minimal tendency to increase the S_a roughness value, whereas the powder based on a combination of sodium bicarbonate (50–60 µm) and calcium carbonate (50–70 µm) contributed to the greatest increase. Glycine particles of 25 µm contributed to a decrease in roughness. Preliminary data do not allow final clinical recommendations to be made, but they provide a rationale for further research with a larger sample size to confirm or refute the observed trends.

Key words: enamel, profilometry, air-water polishing, glycine, erythritol

FOR CITATION:

Razumova S.N., Aymaletdinova Z.T., Brago A.S., Manvelyan A.S., Guryeva Z.A. Comparative characteristics of the enamel surface of permanent teeth during air-water polishing (a pilot study). *Clinical Dentistry (Russia)*. 2026; 29 (2): 23—27 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X_2026_2_23

ВВЕДЕНИЕ

К традиционным методам удаления зубного налета относится применение полировочных щеток в сочетании с пастами и ручными инструментами, что требует значительных временных и трудовых затрат. Использование водно-воздушной полировки в профессиональной гигиене на сегодняшний день является одним из методов, позволяющим удалять биопленку с поверхности твердых тканей зуба как в над-, так и в поддесневой областях. Это один из методов профилактики кариеса, а также важная составляющая поддерживающей терапии заболеваний пародонта. По данным B.Y. Park и соавт. (2021), применение водно-воздушной полировки вызывает меньший дискомфорт у пациентов и позволяет сократить общее время профессиональной гигиены с 19,9 до 15,4 минут [1].

В настоящее время применяют несколько видов абразивных компонентов: на основе гидрокарбоната натрия, карбоната кальция, эритритола, глицина, трегалозы с различным размером и формой частиц. Первоначальным абразивным компонентом для водно-воздушной полировки был гидрокарбонат натрия, размер частиц которого достигал 250 мкм, что является высокоабразивным материалом [2]. В значительной степени это оказывало отрицательное воздействие на твердые ткани зуба, реставрационные материалы, а также вызывало травмы мягких тканей [3, 4]. На сегодняшний день размер частиц гидрокарбоната натрия уменьшен до 40—60 мкм, что снижает его абразивность, но сохраняет эффективность. Однако, как показали исследования, даже при уменьшенном размере частиц гидрокарбонат натрия может вызывать значительное увеличение шероховатости поверхности, особенно на дентине и реставрационных материалах. Это способствовало поиску менее абразивных, но эффективных компонентов для водно-воздушной полировки.

На смену гидрокарбонату натрия пришли карбонат кальция, глицин, эритритол, трегалоза. Карбонат кальция, в отличие от колотых частиц гидрокарбоната натрия, имеет сферическую форму, размером 50—70 мкм [5]. Некоторые производители выпускают порошки, сочетающие в себе два абразивных компонента: гидрокарбонат натрия и карбонат кальция. Сочетание сферических и колотых гранул позволяет эффективно удалять плотный пигментированный налет, однако данные компоненты плохо растворимы в воде, что может способствовать их скоплению вокруг зубов, реставраций и ортопедических или ортодонтических конструкций. Минимальный размер частиц среди современных абразивов имеют глицин (25 мкм) и эритритол (14 мкм) [6]. Их сферическая форма и малый размер обеспечивают не только эффективное удаление налета, но и полировку поверхности, что особенно важно для пациентов с повышенной чувствительностью эмали.

Одним из последних разработанных абразивных порошков для водно-воздушной полировки является трегалоза. Данный абразив наряду с глицином и эритритолом хорошо растворим в воде. По химическому составу трегалоза является органическим соединением из группы невосстанавливающихся дисахаридов. Размер гранул трегалозы варьируется от 25 до 65 мкм, что делает ее перспективным абразивом для водно-воздушной полировки [7].

Несмотря на широкий выбор абразивных компонентов, в литературе мало данных об их влиянии на поверхность эмали. Это затрудняет выбор порошка для водно-воздушной полировки в различных клинических случаях. Поэтому проведение сравнительного исследования по оценке шероховатости эмали абразивными компонентами разного состава, размера и формы частиц является особо актуальной задачей.

Цель — изучить изменение шероховатости S_a поверхности эмали постоянных зубов после применении водно-воздушной полировки с частицами разного размера и формы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На базе стоматологического отделения медицинского центра РУДН в 2024—2025 гг. было проведено экспериментальное *in vitro* исследование эмали удаленных зубов, полученных от взрослых пациентов (возраст 35—60 лет). Критерии невключения: наличие кариозных поражений, гипоплазии эмали, трещин, сколов, а также ранее проведенного стоматологического лечения. Критерии исключения: травма коронковой части зуба в процессе удаления, дисколорит коронковой части зуба. Было отобрано 80 интактных зубов постоянного прикуса, удаленных по пародонтологическим показаниям. Хранение зубов осуществлялось в 0,9%-ном растворе хлорида натрия при температуре +4°C.

Все образцы были предварительно очищены сухой щеткой, вращающейся при 2000 об./мин., с нейлоновыми

щетинками без пасты, а затем закреплены на алюминиевой пластине эпоксидной смолой (рис. 1).

Далее проводилась водно-воздушная полировка поверхности эмали на расстоянии 5 мм в течение 40 секунд. Для достижения воспроизведения условий в клинике, манипуляция проводилась одним оператором при постоянном движении наконечника, а резервуар аппарата после каждой обработки заполняли выбранным абразивным компонентом до рекомендуемого изготовителем уровня.

Образцы случайным образом разделили на 4 равные группы по типу абразивного состава для водно-воздушной полировки:

- **I — Air flow Plus (EMS, Швейцария) — порошок на основе эритритола (14 мкм);**
- **II — «Аэр Профи комфорт» («Омега-Дент», Москва) — гидрокарбонат натрия (40 мкм);**
- **III — «Флоу-Клинз Профи» («ТехноДент», Белгородская обл.) — гидрокарбонат натрия (50—60 мкм) и карбонат кальция (50—70 мкм);**
- **IV — «Аэр-Клинз Перио» («ВладМиВа», Белгород) — глицин (25 мкм).**

Оцениваемым параметром являлось среднее арифметическое отклонение высоты точек поверхности от средней плоскости (S_a, нм) в соответствии с ISO 25178. Измерения проводили с помощью 3D-конфокального профилометра S neox (Sensofar, Испания) в случайно выбранном поле (340×283 нм) до и после водно-воздушной обработки при 50-кратном увеличении (рис. 2).

После водно-воздушной полировки образцы промывали дистиллированной водой, высушивали и повторно подвергали сканированию, сохраняя то же поле наблюдения.

При статистической обработке данных проверку нормальности распределения выполняли с помощью критерия Шапиро—Уилкса и критерия согласия Колмогорова—Смирнова. Для сравнения показателей между группами применялся критерий Краскела—Уоллиса, внутри групп — критерий Вилкоксона. Уровень статистической значимости был зафиксирован на уровне $p>0,05$.

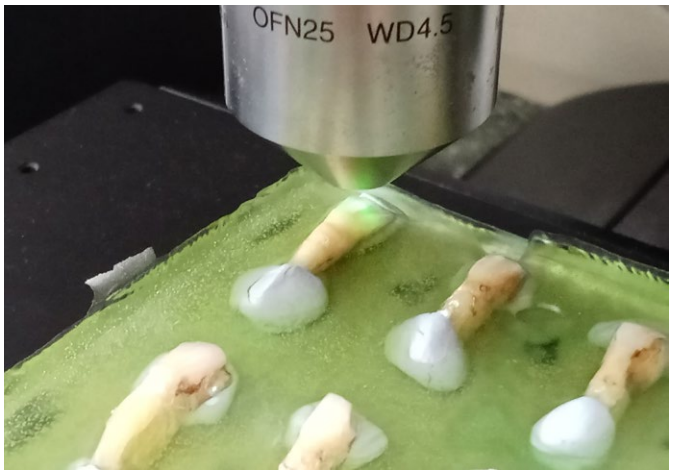

Рис. 1. Образцы зубов
Fig. 1. Tooth samples used in the study

РЕЗУЛЬТАТЫ

Во всех группах распределение показателя S_a значимо отличалось от нормального ($p< 0,05$), что подтверждено проверкой по критерию Колмогорова—Смирнова.

Наиболее выраженная тенденция к увеличению S_a отмечается в III группе (гидрокарбонат натрия и карбонат кальция) — с 191,5 до 238,5 нм. IV группа (глицин), наоборот, продемонстрировала тенденцию к уменьшению показателя с 328 до 253 нм. В I (эритритол) и II (гидрокарбонат натрия) группе изменения были минимальным — с 152,5 до 164,5 нм и со 163 до 173 нм соответственно (см. таблицу).

Полученные данные позволяют выявить предварительные тенденции изменения шероховатости поверхности, которые не являются статистическими значимыми в рамках данного пилотного исследования. Поэтому необходимы дальнейшие исследования на значительно

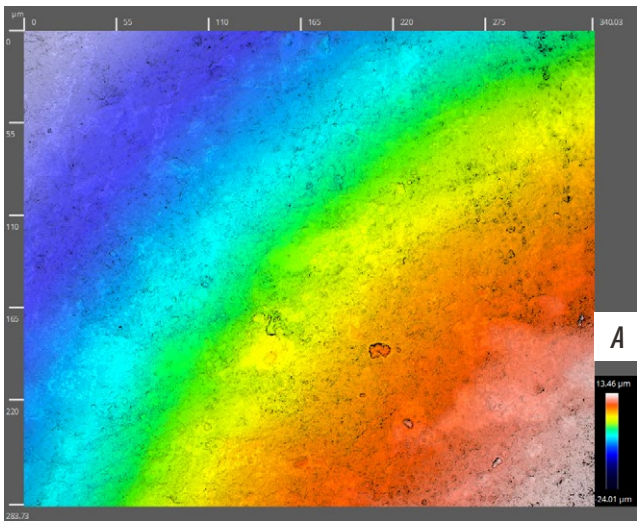

Рис. 2. Поверхность эмали до (A) и после (B) водно-воздушной полировки (ув. 50)

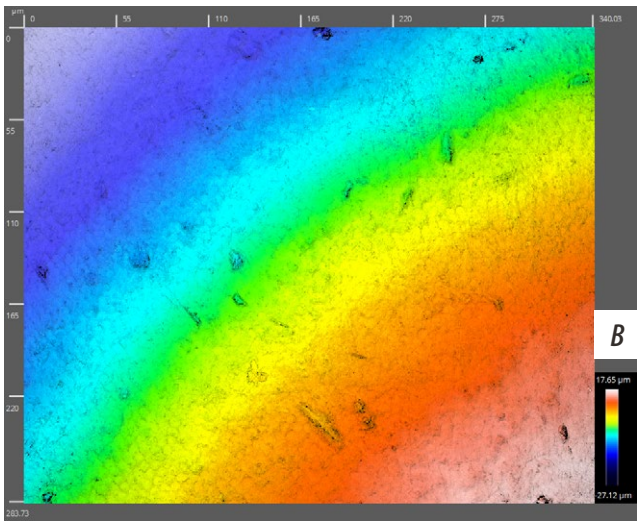

Fig. 2. Enamel surface before (A) and after (B) air-water polishing (mag. x50)

Шероховатость эмали S_a до и после водно-воздушной полировки абразивными компонентами, нм
Analysis of quantitative data on enamel roughness (S_a, nm) before and after airpolishing with abrasive components

Группа	Абразив	До обработки		После обработки		*p*
		Me	Q_1—Q_3	*Me*	Q_1—Q_3	
I	Эритритол, 14 мкм	152,5	106,75—223,75	164,5	109,75—199,25	0,478
II	Гидрокарбонат натрия, 40 мкм	162,0	119,25—179,0	173,0	121,0—190,0	0,295
III	Гидрокарбонат натрия, 50—60 мкм, и карбонат кальция, 50—70 мкм	191,5	161,00—267,0	238,5	173,25—260,5	0,422
IV	Глицин, 25 мкм	328,0	207,75—646,0	253,0	147,25—475,5	0,629

большей выборке для подтверждения или опровержения этих тенденций.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное пилотное исследование было направлено на оценку влияния различных абразивных порошков на шероховатость эмали.

Несмотря на отсутствие статистической значимости, полученные данные позволяют сделать несколько предположений. Наиболее выраженная тенденция к увеличению шероховатости была отмечена в III группе, где был использован порошок на основе гидрокарбоната натрия — 50—60 мкм и карбоната кальция 50—70 мкм с частицами сферической и колотой формы. Этот результат согласуется с нашим предыдущим исследованием, где было установлено, что средний размер гранул этого порошка составляет 71,4 мкм, что отличается от заявленных производителем данных [8]. Большой размер гранул и «колотая форма», вероятно, обусловливает более агрессивное воздействие на поверхность эмали по сравнению с другими группами.

Напротив, тенденция к снижению показателя шероховатости была выявлена в IV группе (глицин 25 мкм). Вероятно, это может быть связано с меньшим размером и сферической формой частиц, что уменьшает агрессивное действие на эмаль и полирует ее.

В I группе (эритритол, 14 мкм) изменение медианы было минимальным (+7,9%). Возможно, такой малый размер гранул обеспечивает эффективное удаление налета с минимальным воздействием на поверхность эмали. Это делает эритритол перспективным абразивным компонентом для клинических ситуаций, где необходима особая щадящая обработка: работа с имплантами и реставрациями, повышенная чувствительность дентина.

Наблюдаемая тенденция согласуется с данными других авторов. Так, сферическая форма частиц позволяет полировать поверхность эмали, обеспечивая минимальное воздействие на ткани, тогда как колотая форма обеспечивает очищение поверхности, но ведет к увеличению шероховатости поверхности [9]. Гранулы эритритола и глицина обладают высокой растворимостью в воде, что, в свою очередь, способствует снижению их накопления в области зубов и пародонтальных карманов, имплантатов, реставраций, в отличие от гидрокарбоната натрия и карбоната кальция [10—12], хотя при наличии пигментированного налета их эффективность снижается. В исследовании B. Yaneva и соавт. (2024), проведенное с участием неопытных операторов (студентов-стоматологов), показало, что применение порошков на основе карбоната кальция и гидрокарбоната натрия вызывает незначительное повреждение поверхностного эпителия на ограниченных участках, но нет данных по твердым тканям зуба [9]. В то же время эритритол продемонстрировал наименьшее повреждение эпителия, что подтверждает его безопасность для использования даже неопытными операторами.

Однако были намечены важные тенденции, которые необходимо проверить: гранулы эритритола (14 мкм) и гидрокарбонат натрия (40 мкм) показали наименьшее изменение поверхности эмали; комбинация карбоната кальция и гидрокарбоната натрия способствовало тенденции к увеличению шероховатости, тогда как гранулы глицина — к снижению.

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование позволило предварительно оценить влияние различных абразивных компонентов на среднюю шероховатость эмали S_a. Так, размер и форма частиц являются критическими важными факторами, которые определяют абразивный потенциал порошка. Малый размер и сферическая форма гранул (глицин 25 мкм и гидрокарбонат натрия 40 мкм) проявляют полирующий эффект, тогда как, гранулы больше 50—70 мкм и с колотыми частицами приводят к увеличению шероховатости.

Таким образом, данное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. **Порошок на основе эритритола с гранулами размером 14 мкм показал незначительное увеличение шероховатости поверхности (+7,9%), что характеризует его как абразив со щадящим полирующим действием.**
2. **Гранулы глицина (25 мкм) продемонстрировали максимальную эффективность в полировке (–22,9% шероховатости).**
3. **Гранулы гидрокарбоната натрия 40 мкм показали незначительное увеличение шероховатости (+3%).**
4. **Состав из гидрокарбоната натрия (50—60 мкм) и карбоната кальция (50—70 мкм) привел к наибольшему увеличению S_a (+24,5%).**

Статистически значимых различий не выявлено (p>0,05). Для подтверждения выявленных тенденций необходимо проведение исследований на бóльшей выборке.

Поступила/Received: 29.09.2025
Принята в печать/Accepted: 30.05.2026

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES:

1. **Park B.Y., Kim M., Park J., Jeong J.H., Noh H.** Research on dental plaque removal methods for efficient oral prophylaxis: With a focus on air polishing and rubber cup polishing. — *Int J Dent Hyg*. — 2021; 19 (3): 255—261. PMID: 33217770
2. PMID: 35797310
3. **Petersilka G.J., Bell M., Häberlein I., Mehl A., Hickel R., Flemmig T.F.** In vitro evaluation of novel low abrasive air polishing powders. — *J Clin Periodontol*. — 2003; 30 (1): 9—13. PMID: 12702105
4. **Reinhart D., Singh-Hüsgen P., Zimmer S., Bizhang M.** In-vitro influence of the use of an erythritol powder through air polishing on the surface roughness and abrasiveness of various restorative materials. — *PLoS One*. — 2022; 17 (7): e0270938.
5. **Janiszewska-Olszowska J., Drozdzik A., Tandecka K., Grocholewicz K.** Effect of air-polishing on surface roughness of composite dental restorative material — comparison of three different air-polishing powders. — *BMC Oral Health*. — 2020; 20 (1): 30. PMID: 32000753
6. **Петров А.А., Вашнева В.Ю., Лобода Е.С., Орехова Л.Ю., Мордовина А.М., Прохорова О.В., Андреев Д.И.** Изучение структуры поверхности эмали зубов после обработки воздушно-порошковыми системами различных поколений. — *Проблемы стоматологии*. — 2024; 1: 114—121. eLibrary ID: 65670446
[**Petrov A., Vashneva V., Loboda E., Orekhova L., Mordovina A., Prokhorova O., Andreev D.** Study of tooth enamel surface structure after treatment with air-powder systems of different generations. — *Actual Problems in Dentistry*. — 2024; 1: 114—121 (In Russian)]. DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-114-121
7. **Ratzka P., Zaslansky P., Jost-Brinkmann P.G.** Scanning electron microscopy evaluation of enamel surfaces using different air-polishing powders in the orthodontic setting: an in vitro study. — *J Orofac Orthop*. — 2024; 85 (6): 404—413. PMID: 37145307
8. **Kruse A.B., Maamar R., Akakpo D.L., Woelber J.P., Wittmer A., Vach K., Ratka-Krüger P., Al-Ahmad A.** Effects of subgingival air-polishing with trehalose powder on oral biofilm during periodontal maintenance therapy: a randomized-controlled pilot study. — *BMC Oral Health*. — 2020; 20 (1): 123. PMID: 32321490
9. **Разумова С.Н., Аймалетдинова З.Т., Браго А.С., Табет М.А.К., Ребрий А.В., Манвелян А.С.** Оценка размера и формы компонентов порошков для водно-воздушной полировки поверхности твердых тканей зуба. — *Клиническая стоматология*. — 2023; 3: 134—139. eLibrary ID: 54509018
[**Razumova S.N., Aymaletdinova Z.T., Brago A.S., Thabet M.A.K., Rebriy A.V., Manvelyan A.S.** Evaluation of the size and shape of powder components for air polishing of the surface of hard tooth tissue. — *Clinical Dentistry (Russia)*. — 2023; 3: 134—139 (In Russian)]. DOI: 10.37988/1811-153X_2023_3_134
10. **Yaneva B., Shentov P., Bogoev D., Mutafchieva M., Atanasova-Vladimirova S., Dimitrov K., Vladova D.** Gingival Margin Damage During Supragingival Dental Polishing by Inexperienced Operator-Pilot Study. — *J Funct Biomater*. — 2024; 15 (12): 374. PMID: 39728174
11. **Wei M.C.T., Tran C., Meredith N., Walsh L.J.** Effectiveness of implant surface debridement using particle beams at differing air pressures. — *Clin Exp Dent Res*. — 2017; 3 (4): 148—153. PMID: 29744193
12. **Matsubara V.H., Leong B.W., Leong M.J.L., Lawrence Z., Becker T., Quaranta A.** Cleaning potential of different air abrasive powders and their impact on implant surface roughness. — *Clin Implant Dent Relat Res*. — 2020; 22 (1): 96—104. PMID: 31837107
13. **Sinjari B.** D'Addazio G., Bozzi M., Caputi S., Di Iorio D., Traini T. SEM analysis of enamel abrasion after air polishing treatment with erythritol, glycine and sodium bicarbonate. — *Coatings*. — 2019; 9 (9): 549. DOI: 10.3390/coatings9090549

Учебное пособие «Реальные и виртуальные оттиски зубных рядов»

В пособии систематизированы современные данные о физико-химических, технологических, токсикологических и клинических свойствах современных оттискных материалов — альгинатных, силиконовых и полиэфирных масс.

Подробно рассмотрены методы получения оттисков, разновидности оттискных ложек и тактика выбора средств для фармакомеханического расширения зубодесневой бороздки. Отдельный раздел посвящен внутриротовым сканерам и особенностям их применения при целостных зубных рядах, частичной или полной потере зубов.

Издание адресовано студентам стоматологических факультетов, ординаторам и практикующим врачам-стоматологам. В основе пособия — классические концепции профессоров М.З. Штейнгарта, Л.М. Мишнева, Е.Н. Жулева, В.В. Трезубова, дополненные современными достижениями стоматологического материаловедения и цифровых технологий.

Издательство «Человек», 2026 г.
119 страниц
ISBN: 978-5-93339-585-0