

РАЗДЕЛ: СТОМАТОЛОГИЯ

Ю.А. Ипполитов¹, С.А. Михайлова¹, И.Ю. Ипполитов¹, Е.О. Алешина¹,
А.В. Гулов², А.А. Махмуди¹, М.А. Солаиман¹, В.П. Куралесина¹

Электропроводность эмали зуба человека после воздействия на нее химических или физических факторов при фиксации элементов мультибондинговой системы

¹ФГБОУ ВО ВГМУ имени Н.Н. Бурденко Минздрава России;

²ФГКУ 416 военный госпиталь Минобороны России

Резюме. При использовании мультибондинговой несъемной ортодонтической аппаратуры возможны осложнения связанные главным образом с возникновением кариеса эмали зуба, несмотря на наличие большого выбора средств профилактики стоматологических заболеваний. В ходе комплексного лечения пациентов с зубочелюстными деформациями было выделено 2 клинические группы и проведена обработка поверхности эмали 37% ортофосфорной кислотой и эрбиевым стоматологическим лазером с длиной волны 2940нм - (мощность 2 Вт, вода 20%, воздух 75%, наконечник: BOOST с насадкой Н 6/8, лазерный луч перпендикулярно эмали на расстоянии 5 мм от ее поверхности), перед фиксацией съемного элемента - брекета на ортодонтический клей.

Проведённые исследования показали, что после препарирования лазером в протравлении эмали кислотой поверхность приобретает шероховатость, неровность с обнажением многочисленных микропор, в частности устьев эмалевых каналов, что увеличивает электропроводность эмали а электрометрические показатели достигают 1,3(0,9; 1,5) мкА от исходных 0,15(0,1;0,2)мкА, тогда как после обработки эмали высокоинтенсивным лазерным светом эти значения были 0,3 (0,1;0,4)мкА от исходных 0,15(0,1;0,2)мкА, благодаря минеральной насыщенности межпризменных пространств эмали, устьев эмалевых каналов запечатывающихся органо-минеральным комплексом, что снижает возможность ее подповерхностной микробной деминерализации.

Ключевые слова: электропроводность эмали зуба, 37% ортофосфорная кислота, высокоинтенсивный лазерный свет, эмалевый каналец.

Актуальность. При использовании мультибондинговой несъемной ортодонтической аппаратуры возможны осложнения связанные главным образом с возникновением кариеса эмали зуба, несмотря на наличие большого выбора средств профилактики стоматологических заболеваний [1,5,8].

Алгоритм фиксации элементов мультибондинговой системы включает в себя обработку эмали зуба ортофосфорной кислотой, целью которой является удаление органической составляющей с поверхности конечной эмали для сцепления композитного материала с эмалью. В 1955 году компания Вуопосеге ввела использование фосфорной кислоты для травления эмали зуба, а в 1965 году Ньюман впервые попытался прикрепить ортодонтические брекеты к зубам, используя технику кислотного травления и эпоксидную смолу.

В процессе аппликации ортофосфорной кислоты растворяется тонкий слой биоплёнки, которая представляет собой органическое образование содержащее гликопротеины, аминокислоты и другие протеиновые образования. При этом возникает не только деорганизация поверхностной эмали но и ее поверхностная

деминерализация, что в дальнейшем приводит к подповерхстной микробной деминерализации.

Решение этой проблемы кроется в устранении причин деорганизации межпризменных пространств эмали и в персонифицированной профилактике кариеса эмали при использовании мультибондинговой несъемной ортодонтической техники [2,3,4,6,7].

В зарубежной литературе приводится механизм действия высокоинтенсивного лазерного света на твердой ткани зуба, основанный на "микровзрывах" воды, входящей в состав эмали и дентина, при ее нагревании лазерным лучом. Процесс поглощения и нагревания приводит к испарению воды из поверхностной эмали, абляции поверхностной эмали или твердых тканей зуба и удалению кристаллов гидроксиапатита из зоны воздействия высокоинтенсивного лазерного света. Для охлаждения тканей используется водно-воздушный аэрозоль. Такое воздействие на эмаль зуба может быть использовано для удаления органических компонентов с ее поверхности [9].

Цель исследования. Понижение электропроводности эмали зуба после удаления с ее поверхности биопленки путем применения высокоинтенсивного лазерного света.

Материал и методы исследования. Исследование произведено по правилам доказательной медицины и в соответствии с ее принципами. Были использованы основные клинические и дополнительные лабораторные методы исследования.

В ходе комплексного лечения пациентов с зубочелюстными деформациями было выделено 2 клинические группы и проведена обработка поверхности эмали 37% ортофосфорной кислотой и эрбиевым стоматологическим лазером с длиной волны 2940нм - (мощность 2 Вт, вода 20%, воздух 75%, наконечник: BOOST с насадкой Н 6/8, лазерный луч перпендикулярно эмали на расстоянии 5 мм от ее поверхности), перед фиксацией съемного элемента - брекета на ортодонтический клей (А16.07.048).

В серии клинико-анемнестических, клинических и клинико-лабораторных исследований изучен материал, полученный при осмотре 75 пациентов в возрасте от 15-18 лет, которым было применено несъемное аппаратное лечение с применением мультибондинговой системы на стоматологическом приеме. Клинические методы исследования позволили сформировать клинические две клинические группы пациентов, а также обосновать показания для удаления зубов. В первой группе 15 пациентам эмаль обрабатывали гелем в составе, которого входит 37% ортофосфорная кислота, гелеобразователь и краситель в течении 40 секунд. Во второй группе 15 пациентам эмаль зубов обрабатывали высокоинтенсивным лазерным светом в течении 60 секунд с помощью стоматологического аппарата Doctor Smile, модель Pluser (эрбиевый) SN215, длина волны 2940нм, которая близка по структуре воде и гидроксиапатита, что объясняет его эффект фото-абляции на эмали, дентине и костной ткани. Электропроводность эмали в первой группе проводили до обработки 37% гелем ортофосфорной кислоты и после нее. Равно как и во второй группе электропроводность эмали проводили до и после обработки эмальвысокоинтенсивным лазерным светом.

С помощью аппарата «ДентЭст» фирмы ЗАО «ГеософтДент», г. Москва проводили электрометрическую диагностику эмали зуба на клиническом приеме.

Измерения проводили при постоянном напряжении 4,26 Вольт, а полученные результаты оценивали в микроамперах.

Для оценки системы травления эмали были использованы удаленные по ортодонтическим показаниям постоянные премоляры, которые были разделены на две группы по десять зубов. Выбор зубов исходил из отсутствия дефектов эмали (морфологические дефекты, флюороз, гипоплазия, трещины, вызванные наложением щипцов при удалении зуба). Эмаль зубов в первой группе обрабатывали гелем в составе, которого входит 37% ортофосфорная кислота, гелеобразователь и краситель, нанесение геля на эмаль 40 секунд. Во второй группе эмаль зубов обрабатывали высокоинтенсивным лазерным светом в течении 60 секунд с помощью стоматологического аппарата Doctor Smile, модель Pluser (эрбиевый) SN215, длина волны 2940нм.

В центре коллективного пользования научного оборудования проводили растровую электронную микроскопию и рентгеноспектральный микроанализ 20 удаленных зубов проводили. Поверхность эмали оценивали с помощью низковакуумного растрового электронного микроскопа. Исследование микрорельефа эмали зуба проводили в режиме вторичной электронной эмиссии при ускоряющем напряжении 10-15 кВ и увеличении от 200 до 300 крат. Подготовленный объект (зуб) укрепляли на держателе и помещали в камеру растрового электронного микроскопа. Кроме того, данная модель растрового электронного микроскопа позволяет одновременно проводить количественный рентгеноспектральный микрохимический анализ. Результаты статистически обработаны с использованием стандартных пакетов программ.

Полученные результаты и их обсуждение. Показатели электропроводности эмали констатировали, что после применения ортофосфорной кислоты ее значения достигали 1,3(0,9; 1,5) мкА от исходных 0,15(0,1;0,2) мкА, ($p \leq 0,05$) тогда как после обработки эмали высокоинтенсивным лазерным светом эти значения были 0,3 (0,1;0,4)мкА от исходных 0,15(0,1;0,2) мкА (статистическая разница не достоверна) (рис. 1).

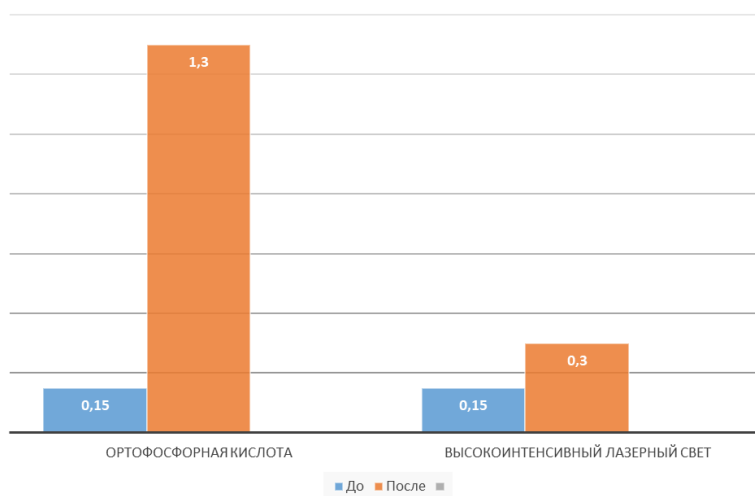


Рис. 1. Электрометрическая диагностика эмали после обработки ортофосфорной кислотой и высокоинтенсивным лазерным светом (мкА).

Растровая электронная микроскопия выявила, что после обработки гладкой вестибулярной эмали удаленного зуба 37% ортофосфорной кислотой, поверхность приобретает шероховатость, неровность с обнажением многочисленных микропор, в частности устьев эмалевых каналов (рис. 2а), тогда как после обработки гладкой вестибулярной эмали удаленного зуба высокоинтенсивным лазерным светом, поверхность эмали претерпевает физические изменения в виде перекристаллизации, что влечет за собой образования шероховатой поверхности в результате микрокавитации и испарения воды удаленной из гидроксиапатитовой матрицы во время процедуры абляции. В результате этого физического воздействия устья эмалевых каналов запечатываются органо-минеральным комплексом (рис. 2б).

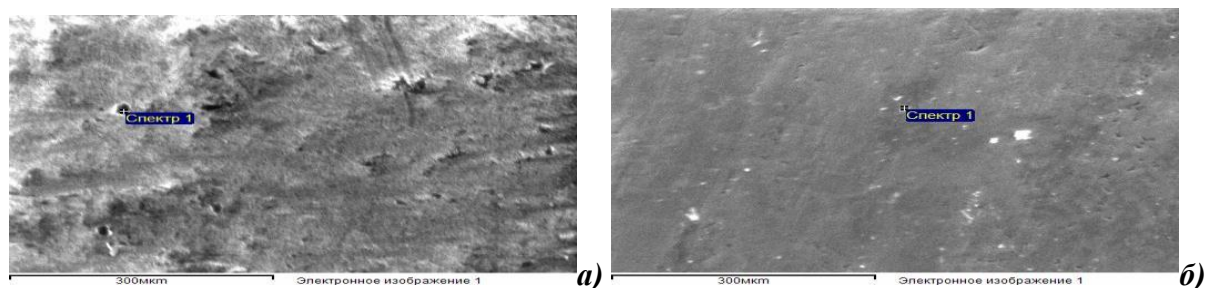


Рис. 2. Микроструктура эмали после обработки:
а) ортофосфорной кислотой, б) лазерным светом.

По результатам рентгеноспектрального микрохимического анализа установлено, что после обработки эмали зуба ортофосфорной кислотой значения органической составляющей по углероду (С), как показателя органического компонента в области устья эмалевого канала составили 46,76 весовых %, по кальцию (Са) 18,61 весовых %, по фосфору (Р) - 10,29 весовых % (таблица), тогда как после обработки эмали зуба с применением высокоинтенсивного лазерного света значения органической составляющей по углероду (С) в области устья эмалевого канала составила 18,76 весовых %, по кальцию (Са) 24,36 весовых %, по фосфору (Р) - 13,55 весовых %, что говорит о минеральной насыщенности межпризменных пространств эмали и снижении возможности ее деминерализации.

Таблица – Рентгено-спектральный микрохимический анализ эмали обработанной ортофосфорной кислотой и высокоинтенсивным лазерным светом

Химические элементы	Обработка ортофосфорной кислотой		Обработка лазерным светом	
	Весовой %	Атомный %	Весовой %	Атомный %
Углерод (С)	46,76	63,77	18,76	32,54
Кислород (О)	21,05	21,55	33,21	43,26
Натрий (Na)	0,90	0,64	0,42	0,38
Магний (Mg)	0,14	0,09	0,20	0,17
Фосфор (P)	10,29	5,44	13,55	9,11
Сера (S)	0,14	0,07		
Хлор (Cl)	1,17	0,54	0,49	0,29
Калий (K)	0,24	0,10		
Кальций (Ca)	18,61	7,60	24,36	12,67
Медь (Cu)	0,26	0,07		
Цинк (Zn)	0,43	0,11		
Олово (Sn)			9,01	1,58
Итого	100,0		100,0	

После воздействия высокоинтенсивного лазерного света происходят ограничение проникновения трансудата через устья эмальевых канальцев, о чем свидетельствует отсутствие таких химических элементов как калий, сера, медь и цинк при рентгеноспектральном микрохимическом анализе в области устья эмалевого канала в отличие от эмали обработанной ортофосфорной кислотой (таблица, рис.3 - точка сканирования спектр).

Двухлетнее наблюдение пациентов показал отсутствие очагов деминерализации эмали вокруг металлических элементов мультибондинговой системы, в отличии от группы пациентов, которым для фиксации элементов мультибондинговой системы применялась ортофосфорная кислота. В 35% случаях в этой группе обнаружены очаги деминерализации эмали.

Выводы. Проведённые исследования показали, что после обработки эмали кислотой ее поверхность приобретает шероховатость, неровность с обнажением многочисленных микропор, в частности устьев эмалевого каналов, что увеличивает электропроводность эмали, а электрометрические показатели достигают 1,3(0,9; 1,5) мкА от исходных 0,15(0,1;0,2)мкА, тогда как после обработки эмали высокоинтенсивным лазерным светом эти значения были 0,3 (0,1;0,4)мкА от исходных 0,15(0,1;0,2)мкА, благодаря минеральной насыщенности межпризмных пространств эмали, устьев эмалевого каналов запечатывающихся органо-минеральным комплексом, что снижает возможность ее подповерхностной микробной деминерализации.

На основании анализа результатов клинко-лабораторных исследований разработана методика препарирования зуба с достаточной резистентностью эмали с помощью высокоинтенсивного лазерного света, в которой обоснованы параметры лазерного воздействия на эмаль и оптимальная длительность. Параметры соответствуют мощности лазерного света 2 Вт, вода 20%, воздух 75%, наконечник: BOOST с насадкой Н 6/8, лазерный луч перпендикулярен эмали на расстоянии 5 мм от ее поверхности с выполнением медленных движений. После этого антисептичная обработка перед фиксацией элемента мультибондинговой системы на ортодонтический клей не требуется.

Литература.

1. Ботова Д.И., Косюга С.Ю. Проявления кариеса в стадии пятна у пациентов, находящихся на ортодонтическом лечении. Актуальные вопросы медицины в современных условиях / сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции №3. - СПб., 2016. - 216с.
2. Гордеева Н.О. Методология снижения риска патологии твердых тканей зубов при ортодонтическом лечении несъемной аппаратурой // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7. №1. С. 230-233.
3. Дифференциальная диагностика первичной потери минерального компонента эмалью зуба с использованием конусно-лучевой компьютерной томографии / Ю. А. Ипполитов, А. В. Гавриш, В. В. Ростовцев А.А. Махмуди, О.А. Грушенкова // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2020. – Т. 23, № 2. – С. 36-42.
4. Кабачек М.В. Профилактика развития осложнений при ортодонтическом лечении несъемной техникой: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. - М., 2004. - 26с.
5. Кисельникова Л.П., Рамм Н.Л. Бреккет-система или деминерализация эмали? // Институт

стоматологии.1998. №1. С. 38-40.

6. Смаглюк Л.В. Применение схемы индивидуальной профилактической программы при лечении брекет-техник // Украинський стоматологічний альманах. 2013. №3. С. 65-68.

7. Терехова Т.Н., Наумович Д.Н. Современные подходы к профилактике основных стоматологических заболеваний при ортодонтическом лечении // Современная стоматология. 2007. №4. С. 15-19.

8. Ippolitov Yu.A., Tatarintsev M.M., Bondareva E.N., Makhmudi A.A., Lesnikov R.V. Personified orthodontic treatment of adults with malocclusion and deformations in dentition depending on the degree of caries resistance of the tooth enamel. //International Journal of Pediatrics. - 2020. Vol.8. № 10. – p.12143-12150

9. Vishal Vijayan, K. Rajasigamani, K. Kartik, Sasidharan Maroli, Jitesh Chakkarayan, Mohammed Haris The effect of laser etching with the addition of erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet and traditional etching systems on the depth of resin penetration into enamel: a study using a confocal laser scanning electron microscope// J Pharm Bioallied Sci. 2015 Aug; 7 (Supplement 2): S616–S622.

Abstract.

**Yu.A. Ippolitov¹, S.A. Mikhailova¹, I.Yu. Ippolitov¹, E.O.Alyoshina¹, A.V.Gulov²,
A.A. Makhmudi¹, M.A. Solaiman¹, V.P. Kuralesina¹**

***ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF HUMAN TOOTH ENAMEL AFTER EXPOSURE TO
CHEMICAL OR PHYSICAL FACTORS WHEN FIXING ELEMENTS OF A MULTIBONDING
SYSTEM***

¹Voronezh State Medical University, ²military hospital 416 of the Ministry of Defense of Russia

When using multibonding fixed orthodontic equipment, complications are possible mainly associated with the occurrence of tooth enamel caries, despite the presence of a large selection of means for the prevention of dental diseases. During the complex treatment of patients with dental deformities, 2 clinical groups were identified and the enamel surface was treated with 37% orthophosphoric acid and an erbium dental laser with a wavelength of 2940nm - (power 2 W, water 20%, air 75%, tip: BOOST with nozzle H 6/8, laser beam perpendicular to the enamel at a distance of 5 mm from its surface), before fixing the removable bracket element with orthodontic glue (A16.07.048).

The conducted studies have shown that after laser preparation in the etching of enamel with acid, the surface acquires roughness, unevenness with the exposure of numerous micropores, in particular the mouths of enamel channels, which increases the electrical conductivity of enamel and electrometric indicators reach 1.3(0.9; 1.5) mkA from the initial 0.15(0.1;0.2)mkA, whereas after processing the enamel with high-intensity laser light, these values were 0.3 (0.1; 0.4) mkA from the initial 0.15 (0.1; 0.2)mkA, due to the mineral saturation of the interstitial spaces of enamel, the mouths of enamel channels sealed with an organo-mineral complex, which reduces the possibility of its subsurface microbial demineralization.

Keywords: electrical conductivity of tooth enamel, 37% orthophosphoric acid, high-intensity laser light, enamel channel.

References.

1. Botova D.I., Kosyuga S.Yu. Manifestations of caries in the spot stage in patients undergoing orthodontic treatment. Topical issues of medicine in modern conditions / collection of scientific papers on the results of the international scientific and practical conference No. 3. - St. Petersburg, 2016. - 216s.

2. Gordeeva N.O. Methodology of reducing the risk of pathology of hard tissues of teeth in orthodontic treatment with fixed equipment // Saratov Scientific Medical Journal. 2011. Vol. 7. No. 1. pp. 230-233.

3. Ippolitov Yu.A., Gavrish A.V., Rostovtsev V.V., Ippolitov I.Yu., Makhmudi A.A. Differential diagnosis of primary loss of mineral component by tooth enamel using cone-beam computed tomography. // Scientific and Practical journal "Applied and informational aspects of Medicine", vol. 23, No. 2, 2020.

4. Kabachok M.V. Prevention of complications in orthodontic treatment with fixed equipment: Abstract. diss. ... Candidate of Medical Sciences. - M., 2004. - 26s.

5. Kiselnikova L.P., Ramm N.L. Bracket system or enamel demineralization? // Institute of Dentistry.1998. No. 1. pp. 38-40.

6. Smaglyuk L.V. Application of the scheme of an individual preventive program in the treatment of braces // Ukrainian Dental almanac. 2013. No. 3. pp. 65-68.

7. Terekhova T.N., Naumovich D.N. Modern approaches to the prevention of major dental diseases in orthodontic treatment // Modern dentistry. 2007. No. 4. pp. 15-19.

8. Ippolitov Yu.A., Tatarintsev M.M., Bondareva E.N., Makhmudi A.A., Lesnikov R.V. Personified orthodontic treatment of adults with malocclusion and deformations in dentition depending on the degree of caries resistance of the tooth enamel. //International Journal of Pediatrics. - 2020. Vol.8. № 10. – p.12143-12150

9. Vishal Vijayan, K. Rajasigamani, K. Kartik, Sasidharan Maroli, Jitesh Chakkarayan, Mohammed Haris The effect of laser etching with the addition of erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet and traditional etching systems on the depth of resin penetration into enamel: a study using a confocal laser scanning electron microscope// J Pharm Bioallied Sci. 2015 Aug; 7 (Supplement 2): S616–S622.

Сведения об авторах: Ипполитов Юрий Алексеевич – д.м.н., профессор, зав. кафедрой детской стоматологии с ортодонтией ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, dsvigma@mail.ru; Михайлова Светлана Анатольевна - к.м.н., доцент кафедры детской стоматологии с ортодонтией ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, svetamih1367@mail.ru; Ипполитов Иван Юрьевич - к.м.н., ассистент кафедры ортопедической стоматологии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России ippolitoff87@bk.ru; Алешина Елена Олеговна - к.м.н., доцент кафедры детской стоматологии с ортодонтией ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, aes86@mail.ru; Гулов Алексей Владимирович - к.м.н., ФГКУ «416ВГ» Минобороны России, lv.gulova@yandex.ru; Махмуди Аббас Алиреза - аспирант кафедры детской стоматологии с ортодонтией ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, dr.makhmudi@mail.ru; Солаиман Махер Анисс - аспирант кафедры детской стоматологии с ортодонтией ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, mahersolaiman75@gmail.com; Куралесина Виктория Павловна - к.м.н., доцент кафедры детской стоматологии с ортодонтией ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, dsvigma@mail.ru.