

МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ
ФАКУЛТЕТ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА
КАТЕДРА ПО ПРОТЕТИЧНА ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА
РЪКОВОДИТЕЛ: проф. БОЖИДАР ЙОРДАНОВ, д-р

Д-р СТЕФКА СТЕФАНОВА КАЗАКОВА

КЛИНИЧНИ АСПЕКТИ НА ЕСТЕТИЧНА РЕСТАВРАЦИЯ С
МИНИМАЛНО ИНВАЗИВНИ АДХЕЗИВНИ КЕРАМИЧНИ
КОНСТРУКЦИИ

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация за присъждане на
образователна и научна степен „Доктор”
научна специалност: 03.03.03.

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:
ПРОФ. Д-Р ЮЛИЯ ЕМИЛОВА КАМЕНОВА, Д-Р

София, 2018 г.

Дисертационният труд е написан на 191 страници и е онагледен е с 38 таблици и 46 фигури. В библиографията са включени 301 литературни източника, от които 16 са на кирилица. Изследванията от дисертационния труд са извършени в Катедрата по протетична дентална медицина към ФДМ – София.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на заседание на Катедрата по протетична дентална медицина, ФДМ – София, където дисертантът работи като главен асистент.

Публичната защитата на дисертационния труд ще се състои на 11. 06. 2018 г. от 13.30 часа в Първа аудитория на ФДМ – София, ул. „Св. Георги Софийски” №1, съгласно чл.76 и чл.77 от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в МУ – София, и заповед № РК36-674 /13.04.2018 г. на Ректора на МУ – София, на открито заседание на **научното жури** в състав:

Председател:

Проф. Д-р Юлия Емилова Каменова, дм, вътрешен член и научен ръководител

Членове:

Доц. Илияна Павлова Йончева, дм – вътрешен член и рецензент

Проф. Георги Рангелов Тодоров, дм – външен член

Доц. Диян Андонов Славчев, дм – външен член и рецензент

Проф. Димитър Неделчев Карастоянов, д-р – външен член

Материалите по защитата са на разположение в Катедрата по протетична дентална медицина на ФДМ – София и са публикувани на интернет страницата на МУ – София.

Забележка: Номерата на таблиците и фигурите не съответстват на номерата в дисертационния труд.

СЪДЪРЖАНИЕ

I. ВЪВЕДЕНИЕ.....	5
II. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ.....	7
III. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ.....	8
IV. РЕЗУЛТАТИ.....	34
V. ОБСЪЖДАНЕ.....	65
VI. ИЗВОДИ.....	81
VII. ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД..	83
IX. НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ И СЪОБЩЕНИЯ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	84

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

ГЧ – горна челюст

ДЧ – долна челюст

МИКПК – минимално инвазивни керамични протезни конструкции

ПИП – препарация с инцизално прехвърляне

ПП – прозоречна препарация

ИПП – изцяло покриваща препарация

МДШ – медиодистална ширина на зъба

ТЗТ – твърди зъбни тъкани

ВПР – въздушно пясъчно разграпавяване

USPHS – United States Public Health System критерии

ISO – International Organization for Standardization

ЛА – лазерна аблация

СЕМ – сканиращ електронен микроскоп

ПЛФ – порцеланови ламинирани фасети

Bis-GMA – бис фенол А глицидил метакрилат

TEGMA – триетиленгликолдиметакрилат

ПК – протезни конструкции

КФ – керамични фасети

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Минимално инвазивните керамични протезни реставрации във фронталната област (керамични фасети) представляват консервативна алтернатива на обвивните коронки с цел подобряване на естетичния вид на фронталните зъби. През последните десетилетия намират широко приложение в естетичната дентална медицина. Съществува тенденция за налагане на безметалните конструкции в протетичната дентална медицина. Повишените естетични изисквания на пациентите поставят сериозни задачи пред клиницистите за лечение с много естетични, биологично поносими и дългосрочни конструкции.

Актуалността на проблема се определя от възможността да се проведе възможно най-малко инвазивно и безболезнено лечение с висок естетичен ефект. До този момент са познати няколко подхода. Няма достатъчно рандомизирани статистически клинични проучвания върху ефективността на неинвазивните и минимално инвазивни методи за естетична реставрация с керамични фасети. Не са представени достатъчно убедителни сравнителни анализи. Интересът към този вид лечение се дължи на факта, че използването на адхезивно свързаните керамични фасети води до значително по-малка редукция на твърди зъбни тъкани (ТЗТ) в сравнение с целите обвивни коронки. Тези реставрации изискват по-малко инвазивен или неинвазивен метод на препарация.

В продължение на дълъг период обвивните коронки са били предпочитани протезни конструкции (ПК), поради техните високи функционални и естетични показатели. Методът за изработване на естетични коронки е инвазивен и води до отнемане на ТЗТ. Поради тези недостатъци, целите обвивни коронки не се предпочитат от пациентите, поради необходимостта от макроретенция и отстраняване на голямо количество здрави зъбни тъкани.

В съвременната дентална медицина основна тенденция е да се използват иновативни, микроинвазивни методи на лечение. Прогресивното развитие на денталното материалознание и широкото приложение на различни нови видове адхезивни композитни цименти създават предпоставка за изработване на керамични фасети, вместо обвивни коронки с висока степен на задържане и много добра функционална годност. По-предпочитани са консервативните възстановителни техники.

През последните години бяха направени задълбочени проучвания и клинично експериментални опити върху възможностите за адхезивно свързване между керамичните дентални материали и твърдите зъбни субстанции, които основно променят концепцията за естетично реставриране на неестетични зъби.

Прегледът на литературата, свързана с предварителното третиране емайлова зъбна повърхност за постигане на дългосрочна здрава адхезивна връзка със самоадхезивни композитни цименти показва, че има редица нерешени въпроси. Дискусионен е въпросът за необходимост от апроксимална редукция при несиметрични централни резци. Това ни дава основание да бъдат положени усилия за тяхното изясняване, което би подобрило минимално инвазивния лечебен процес.

II. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Целта на дисертационния труд е да се направи клиничко-лабораторен анализ на здравината на задържане на естетични керамични фасети във фронталната област на съзъбието и да се установи най-подходящият метод за микроинвазивна предварителна подготовка на ТЗТ за естетична реставрация с минимално инвазивни керамични конструкции.

За изпълнение на така формулираната цел си поставихме следните задачи:

1. Да се приложи **лабораторен микротест на якост на опън** с цел провеждане на сравнителен анализ на здравината на връзката на съвременни адхезивни цименти към емайлова зъбна повърхност след предварително ецване с различни концентрации на фосфорна киселина , както и по метода на лазерна аблация.

2. **СЕМ сравнително изследване** на пет вида емайлови образци: третиран с различни режими на лазерна аблация , химически ецвани с фосфорна киселина

3. **3D компютърен томографски анализ** на вида на лазерна аблация при различни режими на лазерно облъчване.

4. **Оценка по стандартни клинични критерии** на функционалната годност на минимално инвазивни адхезивно свързани керамични фасети.

5. Да се направи **сравнителен анализ на медиодисталната ширина** на левите и десни централни резци на горната челюст при пациенти.

III. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

МАТЕРИАЛ

Обект на изследването по първата задача бяха петдесет некариозни човешки молари, без проведени ендодонтски лечения. Зъбите бяха почистени от зъбен камък и остатъчна пародонтална тъкан. Експерименталните модели бяха съхранявани в 0.1% тимолов разтвор и при температура 4°. Времето на престой на моделите в експерименталната среда беше до три месеца след екстрахирането им.

Изследваните зъби бяха разпределени произволно на пет групи по десет зъба – четири експериментални и една контролна. Допълнително тези групи се разделят на две групи, като пет от тях бяха тествани с микротест на якост на опън 24 часа след полимеризиране на образците и пет – след термоциклиране при 1000 цикъла на 5° и 55° С.

Беше тестван един самоадхезивен композитен цимент Maxcem Elite* с предварително третиране на емайловата зъбна повърхност с различна концентрация на фосфорна киселина при различен период от време и ЛА. Контролната група включваше композитният цимент Variolink II**, като един от циментите, използвани като контролна група при такива тестове.

➤ Видове аплицирани цименти

В таблица 1 са представени адхезивните цименти, които бяха използвани в експерименталното проучване.

*Maxcem Elite (Kerr Corporation, Orange, USA)

**Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstien)

Таблица 1. Материали, производители, химичен състав.

Материал	Производител	Вид	Химичен състав
Variolink II	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Двойнополи меризиращ композитен цимент Ецване, измиване, апликация на адхезив Excite	Bis-GMA, urethane dimethacrylate, methacrylated phosphoric acid esters, calcium hydroxide, sodium persulfate, sodium p-toluene sulfinate, glass powder, silica
Maxcem Elite	Kerr, Orange, USA, Kerr Corporation, Orange, USA	Двойнополи меризиращ самоадхезивен композитен цимент	Base: Urethane Dimethacrylate, Fluoroaluminosilicate glass Catalist paste: Bisphenol-A-diglycidylmethacrylate, Triethylenglycoldimethacrylatedihydrogen phosphate, Bariumaluminosilicate glass

За изпълнение на втората задача бяха използвани 50 (100%) некариозни зъба. Селекцията на зъбите бе извършена по следните показатели: на липса на емайлови дефекти, морфологични дефекти, декалцификация, флуороза, кариозни лезии или obturации. Обект на изследването бяха всичките некариозни зъби, които не са били подлагани на ендодонтско лечение, след почистване на хранителни натрупвания, зъбен камък и остатъчната пародонтална тъкан. Зъбите бяха съхранени в 0.5% разтвор на хлорамин при 4° С бяха използвани до три месеца след екстрахирането им.

Обект на изследването за трета задача бяха четиридесет екстрахирани трети молара (100%), чиято емайлова повърхност беше обработена по метода на лазерното ецване и ЛА. Всички изследвани зъби бяха разделени на четири експериментални групи, както при СЕМ анализа.

Зъбите бяха съхранявани в 0.5% разтвор на хлорамин при 4° С и бяха използвани до три месеца след екстрахирането им. При избора на зъби, критериите бяха липса на емайлови дефекти, морфологични дефекти, декалцификация, флуороза, кариозни лезии или obturации. Зъбите не бяха ендодонтски лекувани. Отстранен беше зъбният камък и остатъчната пародонтална тъкан.

За изпълнение на четвърта задача бяха включени 152 пациента във възрастова група между 20 и 41 години $p < 0.05$.

❖ Първият етап на проучването включваше изборът на пациенти като обект на изследването и разпределянето им в работни групи. Пациентите бяха с добро общо здраве и не съобщаваха за вредни навици.

❖ Разпределението на всичките 152 пациента (100%) бе съгласувано със следните клинични критерии: анатомична форма на фронталните зъби, които предстои да бъдат възстановени с керамични фасети, кариесрезистентност на съзъбието, пародонтален статус на всеки пациент и височина на захвапката.

❖ Следващ етап на изследването беше клиничната оценка на субективните оплаквания на пациентите в следния ред: оценка на нарушената естетика и неудовлетвореност на пациентите от техния външен вид, наличие на ерозии и поява на повърхностни фрактурни линии в емайла и набраздяване на инцизивния ръб на фронталните зъби, свързани с оклузални дисхармонии или ортодонтски аномалии.

За целите на пета задача от дисертационния труд бяха изследвани 132 студенти (n=132) на възраст между 19 и 25 години (средна възраст 23 години) , от които 72 (54,55%) жени и 60 (45,45%) мъже. В таблица 2 е представено разпределението на лицата по полов белег.

Таблица 2. Разпределение на изследваните лица по пол.

Пол	Изследвани лица	Брой	Процент
Жени		72	54,55%
Мъже		60	45,45%
Общо		132	100%

МЕТОДИ

IV.2.1. Микротест на якост на опън

За изпълнение на първата задача, методиката, която приложихме беше лабораторен микротест на якост на опън за изследване на здравината на връзката между предварително обработената емайлова повърхност с различна концентрация на фосфорна киселина или ЛА, и аплицирания върху нея адхезивен цимент.

За целите на експерименталната работа проведохме наблюдения с микроскоп Olympia (Italy) с увеличение X20, за да се установи наличие на фрактурни линии по емайловата повърхност. Не установихме зъби с наличие на фрактурни линии.

➤ **Оформяне на емайловия образец**

Върху букалната повърхност на зъба беше създаден размазан слой чрез среднозърнест диамантен пилител (100 μ) 842* с турбинен наконечник.

- Преди процедурата на циментиране, бяха фотополимеризирани композитни блокчета от фотополимер Filtek Z250** в предварително изработена силиконова матрица, с размери по-големи от зъбната повърхност – 15mm. След опаковането, изрязаните образци са с размери 2 mm на 2 mm

- Композитните блокчета бяха срязани, като се използва

ниско скоростен диамантен сепаратор Isomet 1000***, за да се получи стандартна грапавина на повърхността.

*Komet, Germany

**Filtek Z250 (3M ESPE, St Paul, MN, USA)

***Isomet 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, USA)

В таблица 3 е представено подробно описание на процедурите по адхезивното свързване на експерименталния и контролен цимент с предварително третираната емайлова зъбна повърхност.

Таблица 3. Процедура за адхезивно свързване.

Материал	Апликационен метод
<p>Variolink II</p> <p>Махсем Elite</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Киселинно ецване (37% фосфорна киселина) за 30 секунди – емайлова повърхност, 15 секунди дентинова повърхност, измиване, въздушно подсушаване, нанасяне на Excite DSC за 10 секунди, въздушно подсушаване, фотополимеризиране за 10 секунди 2. Нанася се със смесителна канюла върху подсушена зъбна повърхност. Светлинно се полимеризира за 40 секунди от четири посоки. 3. Емайловата повърхност се ецва предварително с 37% фосфорна кеселина за 30 секунди. Повърхността се измива, подсушава. Нанася се със смесителна канюла върху подсушена зъбна повърхност. Светлинно се полимеризира за 40 секунди от четири посоки. 4. Емайловата повърхност се ецва предварително с 30% фосфорна кеселина за 37 секунди. Повърхността се измива, подсушава. Нанася се със смесителна канюла върху подсушена зъбна повърхност. Светлинно се полимеризира за 40 секунди от четири посоки. 5. Лазерна аблация върху емайловата повърхност с режим на работа 30 Hz, 1 W, 10% вода/15% въздух. Повърхността се измива, подсушава. Нанася се със смесителна канюла върху подсушена зъбна повърхност. Светлинно се полимеризира за 40 секунди от четири посоки.

Така подготвените композитни блокчета бяха адхезивно свързани с вестибуларната емайлова повърхност, предварително третирана с фосфорна киселина или с ЛА, или без третиране според инструкциите на производителя.

Процедурата беше извършена в следната последователност:

1. Контролна група. Зъбната повърхност беше почистена с четка и пемза. Беше измита с вода и беше подсушена. Емайловата повърхност беше ецвана с 37% фосфорна киселина за 30 секунди. Повърхността беше измита с вода и подсушена. Беше нанесен адхезивът Excite DSC* за 10 секунди, след това въздушно подсушен и беше фотополимеризиран за 10 секунди. Композитният цимент Variolink II** беше нанесен със смесителна канюла върху подсушената зъбна повърхност според инструкциите на производителя. Композитното блокче беше притиснато с умерен натиск. Образецът беше светлинно полимеризиран по 40 секунди от четири посоки.

2. Първа експериментална група. Зъбната повърхност беше почистена с четка и пемза, след което измита и се подсушена. Композитният цимент Maxcem Elite* беше нанесен със смесителна канюла върху подсушената зъбна повърхност според инструкциите на производителя. Композитното блокче беше притиснато с умерен натиск. Образецът беше светлинно полимеризиран по 40 секунди от четири посоки.

3. Втора експериментална група. Емайловата повърхност беше ецвана предварително с 37% фосфорна киселина за 30 секунди. Повърхността беше измита и подсушена.

*Excite DSC (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstien)

**Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstien)

Композитният цимент Maxcem Elite беше нанесен със смесителна канюла върху подсушената зъбна повърхност. Композитното блокче беше притиснато с умерен натиск. Образецът беше светлинно полимеризиран по 40 секунди от четири посоки.

4. Трета експериментална група. Емайловата повърхност беше ецвана предварително с 30% фосфорна кеселина за 37 секунди. Повърхността беше измита и подсушена. Композитният цимент Maxcem Elite беше нанесен със смесителна канюла върху подсушената зъбна повърхност. Композитното блокче беше притиснато с умерен натиск. Образецът беше светлинно полимеризиран по 40 секунди от четири посоки.

5. Четвърта експериментална група. Лазерното ецване върху емайловата повърхност беше извършено с Er, Cr:YSGG лазерна система Waterlase MD** с режим на работа 30 Hz, 1 W, 10 вода/15 въздух. Лазерната енергия беше доставена чрез фиброоптична система до сапфирен накрайник с размери 600 μm диаметър и 6 mm дължина.

Средното време за експозиция беше 15 s., като с терминала се работеше от дистанция, по-голяма от 1,5 mm. Повърхността беше измита и подсушена. На фигура 1 е представена подсушената матирана емайлова повърхност след проведена ЛА. Композитният цимент Maxcem Elite беше нанесен със смесителна канюла върху подсушената зъбна повърхност. Композитното блокче беше притиснато с умерен натиск. Образецът беше светлинно полимеризиран по 40 секунди от четири посоки.

*Maxcem Elite (Kerr Corporation, Orange, USA)

**Biolase Waterlase MD (Biolase, USA)



Фиг. 1. Емайлова зъбна повърхност след проведена ЛА

При настоящата методика използвахме термичен стрес, като един от факторите, които влияят върху свързването на цимента с емайловата зъбна повърхност и като една от причините за изкуствено стареене на материала.

Образците от всички група бяха подготвени по същия начин, но допълнително бяха подложени на термоциклиране 1000 пъти на температури между 5° и 55° , с време на престой в съответната вана 30 секунди и време на преместване – 10 секунди.

На фигура 2 е представен апарата за термоциклиране SD Thermocycler TNE-1100*, който беше използван при всички петдесет експериментални модела.



Фиг. 2. Апарат за термоциклиране на зъбните образци

Подготовката на опитните образци беше изпълнена в два последователни етапа. Опаковането на конструкциите зъб – адхезивен цимент – беше изпълнено както следва:

- **1 етап.** В началото беше отлята подложка от смола, чиято височина беше съобразена с техническите характеристики на машината за рязане, с цел получаването на годни за микротеста на якост на опън образци. След като за период от 24 часа беше втвърдена смолата, беше осъществено фиксирането на конструкциите зъб – адхезивен цимент – композитно блокче. Непосредствено преди това беше извършено частично повърхностно подсушаване на зъбната конструкция с хартия и въздушен спрей при температура около 30°-35°С. Тази манипулация беше необходима за постигане на ефективно свързване на ТЗТ и композитното блокче със смолата. Подсушаването беше извършено в кратки срокове, поради нежелателното дехидратиране на ТЗТ и поради краткото времетраене на течното състояние на епоксидната смола след активирането и. Времето за първоначалното фиксиране беше около 30 минути. През този период зъбните образци бяха повърхностно омокрени, за да се предотврати тяхното изсушаване.

- **2 етап.** При втория етап на опаковането, беше предвиден минимален излишък от смола, който да компенсира нейното свиване. След това бяха необходими допълнителни 24 часа за окончателното втвърдяване на епоксидната смола.

Така подготвените образци бяха нарязани като пробни тела с размери 2 x 2 x 20 mm. На фигура 3 е представен този етап, извършен с апарат SP 1600*.

Методът на изрязването им от блокчето с опакованите зъбни конструкции гарантираше разполагане на адхезивния

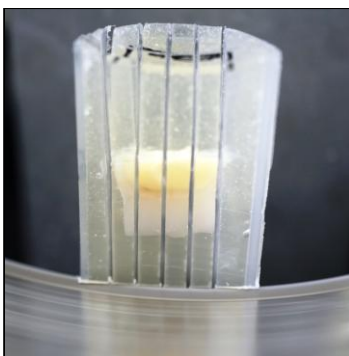
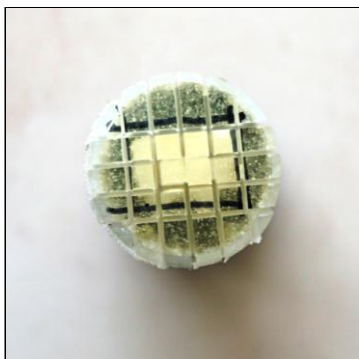
*SP 1600 (Lecia, Italy)



Фиг. 3. Срязване на образците апарата SP 1600

контакт между зъбния емайл, композитния цимент и композитното тяло в средата на оформената гредичка. На фигура 4 са представени подготвените гредички за микротест на якост на опън.

Направихме 183 разреза, което теоретично осигурява получаването на 233 призматични тела.



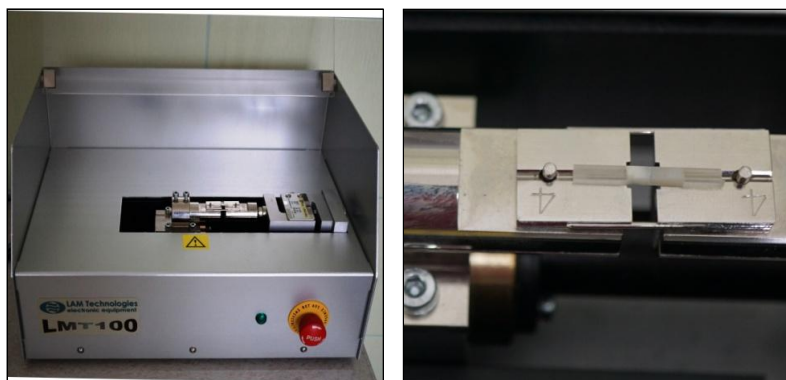
Фиг. 4. Срязване на опитните образци

Образците, при които потенциалното напречно сечение се състоеше от адхезивен цимент и наличие на епоксидна смола, бяха изключени от групата за микротест на якост на опън. Годни за експериментална работа се оказаха 640 броя. Статистическият

анализ се основава на резултатите от разрушаването на 18 до 25 пробни тела от дадена група.

Нарязването и съхранението на образците беше осъществено под вода. Така беше избегнато нежеланото повторно термично третиране на ТЗТ и възможната дехидратация.

За изчисляване на разрушаващото напрежение беше необходимо да се знае сечението на пробното тяло, което е произведение от напречните размери на изрязаните призми. Те бяха измерени с точност от 0,05 mm с електронен шублер.



Фиг. 5. Апарат за микротест на якост на опън

На фигура 5 е представен апаратът LMT 100*, с който беше проведен микротеста на якост на опън.

Условията за якостно-деформационните изпитания бяха еднакви за всички групи. В съгласие с повечето аналогични изследвания беше избрана скорост на деформация 0,1 mm/min. Всички пробни тела бяха разрушени чрез опъване, като се отчиташе тяхната крехкост. За якост на изпитвания образец беше приета максималната регистрирана стойност на натоварващата сила, независимо от характера на разрушаване.

*LTM 100 (LAM Technologies, Italy)

IV.2.2. СЕМ изследване на емайлови образци

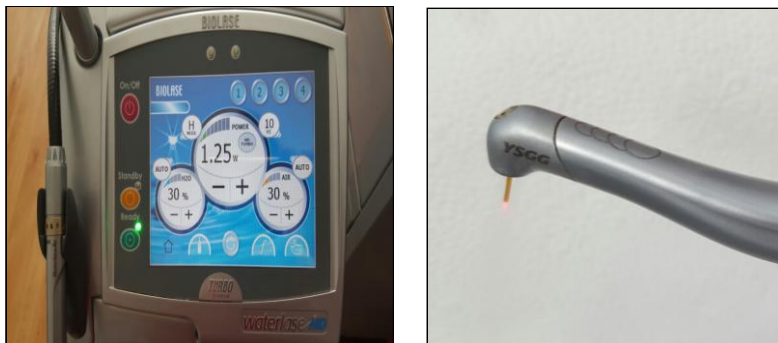
Всичките изследвани 50 зъба (100%) бяха съхранявани при едни и същи условия, описани по-горе, след което бяха разделени на пет групи по показател – методи за обработка на емайловата повърхност. За решаването на тази задача използвахме лазерна система от Er: Cr/ YSGG laser Biolase Waterlase MD на снимка 14. Този лазер оперира при дължина на вълната от 2780 nm. Всички опитни образци бяха разделени в 5 експериментални групи в зависимост от начина на разграпяване на емайловата повърхност. Във всяка експериментална група включихме по 10 молара (20%) от общия брой зъби. Първите четири експериментални групи обозначихме с главни букви, като в тях включихме 80% от изследваните зъби, чиято емайлова повърхност беше обработена по метода ЛА със следните режими, представени на таблица 4.

Таблица 4. Експериментални групи в зависимост от режима на ЛА.

Експериментална група	P [W]	Хидрокинетичен режим: вода/въздух	F [Hz]
A	1 W	10% вода/15% въздух	30 Hz
B	1.25 W	30% вода/30% въздух	10 Hz
C	1.5 W	30% вода/60% въздух	20 Hz
D	2.5 W	20% вода/40% въздух	20 Hz

На фигура 6 е представена лазерната система Er: Cr/ YSGG Waterlase MD*, с която беше проведено лазерното ецване и ЛА.

*Biolase Waterlase MD (Biolase, USA)



Фиг. 6. Лазерна система Er: Cr/ YSGG Waterlase MD

Средната изходна мощност може да варира от 0.1 до 8 W. Четири настройки на мощността бяха използвани (1 W, 1,25 W, 1.5 W, 2.5 W). Лазерният лъч беше перпендикулярен на емайловата повърхност с дистанция от мишената от 3 mm. Времето за провеждане на ЛА за всеки зъб беше 15 секунди.

Петата група от всички молари, подложени на изследване – 10 зъба (20%) беше контролна група за настоящето изследване, като емайловата повърхност на тези зъби беше третирана с 37% фосфорна киселина за 30 секунди, след което измита с вода и подсушена.

С цел да се осигури наблюдение със сканиращ електронен микроскоп (СЕМ), подготвените образци бяха покрити със златен прах*. Те бяха наблюдавани с Philips SEM 515 при ускоряващо напрежение $U_0 - 25$ kV.

Бяха изработени СЕМ микрографии на емайлова зъбна повърхност с увеличение 163x, 100 μ m.

Чрез анализа на микрографиите беше наблюдавана повърхността на зъбния емайл след различните режими на ЛА, лазерно ецване и киселинно ецване.

IV.2.3. Компютърен 3D томографски анализ на вида на лазерна аблация на зъбния емайл.

Зъбите бяха разделени на четири групи. Букалната емайлвата повърхност на зъбните образци беше обработена с Er:Cr/YAGG лазер Biolase**, при следните четири режима по методиката на професор Каменова (10):

Разпределението на изследваните зъби по показател режим на ЛА и лазерно ецване в четирите експериментални групи е посочено в таблица 5.

Таблица 5. Експериментални групи в зависимост от режима на ЛА.

Групи	%	P [W]	Хидрокинетичен режим: вода/въздух	F [Hz]
A	25%	1 W	10% вода/15% въздух	30 Hz
B	25%	1,25 W	30% вода/30% въздух	10 Hz
C	25%	1,5 W	30% вода/60% въздух	20 Hz
D	25%	2,5 W	20% вода/60% въздух	20 Hz

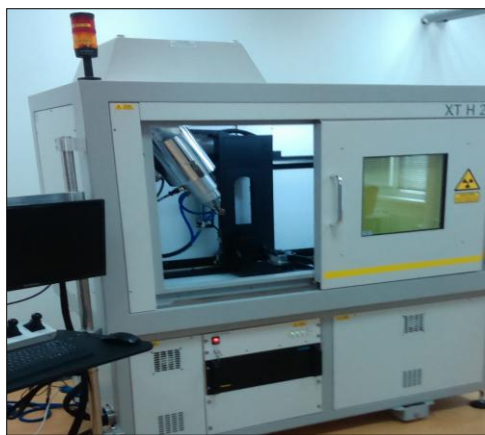
Лазерната аблация отново беше постигната чрез различни режими на лазерната система.

Важно условие, което спазихме при различните режими на ЛА беше строгото перпендикулярното облъчване на емайлвата повърхност на всички образци с кохерентно лъчение.

*Изследването беше проведено в Института по минералогия и кристалография на БАН в сътрудничество със ст.н.с. II степен М. Тарасов.

**Biolase Waterlase MD (Biolase, USA)

Имахме предвид, становището на някои изследователи, че предимствата на разполагане на лазерния лъч перпендикулярно на зъбната повърхност са чиста повърхност на субстрата и липса на отломки. Много старателно подбрахме типове, с които излъчвахме лазерна светлина по следните показатели : диаметър и дължина на типа. Всеки от изследваните зъби беше обработван със самостоятелен нов тип. Лазерната обработка на емайловата повърхност се проведе до получаване на хомогенно матиране на всеки модел, след което последва фотографски анализ и сканиране. Всички зъби бяха сканирани с 3D компютърен томограф Nikon XT H 225*. Софтуеърът на томографа беше използван за отчитане на стойностите на повърхностните микропукнатини.



Фиг. 7. 3D компютърен томограф – Nikon XT H 225

Апаратът, използван в настоящето изследване е компютърният 3D томограф – модел Nikon XT H 225, представен на фигура 7. Максималната изходна мощност на апарата е 225kV, а използваното от нас увеличение беше до 3 микрона на равнина.

*Nikon XT H 225 (Nikon Metrology, Japan)

IV.2.4. Оценка по стандартни клинични критерии на минимално инвазивни адхезивно свързани керамични фасети

Пациентите бяха разпределени в две експериментални и една контролна група.

1. Първата експериментална група включваше 49 пациента (32%), при които емайловата повърхност беше обработена с 37% фосфорна киселина и фасетите бяха постоянно циментирани със самоадхезивен композитен цимент – MaxCem Elite*.

2. Във втората експериментална група участваха 52 пациента (34%), при които емайловата повърхност на зъбите, върху които ще се поставят фасети, беше обработена с Er, Cr:YSGG лазерната система Waterlase MD**, с режим на работа 30 Hz, 1 W, 10%вода/15%въздух. Лазерната енергия беше доставена чрез фиброоптична система до сапфирен накрайник с размери 600 µm диаметър и 6 mm дължина. и самоецващ адхезивен цимент – MaxCem Elite.

3. Останалите 51 пациента (34%) представляваха контролна група. При тях емайловата повърхност беше обработена с 37% фосфорна киселина, след което беше аплициран адхезив и композитен цимент – Variolink Veneer***.

Разпределението на фасетите на изследваните пациенти по групи е представено в таблица б.

*Maxcem Elite (Kerr Corporation, Orange, USA)

**Biolase Waterlase MD (Biolase, USA)

***Variolink Veneer (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstien)

Таблица 6. Разпределение на фасетите според метода на подготовка на емайловата повърхност при адхезивно циментиране и възрастови групи.

Възраст Групи	20 -30 години	31 -41 години	Общ брой (%)
1.	37	52	89 (31,45%)
2.	46	50	96 (33,92%)
3.	47	51	98 (34,63%)

Легенда:

1. Предварителна обработка на емайловата зъбна повърхност с 37% фосфорна киселина и аплициране на самоадхезивен композитен цимент.
2. Предварителна обработка на емайловата зъбна повърхност със следния режим на лазерна аблация и аплициране на самоадхезивен композитен цимент.
3. Предварителна обработка на емайловата зъбна повърхност с 37% фосфорна киселина и аплициране на адхезив и композитен цимент.

1. **Методика** за препариране на фронталните зби, върху които ще бъдат фиксирани естетични керамични фасетки.

За решаването на първата задача приложихме методиката на препариране на емайловата повърхност –без прехвърляне – **прозоречна препарация (ПП)** за керамични фасети.

➤ **Етапи на изпълнение на методиката:**

- Редукция на стените От вестибуларната повърхност бяха отнети 0.3-0.5 мм. В областта на апроксималните стени бяха заоблени ръбовете без препарация.

- Оформяне на препарационна граница - предпочетохме леката дъговидна препарационната граница от 0,3 мм на нивото на венечния ръб, в областта на апроксималните стени

и оклузално, за да завършва в емайла. Зъбите бяха разделени с ортодонтски ленти, с цел по-добро визуализиране на апроксималната граница. Всички вътрешни ъгли бяха заоблени, за да се редуцира концентрацията на оклузално налягате и да се избегне фрактура на бъдещите керамични конструкции.

- В случаите, при които се налагаше малка промяна във формата, разположението на зъба, се изработваше предварителен восъчен моделаж, който се апробираше в устата на пациента.

3. Процедура за изпиляване за фасети

На фигура 21 е представен клиничен случай на пациент по време на подготовката на емайловата повърхност на горните фронтални зъби 11,12,13,21,22,23. От снимката се виждат маркировъчните линии на фронталните зъби. Пациентката И.К. на 36 годишна възраст, в добро общо здраве, без вредни навици, с кариес резистентно съзъбие и добър пародонтален статус.

1. Материали:

Отпечатъците бяха взети с цяла фабрична лъжица чрез едноетапен двуслоен отпечатъчен метод с адитивен силикон – поливинилсилоксан Elite H-D*.

В таблица 11 са представени използваните материали последователно във всеки етап на процедурите по изпиляване на емайловата повърхност, обработване на емайловата повърхност и фиксиране на готовите керамични фасети с композитни цименти по следните показатели: търговско наименование, вид на материала, производител и състав.

Както става ясно от таблицата, поставените керамични фасети на пациентите в трите групи, бяха изработени от прес керамика IPS Empress*.

Методиката включваше изработването на временни фасети – по директен метод или индиректно – директен метод с бързополимеризираща пластмаса за период от една седмица. За фиксиране на временните конструкции беше използван безевгенолов временен цимент Ultratemp**.

➤ **Процедура по циментиране на керамичните фасети на контролната група**

В следващия клиничен протокол е представена последователността на процедурите по подготовка на зъбите за фиксиране на фасети по метода, приложен при контролната група.

Протокол за подготовка на зъбната повърхност на контролната група.

1. Почистване на зъбната повърхност с паста без флуор
2. Ецване на емайла (30 секунди) с фосфорна киселина (37% H₃PO₄)
3. Измиване – 30 секунди
4. Нанасяне на праймер
5. Нанасяне на адхезив
6. Не се полимеризира
7. Залепване на фасетата с композитен цимент
8. Фотополимеризация

*IPS Empress (Ivoclar Amherst, NY)

**Ultratemp (Ultradent products GmbH, Germany)

Метод за подготовка на емайловата зъбна повърхност чрез лазерна аблация при пациентите от втората експериментална група.

Приложихме е следния режим:

А. Физикални параметри на лазерния лъч: изходна мощност $P(W)$ - 1[W], честота – 50 [Hz], хидрокинетичен режим - 10% вода/15% въздух, тип М6 с диаметър (d) - 0.3mm, дължина на типа (L) - 6 mm, неконтактен метод на облъчване – повече от 1,5 мм отстояние от емайловата повърхност.

Основен критерий за оценка на разграпяването по метода на ЛА бе матирането на емайловата повърхност. В следващия протокол е представена последователността на изпълнение по метода ЛА.

Последователност на етапите на изпълнение по метода ЛА.

1. Почистване на зъбната повърхност с паста без флуор
2. Неконтактен метод на облъчване – повече от 1,5 мм отстояние от емайловата повърхност
3. Режим: 1 W мощност, хидрокинетичен режим - 10% вода/15% въздух
4. Нанасяне на самоадхезивен композитен цимент
5. Залепване на фасетата
6. Фотополимеризация

Метод за подготовка на емайловата зъбна повърхност за циментиране със самоадхезивен композитен цимент. Етапите на изпълнение на метода са описани в следния ред:

Метод за подготовка на емайловата зъбна повърхност за циментиране със самоадхезивен композитен цимент.

1. Почистване на зъбната повърхност с паста без флуор
2. Ецване на емайла за 30 секунди с фосфорна киселина (37% H₃PO₄)
3. Измиване – 30 секунди
4. Нанасяне на самоадхезивен композитен цимент
5. Залепване на фасетата
6. Фотополимеризация

Описанието на всички етапи на подготовка на керамичната повърхност и апликация са както следва:

Подготовка и апликационен протокол за керамични ламинирани фасети.

1. Ецване с флуороводородно киселина (1 минута)
2. Измиване с вода (1 минута)
3. Почистване в ултразвукова вана с дестилирана вода (5 минути)
4. Нанасяне на силан и изпаряване (1 минута)
5. Нанасяне на адхезив (без фотополимеризация)
6. Апликация на цимент на фасетата
7. Поставяне на фасетата на зъба
8. Фотополимеризация (3 секунди)
9. Почистване на излишния цимент
10. Апликация на глицеринов гел и фотополимеризация на букалната, инцизалната и проксимални страни (40 секунди всяка)

Керамичните фасети бяха лабораторно въздушно-пясъчно разграпавени (ВНР). Вътрешните повърхности на керамичните и

порцеланови фасети бяха ецвани с 9.5% флуороводородна киселина за една минута. След измиване и подсушаване, беше нанесен силан Monobond S* в продължение на две минути. Зъбните повърхности бяха ецвани в продължение на 30 секунди за емайл. След това бяха измити в продължение на 20 секунди с вода и подсушени. Адхезивната система Syntac**, беше приложена според инструкциите на производителя, след което фасетите бяха фиксирани със светлиннополимеризиращ композитен цимент Variolink Veneer***. След светлинно полимеризиране за 3 секунди, излишният цимент беше отстранен веднага със сонда и конец за апроксималните повърхности. След което конструкцията беше приложена светлиннаполимеризация за 40 секунди от всяка страна. Оклузията беше проверена след полимеризацията. На фигура 8 е представен външният вид на пациента И.Р. след трайно фиксиране със самоадхезивен композитен цимент на керамични фасети веднага след завършване на реставрирането. Предварителната подготовка на зъбния емайл беше направена по метода ЛА.



Фиг. 8. След
циментиране на
фасетите

*Monobond S (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liichtenstein)

**Syntac (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liichtenstein)

***Variolink Veneer (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liichtenstein)

➤ **Оценка на конструкциите**

След период от девет години, модифицирани USPHS (United States Public Health System) критерии на Американската дентална асоциация (АДА) бяха използвани за оценка на качеството на конструкциите.

IV.2.5. Електронно измерване и сравнителен анализ на ширината на централните резци

Беше използван мануален метод за измерване с електронен шублер, който отчита две деления след милиметър – 0,00mm. На всеки участник от изследването беше измерена ширината на зъби 11 и 21.

Допълнително, бяха взети отпечатъци на същата група студенти с цели лъжици със зъби и необратим хидроколоиден отпечатъчен материал Hydrogum*. Моделите бяха отлети с твърд гипс III клас Elite model fast**.

Беше измерена максималната мезиодистална ширина вестибуларно. Отбелязани бяха възрастта и пола на участниците.

Медиодистална ширина на зъба (МДШ) се определя като най-голямото разстояние между медиалните и дистални контактни точки на апроксималните повърхности на зъбната коронка.

Всички измервания бяха направени от вестибуларната страна на зъба и измерени в милиметри и до две деления след нулата. На фигура 9 е представено измерване на ширината на централните резци с електронен шублер.

*Hydrogum (Zhermack, Italy)

**Elite model fast (Zhermack, Italy)



Фиг. 9. Измерване на ширината на централния резец с електронен шублер.

Статистически методи на изследване

1. Методи за проверка на хипотези

5.1.1. Параметрични методи:

– Т-тест на Стюдънт за две независими извадки – за сравняване на средните на независими извадки (*Independent Samples T-Test*) при проверка за равенство на средните стойности.

– Еднофакторен (One-way ANOVA) дисперсионен анализ за съпоставка на количествено измерими показатели при повече от две групи и оценка на комбинираното влияние на няколко фактора. Приложен е и Post Hoc Multiple Comparisons test след установяване на статистически значима разлика между групите за анализиране на разликите по двойки.

5.1.2. Непараметрични методи:

– Метод на Колмогоров-Смирнов – проверка за нормалност на разпределението на количествена променлива.

– Тест на Mann-Whitney за съпоставка на две независими извадки, измерени с рангова скала или при количествени величини с разпределение, различно от нормалното.

– Тест на Kruskal-Wallis – при съпоставка на повече от две независими извадки, измерени на рангова скала или при количествени величини с разпределение различно от нормалното.

2. Описателни методи:

5.2.1. Вариационен анализ на количествени променливи – намиране на средни стойности, стандартни отклонения, стандартни грешки на средната, определяне на доверителни интервали.

5.2.2. Честотен анализ на качествени променливи (номинални и рангови), който включва абсолютни честоти, относителни честоти (в проценти), кумулативни относителни честоти.

3. Графични изображения

За статистически анализи, интерпретиране и представяне на данните получени при изследванията, Windows 19.0 и Microsoft Office Excel 2007.

IV. РЕЗУЛТАТИ

В таблица 7 са представени резултатите от проведения микротест на якост на опън. При тази група емайловата зъбна повърхност беше третирана в следната последователност: ецване с 37% фосфорна киселина – 30 секунди и измиване, нанасяне на свързващ агент Excite DSC*, в следствие нанасяне на композитния цимент Variolink II*.

Таблица 7. Резултати от проведен лабораторен микротест на якост на опън на контролната група.

Код \ Показател	тип	F [N]	G [MPa]	SD	Mea n	CI
101	a*			1.8	12.8	1.0
102	a	64.7	15.6			
103	r**					
104	a	41.2	9.9			
105	a	46.0	11.1			
106	a	55.7	13.4			
107	a	47.2	11.4			
108	a	61.1	14.7			
109	a	50.6	12.2			
110	a	54.0	13.1			
111	a	62.4	15.0			
112	a	52.2	12.6			
113	a	49.8	12.3			

В таблица 8 са показани резултатите от проведен лабораторен микротест на якост на опън на контролната група след термоциклиране.

*Excite DSC (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstien)

*Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstien)

Таблица 8. Резултати от проведен лабораторен микротест на якост на опън на контролната група след термоциклиране.

Показател Код	тип	F [N]	G [MPa]	S D	Mean	CI
T 101	r	16.6	4.0	2. 4	8.4	1.3
T 102	a	39.5	9.5			
T 103	a	58.7	14.1			
T 104	r	29.0	7.0			
T 105	a	29.8	7.2			
T 106	a	33.8	8.1			
T 107	a	39.9	9.6			
T 108	a	31.2	7.5			
T 109	a	38.0	9.2			
T 110	a	37.1	8.9			
T 111	a	31.8	7.7			
T 112	a	26.5	8.1			

Таблица 9. Резултати от проведен лабораторен микротест на якост на опън на първа експериментална група.

Показател Код	тип	F [N]	G [MPa]	SD	Mean	CI
201	a	9.3	2.2	1.0	3.4	0.5
202	a	17.1	4.1			
203	a	24.0	5.8			
204	a	12.4	3.0			
205	a	14.5	3.5			
206	a	11.6	2.8			
207	a	11.3	2.7			
208	a	15.4	3.7			
209	a	10.1	2.4			
210	a	12.5	3.0			
211	a	17.0	4.1			
212	a	13.5	3.3			

В таблица 9 са представени резултатите от проведен лабораторен микротест на якост на опън на първа експериментална група. На емайловата повърхност беше нанесен самоадхезивен композитен цимент Махсем Elite* по инструкциите на производителя без предварителна подготовка на ТЗТ.

В таблица 10 са обозначени резултатите от проведен лабораторен микротест на якост на опън на първа експериментална група след термоциклиране.

Таблица 10. Резултати от проведен лабораторен микротест на якост на опън на първа експериментална група след термоциклиране.

Код	Показател	тип	F [N]	G [MPa]	S D	Mean	CI
T 201		a	21.9	5.3	1.1	3.2	0.6
T 202		a	6.5	1.6			
T 203		a	5.5	1.3			
T 204		a	13.9	3.3			
T 205		a	17.0	4.1			
T 206		a	15.9	3.8			
T 207		a	16.6	4.0			
T 208		a	11.4	2.7			
T 209		a	15.7	3.8			
T 210		a	9.6	2.3			
T 211		a	17.5	4.2			
T 212		a	10.3	2.5			
T 213		a	9.9	2.4			
T 214		a	12.0	2.9			

Предварителната подготовка на емайловата зъбна повърхност включваше следните етапи: предварително ецване с 37% фосфорна киселина – 30 секунди и измиване, нанасяне на самоадхезивен композитен цимент Махсем Elite.

*Махсем Elite (Kerr Corporation, Orange, USA)

В таблица 11 са представени резултатите от проведен лабораторен микротест на якост на опън на втора експериментална група.

Таблица 11. Резултати от проведен лабораторен микротест на якост на опън на втора експериментална група.

Код \ Показател	тип	F [N]	G [MPa]	SD	Mean	CI
302	e-e					
303	a	16.0	3.9			
304	a	48.9	11.8			
305	a	62.1	15.0			
306	a	18.4	4.4			
307	a	46.2	11.1			
308	a	44.4	10.7			
309	a	39.8	9.6			
310	a	41.0	8.9			
311	a	32.7	7.9			
312	a	44.6	10.7			
313	a	38.4	9.3			
314	a	50.7	12.2			
315	a	48.0	11.6			
316	a	42.2	10.2			
					10.1	1.6

В таблица 12 са изложени резултатите от проведен лабораторен микротест на якост на опън на втора експериментална група след термоциклиране.

Таблица 12. Резултати от проведен лабораторен микротест на якост на опън на втора експериментална група след термоциклиране.

Код	Показател	тип	F [N]	G [MPa]	SD	Mean	CI
T 301		a	5.3	1.3	2.4	5.5	1.3
T 302		e-e	30.4	7.3			
T 303		a	10.4	2.5			
T 304		a	17.7	4.3			
T 305		a	29.8	7.2			
T 306		a	42.0	10.1			
T 307		a	21.1	5.1			
T 308		a	19.2	4.6			
T 309		a	26.3	6.3			
T 310		a	30.7	7.4			
T 311		a	20.6	5.0			
T 312		a	18.1	4.4			

В таблица 13 са представени резултатите от проведен лабораторен микротест на якост на опън на трета експериментална група.

Таблица 13. Резултати от проведен лабораторен микротест на якост на опън на трета експериментална група.

Код	Показател	тип	F [N]	G [MPa]	SD	Mean	CI
401		c- c****	33.9	8.2	1.7	9.8	1.0
402		a	26.4	6.4			
403		a	49.0	11.8			
404		a	53.6	12.9			
405		a	40.6	9.8			
406		e-e	40.1	9.7			
407		a	38.8	9.3			
408		a	35.7	8.6			
409		a	47.2	11.4			
410		a	42.8	10.3			

411	a	40.7	9.8			
412	a	39.8	9.6			

Предварителната подготовка на емайловата зъбна повърхност включваше: ецване с 30% фосфорна киселина за 37 секунди, измиване и нанасяне на самоадхезивния композитен цимент, Maxcem Elite*.

В таблица 14 са описани резултатите от проведения лабораторен микротест на якост на опън на трета експериментална група след термоциклиране.

Таблица 14. Резултати от проведен лабораторен микротест на якост на опън на трета експериментална група след термоциклиране.

Код	Показател	тип	F [N]	G [MPa]	SD	Mean	CI
T401		a	49.4	11.9	2.6	7.4	1.6
T 402		a	8.2	2.0			
T 403		a	42.5	10.2			
T 404		a					
T 405		r	26.7	6.4			
T 406		a	26.9	6.5			
T 407		a	42.5	10.2			
T 408		a	29.5	7.1			
T 409		a	28.8	6.9			
T 410		a	30.1	7.3			
T 411		a	26.9	6.5			
T 412		a	27.1	6.5			

*Maxcem Elite (Kerr Corporation, Orange, USA)

Таблица 15. Резултати от проведен лабораторен микротест на якост на опън на четвърта експериментална група.

Код	Показател	тип	F [N]	G [MPa]	SD	Mea n	CI
501		a	22.5	5.4	0.7	4.1	0.4
502		г					
503		г	13.1	3.2			
504		a	15.2	3.7			
505		г	14.2	3.4			
506		a	20.1	4.8			
507		a	19.2	4.6			
508		a	18.2	4.4			
509		a	15.6	3.8			
510		a	19.1	4.6			
511		a	17.8	4.3			
512		a	14.9	3.6			
513		a	13.5	3.3			
514		a	15.7	3.8			

В таблица 15 са представени резултатите от проведения лабораторен микротест на якост на опън на четвърта експериментална група.

Предварителната подготовка на емайловата зъбна повърхност включваше ЛА със следния режим на работа: 30 Hz, 1 W, 10% вода/15% въздух, нанасяне на самоадхезивния композитен цимент Maxcem Elite (Kerr Corporation, Orange, USA).

В таблица 16 са онагледени резултатите от проведения лабораторен микротест на якост на опън на четвърта експериментална група след термоциклиране.

Таблица 16. Резултати от проведен лабораторен микротест на якост на опън на четвърта експериментална група след термоциклиране.

Код	Показател	тип	F [N]	G [MPa]	SD	Mea n	CI
T501		e-e	6.6	1.6	1.3	3.9	0.7
T502		e-e	10.4	2.5			
T503		r	19.3	4.7			
T504		r					
T505		a	13.0	3.1			
T506		a	16.0	3.9			
T507		a	11.2	2.7			
T508		a	28.8	6.9			
T509		r	24.3	5.9			
T510		a	17.8	4.3			
T511		a	13.6	3.3			
T512		a	15.4	3.7			
T513		a	17.3	4.2			
T514		a	15.9	3.8			
T515		a	18.5	4.5			
T516		r	16.6	4.0			

Забележки:

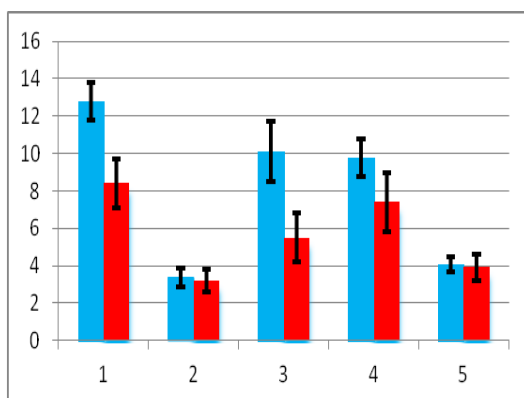
a* Разрушаване в областта на адхезивния слой, без възможност за определяне типа на разрушаване – адхезивно, кохезивно структурно или смесено.

r** Разрушаване в областта на епоксидната връзка. Това е относителен белег за по-висока якост на интересуващата ни област – обемът около адхезивния циментов слой.

e-e*** Разрушаване в обема на емайловата зъбна тъкан – структурен тип на разрушаването. Също относителен белег за по-висока якост на интересуващата ни област – обемът около циментовия адхезивен слой. При стойност, съизмерима със средната стойност за разрушаване тип "a" в същата подгрупа, могат да се включат за съвместна статистическа обработка.

c-c**** Разрушаване в обема на композита – структурен тип на разрушаването. Също относителен белег за по-висока якост на интересуващата ни област – обемът около адхезивния слой. Стойностите, които са в околността на средната стойност за разрушаване тип "а", могат да се добавят за статистическия анализ.

На фигура 10 са представени сравнителните стойности за измерената якост на опън (в МРа) на адхезивната връзка между различно третирана емайлова зъбна повърхност.



В син цвят са обозначени резултатите 24 часа след адхезивното свързване, а в червено – след термоциклично стареене (1000 цикъла в температурен интервал 5 – 55 °C и престой във всяка вана от по 30 s).

Черните вертикални линии са статистическите данни за т.нар. доверителни интервали. В тези граници (с 95% вероятност) се намира истинската средна стойност за дадената серия. Различната им дължина се дължи на различната стойност на стандартното отклонение на резултатите във всяка група.

Средните стойности от лабораторният микротест за якост на опън са представени на фигура 7. Аплицирането на самоадхезивния цимент след предварително проведена ЛА или апликация на 37%

фосфорна киселина повишава значително стойностите от микротеста за якост на опън след термоциклиране. Анализът на повърхностите при неецвания емайл потвърждава липсата на добра адхезивна връзка на цимента с емайла и наблюдаваната фрактура е предимно адхезивна. Докато при ецвания емайл се наблюдава смесен или кохезивен неуспех.

Групите са разпределени както следва:

A. Контролна група: ецване с 37% фосфорна киселина – 30 секунди и измиване, нанасяне на свързващ агент Excite DSC*, в последствие и композитния цимент Variolink II**.

B. Нанасяне на самоадхезивния композитен цимент Maxcem Elite*** върху емайловата зъбна повърхност, без допълнително третиране на ТЗТ.

C. Предварително ецване на емайловата зъбна повърхност с 37% фосфорна киселина – 30 секунди и измиване, нанасяне на самоадхезивния композитен цимент Maxcem Elite.

D. Предварително ецване на емайловата зъбна повърхност с 30% фосфорна киселина – 37 секунди, измиване и нанасяне на самоадхезивния композитен цимент Maxcem Elite.

E. Предварително проведена ЛА на емайловата зъбна повърхност със следния режим на работа: 30 Hz, 1 W, 10% вода/15% въздух. Нанасяне на самоадхезивния композитен цимент Maxcem Elite.

В таблица 17 е представен сравнителния анализ на изследваните групи.

*Excite DSC (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstien)

**Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstien)

***Maxcem Elite (Kerr Corporation, Orange, USA)

Таблица 17. Сравнителен статистически анализ на изследваните групи.

Групи Показател	A	B	C	D	E	Общ о
N	11	12	14	12	13	62
sum $\sum xi$	141.30	40.60	137.30	117.80	52.90	489.9
mean \bar{x}	12.84	3.38	9.80	9.81	4.06	7.90
sum of squares $\sum x^2i$	1,845.6	147.8	1,458.7	1,188.6	220.5	4,861
sample variance s^2	3.06	0.95	8.62	2.93	0.44	16.23
sample std. dev. s	1.75	0.97	2.93	1.71	0.66	4.02
std. dev. of mean $SE\bar{x}$	0.52	0.28	0.78	0.49	0.18	0.51

Легенда:

A- Контролна група

B- Първа експериментална група

C- Втора експериментална група

D- Трета експериментална група

E- Четвърта експериментална група

P-стойността, съответстваща на F-статистиката на еднопосочна ANOVA е по-ниска от 0.05, което предполага, че една или повече от изследваните групи са значително различни (Таблица 18).

Таблица 18. Резултати от дисперсионния анализ ANOVA.

показател източник	df	SS	MS	F	P-value
Междугрупова	4	799,61	199,90	59,69	< 0.01
Вътрегрупова	57	190,87	3,34		
Обща	61	990,48			

Легенда:

df- степени на свобода

SS- сума от квадратите

MS- стойност на средните квадрати

F- F статистика

Представените по-долу цветно кодирани резултати (червени за незначителни, зелени за значими) оценяват дали $Q_{i, j} > Q_{critical}$ за всички съответни двойки изследвани групи след проведените post-hoc тестове. В допълнение, ние също така представяме значението (p-стойност) на наблюдаваната Q-статистика $Q_{i, j}$ (Таблица 25).

Таблица 19. Резултати от post-hoc Tukey HSD Test.

Показател / Сравнения	Tukey HSD Q statistic	Tukey HSD p-value	Tukey HSD inference
A vs B	17.5181	0.0010053	** p<0.01
A vs C	5.8277	0.0011328	** p<0.01
A vs D	5.6075	0.0018702	** p<0.01
A vs E	16.5556	0.0010053	** p<0.01
B vs C	12.6193	0.0010053	** p<0.01
B vs D	12.1783	0.0010053	** p<0.01
B vs E	1.3241	0.8725653	insignificant
C vs D	0.0187	0.8999947	insignificant
C vs E	11.5128	0.0010053	** p<0.01
D vs E	11.0954	0.0010053	** p<0.01

Сравнителния анализ на изследваните групи след термоциклиране е представен в таблица 20.

Таблица 20. Сравнителен статистически анализ на изследваните групи.

Показател / Групи	A	B	C	D	E	Общо
N	12	14	12	11	15	64
sum $\sum x_i$	100.9	44.20	65.50	81.50	59.10	351.20
mean \bar{x}	8.41	3.15	5.45	7.41	3.94	5.48
sum of	908.6	155.5	419.5	672.7	256.83	2,413.3

squares $\sum x^2_i$						
sample variance s^2	5.47	1.23	5.63	6.88	1.71	7.71
sample std. dev. s	2.34	1.10	2.37	2.62	1.30	2.77
std. dev. of mean $SE\bar{x}$	0.67	0.29	0.68	0.79	0.33	0.34

Легенда:

A- Контролна група

B- Първа експериментална група

C- Втора експериментална група

D- Трета експериментална група

E- Четвърта експериментална група

P-стойността, съответстваща на F-статистиката на еднопосочна ANOVA е по-ниска от 0.05, което предполага, че една или повече от изследваните групи са значително различни (Таблица 21).

Таблица 21. Резултати от дисперсионния анализ ANOVA.

Показател източник	df	SS	MS	F	P-value
Междугрупова	4	254.95	63.7381	16.2683	< 0.01
Вътрегрупова	59	231.15	3.9179		
Обща	63	486.11			

Легенда:

df- степени на свобода

SS- сума от квадратите

MS- стойност на средните квадрати

F- F статистика

Представените по-долу цветно кодирани резултати (червени за незначителни, зелени за значими) оценяват дали $Q_i, j > Q_{critical}$ за всички съответни двойки изследвани групи. В

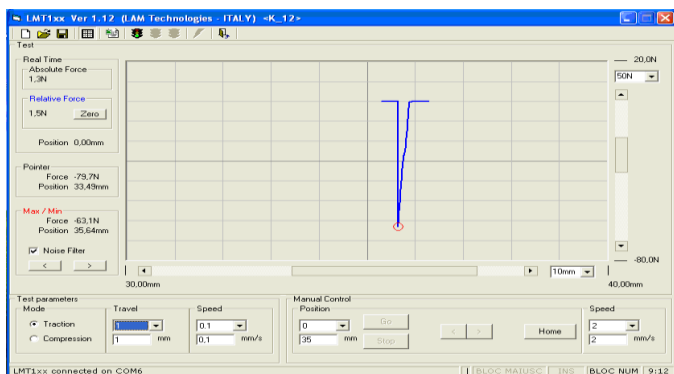
допълнение, ние също така представяме значението (p-стойност) на наблюдаваната Q-статистика $Q_{i, j}$ (Таблица 22).

Таблица 22. Резултати от post-hoc Tukey HSD Test.

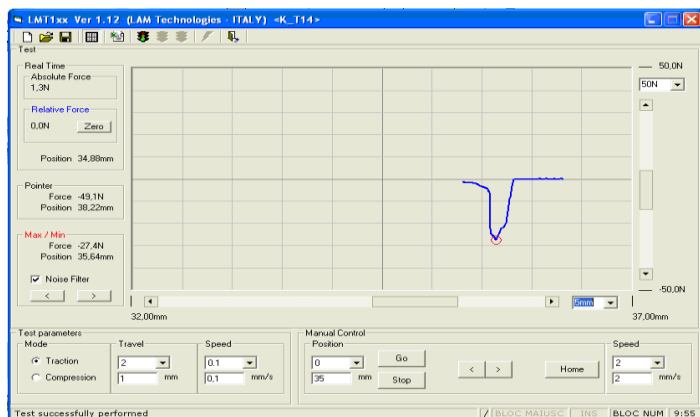
Показател Сравнения	Tukey HSD Q statistic	Tukey HSD p-value	Tukey HSD inference
A vs B	9.5370	0.0010053	** p<0.01
A vs C	5.1628	0.0048739	** p<0.01
A vs D	1.7103	0.7203678	insignificant
A vs E	8.2430	0.0010053	** p<0.01
B vs C	4.1793	0.0349702	* p<0.05
B vs D	7.5399	0.0010053	** p<0.01
B vs E	1.5052	0.8012443	insignificant
C vs D	3.3390	0.1405709	insignificant
C vs E	2.8010	0.2882014	insignificant
D vs E	6.2439	0.0010053	** p<0.01

1. Всички пробни тела се разрушават крехко (фигури 11 и 12). За якост на изпитвания образец е приета максималната регистрирана стойност на натоварващата сила, независимо от характера на разрушаване.

2. При самоадхезивния цимент е необходимо по-силно притискане на повърхностите, с цел да се избегнат празни пространства по свързващата повърхност.

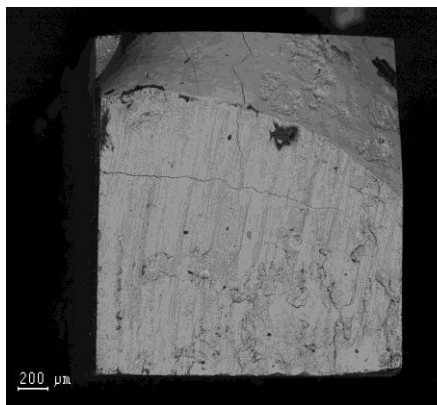


Фиг. 11. Типична якостно-деформационна зависимост при крехко разрушаване на пробното тяло.

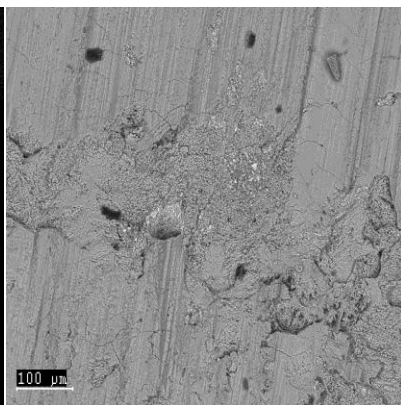


Фиг. 12. Якостно-деформационна зависимост при разрушаване на пробното тяло.

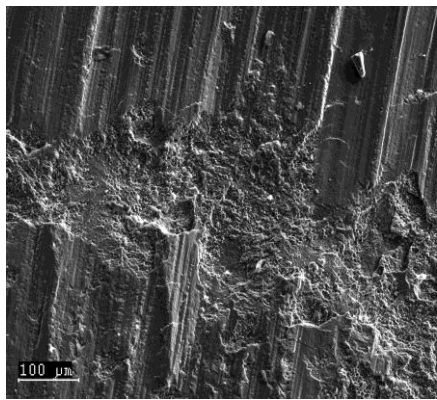
На следващите фигури са представени резултатите от СЕМ анализ на разлепените образци.



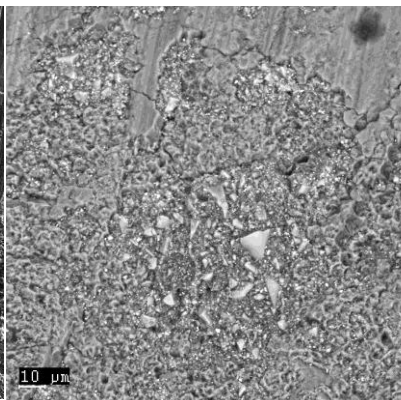
Фиг. 13. Образ в обратно отразени електрони (BSE). Тъмните участъци са остатъци от адхезив. Емайл. Ув. x 102.



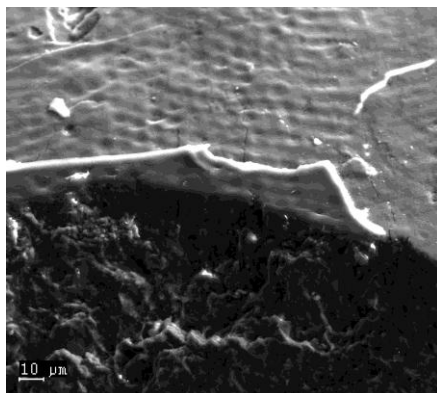
Фиг. 14. Остатък от композитен цимент (в средата със светли точки) върху емайл. Обратно отразени електрони (BSE). Ув. x 400.



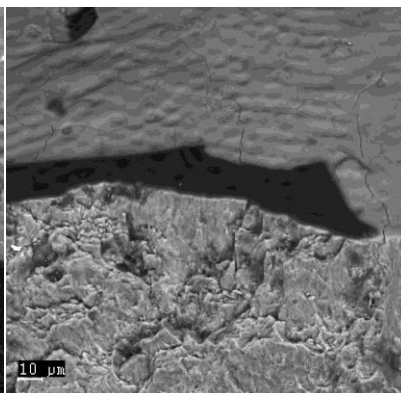
Фиг. 15. Същия детайл от фиг. 13 във вторични електрони (SE). Ув. x 400.



Фиг. 16. Същия детайл от фиг. 14 с композитен цимент (в средата) (BSE). Ув. x 1500.



Фиг. 17. Детайл от фиг. 16. От долу нагоре – композит – емайлови призми. (SE). Ув. x 1500.



Фиг. 18. Същия детайл от фиг.17 обратно отразени електрони. От долу нагоре – композит – празно пространство - емайлови призми. (BSE). Ув. x 1500.

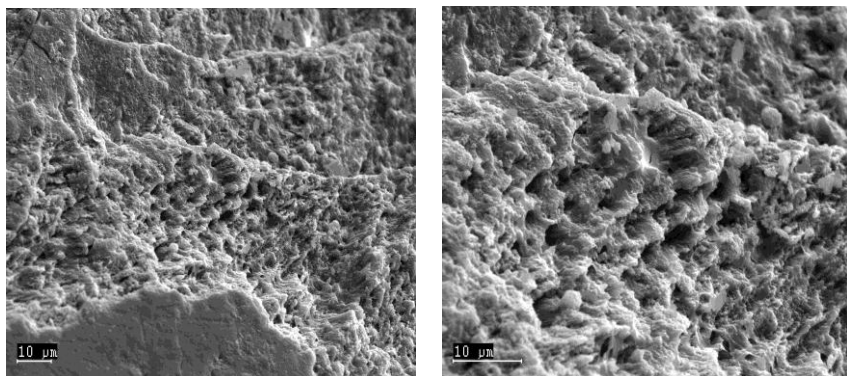
V.2. Резултати от SEM изследване на емайлови образци, с третирана с различен режим на лазерна аблация и с различна концентрация на фосфорна киселина

На фигура 19 е показан изглед на постигнатата ЛА при четирите приложени от нас режими на разграпавяване на емайловата зъбна повърхност, които са изследвани. Всеки един вид от тези аблации е бил подложен на SEM анализ.



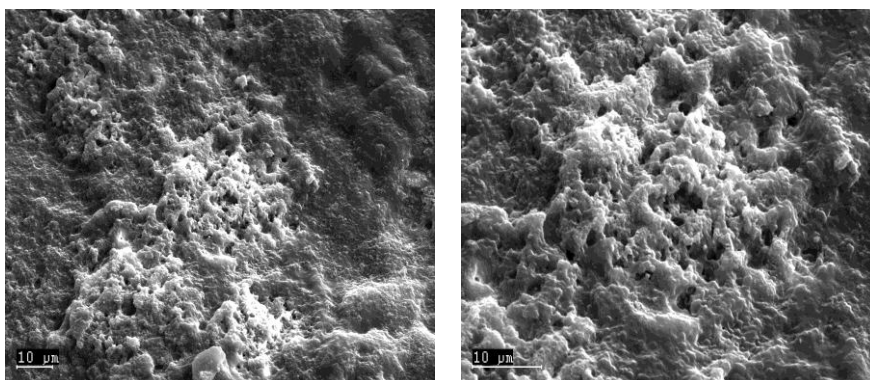
Фиг. 19. Изглед на постигнатата от нас ЛА при четирите приложени от нас режими на разграпавяване на емайла.

На фигура 20 е представен образец 1 с режим на работа 30 Hz, 1 W, 10% вода/15% въздух. Наблюдават се добре разкрити емайлови призми.



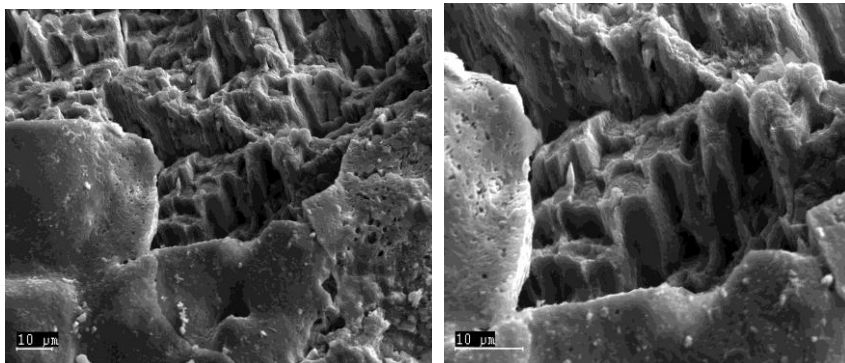
Фиг. 20. Емайлова зъбна повърхност, постигната от нас с ЛА със следния режим: 30 Hz, 1 W, 10% вода/15% въздух. 1310 X, 10μm

На фигура 21 е представен образец 2 с режим на работа 10 Hz, 1.25 W, 30% вода/30% въздух. Наблюдават се процеси на стапяне и разрушаване на емайловите призми.



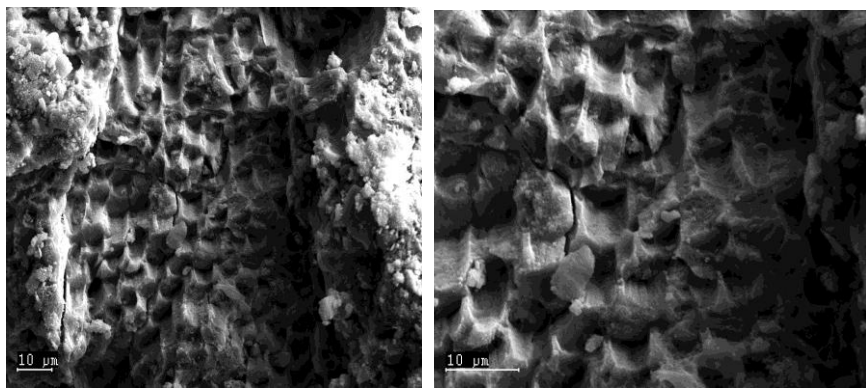
Фиг. 21. Емайлова зъбна повърхност, постигната от нас с ЛА с режим на работа: 10 Hz, 1.25 W, 30% вода/30% въздух. 1310 X, 10μm

На фигура 22 е показан образец 3 с режим на работа 20 Hz, 1.5 W, 30% вода/60% въздух. Виждат се процеси на разтапяне, формиране на канали на дегазация, участъци с прекристализирал хидроксилапатит.



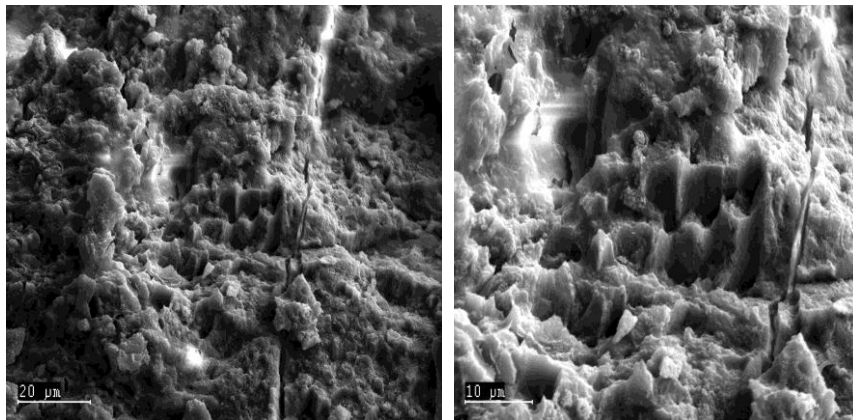
Фиг. 22. Емайлова зъбна повърхност, постигната от нас ЛА с режим на работа: 20 Hz, 1.5 W, 30% вода/60% въздух. 1310 X, 10μm

На фигура 23 наблюдаваме образец 4 с режим на работа 20 Hz, 2.5 W, 20% вода/40% въздух. Виждаме процеси на взривяване и разтопяване.



Фиг. 23. Емайлова зъбна повърхност, постигната от нас ЛА с режим на работа: 20 Hz, 2.5 W, 20% вода/40% въздух. 1310 X, 10μm

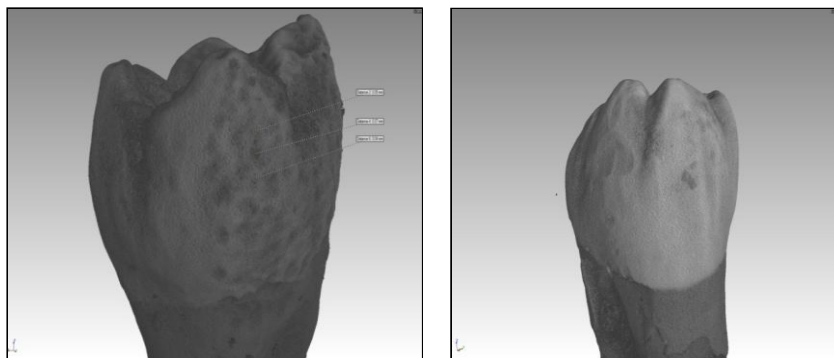
На фигура 24 е показан образец 5 с режим на работа – ецване с 37% H_3PO_4 в продължение на 30 секунди, измиване с вода и подсушаване. Наблюдават се заоблени повърхности на емайловте призми, което е признак на разтваряне.



Фиг. 24. Ецване на емайлова зъбна повърхност с 37% H_3PO_4 в продължение на 30 секунди. 1310 X, 10µm

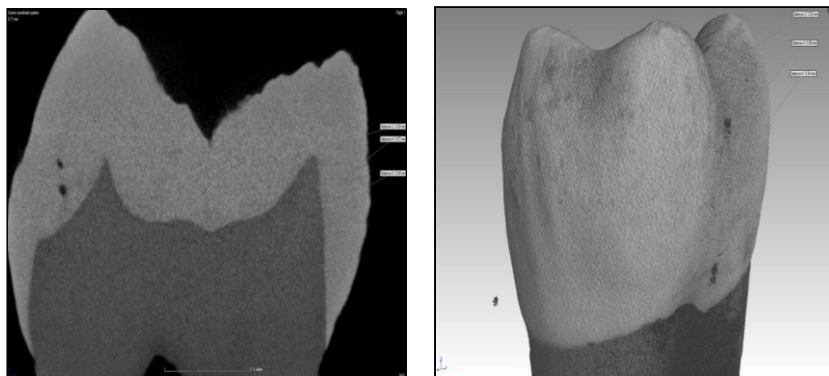
5.3. Резултати от компютърно-томографско изследване на зъби, обработени с различни режими на лазерна аблация

На фигура 25 е представена третирана с лазер зъбна повърхност на 3D модела на зъба, представен от компютърния томограф.



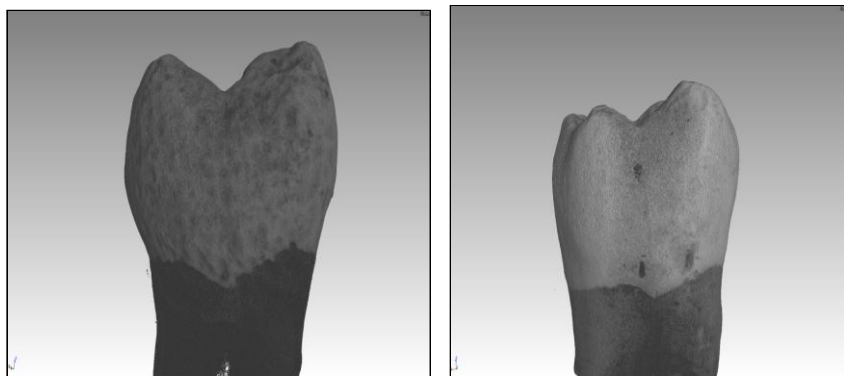
Фиг. 25. Изглед на зъбна повърхност, с приложена от нас ЛА.

На фигура 26 е представен томографски разрез на изследвания зъб с измерени дълбочина и ширина на ретентивните участъци, предизвикани от ЛА.



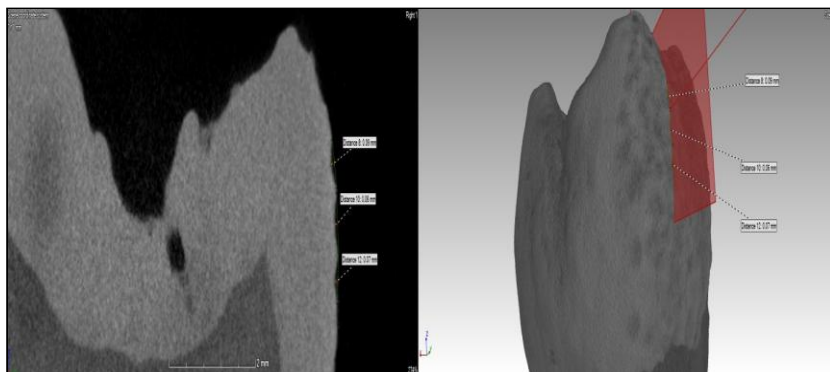
Фиг. 26. Томографски разрез на зъб, с приложена от нас ЛА.

На фигура 27 е представена томографска снимка на вестибуларна повърхност на зъб, третиран с ЛА.



Фиг. 27. Томографска снимка на зъб, с приложена от нас ЛА

На фигура 28 е посочен томографският разрез на зъбната повърхност, като са посочени и направените измервания.



Фиг. 29. Томографски разрез на зъб с приложена от нас ЛА с посочени измервания.

Резултатите на измерванията на третираните с различен режим на лазерна аблация зъби, са представени в таблици.

В таблица 23 са представени измерванията на дълбочината на микрокухините на зъбите, след лазерна

аблация при четирите различни режима на работа и техните средни стойности.

Таблица 23. Сравнителен компютърно-томографски анализ на средните стойности на дълбочината на микрокухините в четирите режима.

Микрокухини \ Режим	Режим А	Режим В	Режим С	Режим D
1	0.04	0.05	0.04	0.13
2	0.04	0.07	0.07	0.11
3	0.04	0.04	0.06	0.10
4	0.04	0.09	0.04	0.20
5	0.04	0.06	0.06	0.13
6	0.04	0.07	0.03	0.11
7	0.04	0.04	0.03	0.10
8	0.02	0.07	0.04	0.20
9	0.05	0.07	0.07	0.06
10	0.04	0.06	0.06	0.12
n	10	10	10	10
Mean	0.039	0.062	0.05	0.126
$\sum X^2$	0.0157	0.0406	0.0272	0.176
St. Dev.	0.007	0.015	0.016	0.044

Резултатите от проведения дисперсионен анализ са показани в таблица 24.

Таблица 24. Резултати от еднофакторния дисперсионен анализ за дълбочината на микрокухините.

Показател източник	df	SS	MS	F	P-value
Междугрупова	3	0.046	0.015	24.764	< 0.0001
Вътрегрупова	36	0.022	0.001		
Обща	39	0.068			

Легенда:

df- степени на свобода

SS- сума от квадратите

MS- стойност на средните квадрати

F- F статистика

Стойността p , съответстваща на F -статистиката на дисперсионния анализ (ANOVA), е по-ниска от 0.05, което предполага, че дълбочината на микрокухините при една или повече групи се различават сигнификантно.

Резултатите от проведените постхок тестове за множествени сравнение са показани в таблица 25.

Таблица 25. Резултати от постхок тестовете на Туки (Tukey's HSD post hoc tests) за дълбочината на микрокухините.

Показател Сравнения	Tukey HSD Q statistic	Tukey HSD p-value	Tukey HSD inference
A vs B	2.9362	0.1802368	insignificant
A vs C	1.4043	0.7315825	insignificant
A vs D	11.1064	0.0010053	* p<0.01
B vs C	1.5319	0.6817372	insignificant
B vs D	8.1702	0.0010053	* p<0.01
C vs D	9.7021	0.0010053	* p<0.01

Резултатите от статистическия анализ на измерената дълбочина на кухините демонстрират сигнификантна разлика между първите три групи и четвъртата група. Първите три режима демонстрират хомогенност и няма сигнификантна разлика между техните стойности.

В таблица 26 са представени измерванията на ширината на микрокухините на зъбите, след проведена лазерна аблация при четирите различни режима на работа и техните средни стойности.

Таблица 26. Сравнителен компютърно-томографски анализ на средните стойности на ширината на микрокухините в четирите режима.

Режим Микрокухини	A	B	C	D
1	0.16	0.26	0.31	0.55
2	0.13	0.37	0.46	0.54
3	0.15	0.42	0.24	0.57
4	0.3	0.45	0.19	0.52
5	0.11	0.58	0.52	0.55
6	0.13	0.46	0.2	0.54
7	0.16	0.3	0.28	0.57
8	0.14	0.71	0.42	0.52
9	0.42	0.38	0.46	0.49
10	0.18	0.33	0.24	0.65
n	10	10	10	10
Mean	0.188	0.426	0.332	0.55
$\sum X^2$	0.438	1.9788	1.2358	3.0414
St. Dev.	0.097	0.135	0.122	0.043

Стойността p , съответстваща на F -статистиката на еднофакторния ANOVA, е по-ниска от 0.05, което предполага, че ширината на микрокухините при една или повече групи се различават сигнификантно (Таблица 27).

Таблица 27. Резултати от еднофакторния дисперсионен анализ за ширината на микрокухините.

Показател източник	df	SS	MS	F	P-value
Междугрупов а	3	0.700	0.234	21.0879	< 0.0001
Вътрегрупова	36	0.398	0.011		
Обща	39	1.099			

Легенда:

df- степени на свобода

SS- сума от квадратите

MS- стойност на средните квадрати

F- F статистика

Резултатите от проведените постхок тестове за множествени сравнение са показани в таблица 28.

Таблица 28. Резултати от постхок тестовете на Туки (Tukey's HSD post hoc tests) за ширината на микрокухините.

Статистика Подвойкови сравнения	Tukey HSD Q statistic	Tukey HSD p-value	Tukey HSD inference
A vs B	7.1529	0.0010053	* p<0.01
A vs C	4.3278	0.0207385	insignificant
A vs D	10.8796	0.0010053	* p<0.01
B vs C	2.8251	0.2078546	insignificant
B vs D	3.7267	0.0570846	insignificant
C vs D	6.5518	0.0010053	* p<0.01

При четирите групи, при които измерихме ширината на образуваните кухни, вследствие на различните режими на лазерна аблация, не се наблюдава хомогенност на получените резултатите при статистическия анализ. Наблюдават се значителни вариации между първа и втора и между първа и четвърта група.

V.4. Резултати от оценка по стандартни клинични критерии на минимално инвазивни адхезивно свързани керамични фасети.

При клиничното наблюдение на керамични фасети основният неуспех беше свързан с загуба на ретенция и отлепване на една фасета от първа експериментална група през петата година. Подготовката на емайловата зъбна повърхност при тази група включваше ецване с 37% фосфорна киселина и аплициране на адхезивен цимент Maxcem Elite. Фасетата беше в добро състояние и беше циментирана отново. Установено беше леко маргинално оцветяване при шест от фасетите в първа експериментална група.

При тази група беше наблюдавана и нарушена маргинална адаптация при една фасета.

Не са наблюдавани фрактури и пукнатини в керамиката, анатомичната форма на фасетите е запазена, липсва повърхностна грапавина. Установихме съответствие на цвета и удовлетвореност на пациентите. При втора експериментална група беше наблюдавана една фасета с нарушена маргинална адаптация. При третата контролна група наблюдавахме леко маргинално оцветяване при две от фасетите (Фигура 29).



Фиг. 29. Леко маргинално оцветяване на зъб 22.

Резултатите от оценката по стандартни клинични критерии на керамичните фасети са представени в таблица 29.

Денталните керамики представляват крехки материали с относително висока компресивна сила, но с ниски стойности на сила на опън и огъване. До голяма степен тяхната здравина се дължи и на адхезивното свързване на композитния цимент с ТЗТ и с ецваната с флуороводородна киселина керамична повърхност.

Таблица 29. Оценка според стандартните клинични критерии на минимално инвазивни адхезивно свързани керамични фасети при трите групи.

Клинични Критерии	Оценка	Групи		
		1 група	2 група	3 група
Маргинална адаптация	1	n=88	n=96	n=97
	2			
	3	n=1		n=1
	4			
Маргинално оцветяване	1	n=85	n=94	n=97
	2			
	3	n=6	n=2	n=1
	4			
Анатомична форма	1	n=88	n=96	n=98
	2			
	3			
	4	n=1		
Повърностна грапавина	1	n=89	n=96	n=98
	2			
	3			
	4			
Съответствие на цвета	1	n=89	n=96	n=98
	2			
	3			
	4			
Наличие на кариес	1	n=89	n=96	n=98
	2			
	3			
	4			
Фрактура на реставрацията	1	n=89	n=96	n=98
	2			
	3			
	4			
	5			



Фиг. 30. Клинично състояние на 5 фасети след 9 години



Фиг. 31. Разлепена фасета на зъб 23 след петата година

Стойността p , съответстваща на F -статистиката на дисперсионния анализ (ANOVA), е по-ниска от 0.05, което предполага, че поне една от експерименталните групи, оценени по клинични критерии се различава сигнификантно от другите (Таблица 30).

Таблица 30. Резултати от еднофакторния дисперсионен анализ на експерименталните групи според клиничните критерии.

показател източник	SS	df	MS	F statistic	p- value
Междугрупов а	0.2928	2	0.1464	3.6599	0.0270
Вътрегрупова	11.1984	280	0.0400		
Обща	11.4912	282			

Легенда:

df- степени на свобода

SS- сума от квадратите

MS- стойност на средните квадрати

F- F статистика

Резултатите от проведените постхок тестове на Туки за множествени сравнение са показани в таблица 31.

Таблица 31. Резултати от постхок тестовете на Туки (Tukey's HSD post hoc tests) за сигнификантна разлика между групите.

Показател / Сравнения	Tukey HSD Q statistic	Tukey HSD p-value	Tukey HSD inference
A vs B	3.3186	0.0512351	insignificant
A vs C	3.3555	0.0480004	* p<0.05
B vs C	0.0209	0.8999947	insignificant

Проведения статистически анализ на изследваните експериментални групи демонстрират сигнификантна разлика само между първа и третата група.

V.5. Резултати от сравнително изследване на ширината на централните резци на горна челюст

При 48 (36,36%) от студентите измерената медиодистална ширина на централните резци на горна челюст съвпада до две деления след милиметъра. Измерванията, проведени клинично и тези – на гипсови модели, съвпадат до две деления след милиметъра на електронния шублер.

Максималната отчетена разлика е 0.49 mm, а минималната – 0.4mm. Статистическите параметри от проведеното изследване са показани в таблица 32.

Таблица 32. Разпределение на стойностите за широчината на горните централни резци според пола и статистически показатели.

Показател \ Пол	n	X	SE	SD	Min - Max
Жени	72	8,54	0,079	0,76	7,29 - 9,66
Мъже	60	8,89	0,078	0,61	7,72 - 10,2

Силна позитивна връзка: корелация беше открита между левия и десния максиларен централен резец. Orozco Varo, A. и сътр. (205) също така забелязват асиметрия от 0.5 mm разлика между измрванията в лявата и дясната страна и определят това в нормалния порядък на асиметрията в човското тяло.

VI. ОБСЪЖДАНЕ

VI.1. Обсъждане на резултатите от лабораторно тестване на якост на опън на адхезивен цимент към емайлови образци

Когато за фиксиране на индиректна реставрация се използва самоадхезивен цимент, производителят твърди, че не е необходимо предварително третиране на емайла. Това твърдение противоречи с резултатите от микротеста на якост на опън, при които се увеличи здравината на връзката към емайла след предварително ецване с фосфорна киселина и приложение на ЛА. Предварителната хипотеза, че предварителното третиране на емайла с ЛА и с различна концентрация на фосфорната киселина, и времетраене не подобрява здравината на връзката на самоадхезивния цимент към емайла, се отхвърля.

При нашето изследване не установихме статистически значима разлика след термоциклиране между експерименталната група с киселинно ецване и ЛА на емайловата зъбна повърхност. Такава имаше при тестовете, които се проведоха 24 часа след залепването. При предварителната подготовка на емайла с избрания от нас режим на ЛА нямаше статистически значима разлика преди и след проведения режим на термоциклиране. Това означава, че здравината на адхезивната връзка се запазва след проведеното изкуствено стареене за разлика от експерименталните групи, третирани с фосфорна киселина. При тях установихме статистически значима разлика преди и след термоциклирането.

Като цяло полимерното свързване зависи от повърхностната енергия и омокряемостта на повърхността от адхезива. Ецването с фосфорна киселина продуцира омокряема повърхност, в резултат на премахване на размазания слой и увеличаване на повърхностната неравност, като по този начин увеличава

омокряемостта. Поради тази причина предварителното третиране на емайла със силен агент като фосфорна киселина има ползотворен ефект върху свързването на самоадхезивния цимент. Улеснява се инфилтрацията на киселинните композитни мономери в деминерализираната емайлова повърхност.

Киселинното ецване, както и ЛА създават микропукнатини върху интерпризматичната емайлова повърхност, през които хидрофобните мономери на свързващия агент могат да проникнат като създават силна микромеханична ретенция. Контролният цимент Variolink II, заедно с Excite DSC демонстрира нисък вискозитет, който може да допринесе за по-доброто проникване в емайловата повърхност и да осигури здрава адхезивна връзка, както и да предотврати микропропускането. Това заключение съответства на нашите резултати. Ниско вискозитетният мономер позволява по-добра подвижност и дистрибуция на свободни радикали в композитния материал, което повишава полимеризационната реакция на обръщането на мономера. Този цимент също така съдържа голямо количество от химични и физични инициатори, в резултат на което се наблюдава висока степен на обръщането на мономера при два полимеризационни режима.

Нашите резултати създават съмнения относно способността на високо вискозния самоадхезивен композитен цимент Maxcem Elite да ецва емайловата повърхност и да обхване правилно субстрата. Повърхностите, циментирани с Maxcem Elite, образуват кухини в циментоемайловата повърхност, което отговаря на по-ниските стойности на якост на опън.

Химичният състав на композитните цименти може да разграничи тяхното свързване след различна предварителна обработка на ТЗТ и може да повлияе на здравината на връзката на композитните цименти с ТЗТ. Независимо от техния състав,

самоадхезивните композитни цименти взаимодействат с емайла само повърхностно, без наличие на композитни повлекла и демонстрират ниско взаимодействие с емайловата повърхност. Този извод съвпада с резултатите от проведеното изследване. Светлинното полимеризиране на адхезива и на композитния цимент води до по-високи стойности при микротест на якост на опън. Светлинното полимеризиране на двойно полимеризиращите композитни цименти повишава техните механични качества и степента на преобразуване, което води и до по-високи стойности при микротеста на якост на опън.

При микротест за якост на опън самоадхезивния композитен цимент проявява приемлива здравина на връзката. Останало минимално количество вода в размазания слой и вътрешната вода в емайла води до лимитирана йонизация на деминерализираните мономери, което представлява още една индикация, че композитните цименти или адхезивите са способни да абсорбират вода от техните свързващи повърхности чрез дифузия.

СЕМ снимките на ецваната повърхност на самоадхезивните композитни цименти демонстрират, че размазаният слой е частично разтворен. При СЕМ се наблюдава основно адхезивен неуспех на връзката между композитен цимент и емайлова зъбна повърхност.

Силата на свързване на Махсем Elite към емайла е по-ниска. Циментът беше светлинно полимеризиран след залепването така, че подтискането на полимеризацията от киселинните мономери не оказва влияние. Въпреки че според производителя рН на смесения материал е по-малко от 2 през първата минута, не се наблюдава деминерализация на емайла. Това може да се дължи на сравнително високия вискозитит и на лимитираната пенетрация и време за взаимодействие с ТЗТ. Материалът беше фотополимеризиран веднага след апликацията. С цел подобряване на качествата на

цимента, реставрацията трябва да се поставя под натиск. Това се доказва от намаленото количество на празни пространства по емайловата зъбна повърхност. В клиниката повечето индиректни реставрации се поставят под натиск.

Киселинното ецване и ЛА преди апликацията на Махсем Elite, повиши стойностите при микро теста за якост на опън и те доближиха тези на контролната група. Това потвърждава втората хипотеза, че използването на фосфорна киселина и ЛА преди залепването, повишава свързващата ефективност на самоадхезивния композитен цимент към емайла.

Настоящото изследване демонстрира важността на третиране на емайла преди циментиране на индиректната реставрация. Адхезивното циментиране на конструкции се основава на киселинно третиране на свързаната повърхност или на проведена ЛА. Киселинното ецване с фосфорна киселина и проведената ЛА създават мрежа от микрокухини в емайла. Хидрофобният композит прониква в тези микрокухини като генерира висока микромеханична ретенция.

Това може да се обясни чрез механизмите на киселинното ецване и ЛА, чрез които селективно се разтварят емайловите призми, като се създават микропукнатини, в които пенетрира хидрофобният свързващ агент, създавайки микромеханично заключване на композитните повлекла с капилярно привличане.

При проведения тест на якост на опън, при контролния цимент Variolink II нарушената връзка е предимно кохезивна, в самия цимент. Тази находка може да се отнесе до присъствието на свързващ агент между композитния цимент и емайловата повърхност. Такива заключения са установили и други автори. При Махсем Elite повечето фрактури са адхезивни между композитния цимент и повърхността на субстрата. Това може да се отнесе до голямата пропускливост на опростените самоецващи системи,

което подпомага по-бърза хидролитична деградация. Върху емайловата зъбна повърхност тотално ецващите адхезиви осигуряват по-голяма здравина на адхезивната връзка от самоецващите адхезиви.

При Variolink II доминиращите фрактури бяха кохезивни, в композитния цимент. Това се отнася до наличие на здрава адхезивна връзка между композитния адхезив и емайловата зъбна повърхност. При Maxcem Elite повечето фрактури бяха адхезивни, между композитния цимент и емайловата повърхност. Това може да се отнесе до по-голямата пропускливост на опростените самоецващи системи, което промотира по-бързата хидролитична деградация.

Установихме, че повърхностното третиране на емайловата зъбна повърхност с Er,Cr:YSGG демонстрира по-висока здравина на адхезивната връзка с енергийно излъчване от 1 W, отколкото с 2 W. В проведеното изследване от голямо значение освен зададената мощност, беше и хидрокинетичния режим, който проведохме.

Резултатите от представеното лабораторно изследване предоставят информация на клиницистите за взаимодействието на двойнополимеризиращите композитни цименти с емайла при различно предварително третиране с киселинно ецване или ЛА.

В настоящето изследване експерименталната група с предварително третиране с ЛА на емайловата зъбна повърхност представи сходна здравина на връзката при микро тест на якост на опън, сравнена с киселинно ецваната група след термоциклиране.

Способността на Er,Cr:YSGG лазер да осъществи аблация на ТЗТ се свързва с неговата 2780 nm дължина на вълната, което е в съответствие с абсорбцията на вода и хидроксилпатит от емайла. Излъчването се абсорбира от водните молекули в емайла, като причинява внезапно загряване и изпарение. Последствието е високо налягане, което води до микроексплозии, придружени с

изхвърляне на тъканни частици, с което се характеризира процесът на ЛА и определя вида на повърхността като микрократери. Основната част от излъчването се използва за процеса на ЛА и останалата много малка остатъчна енергия влияе негативно на незначително повишение на температурата на пулпната тъкан и на периферните меки и твърди тъкани. При нашето изследване ние разчитаме на хидрокинетичния режим, за да избегнем повишаване на температурата.

VI.2. Обсъждане на резултати от SEM изследване на емайлови образци, с третирана с различен режим на лазерна аблация и с различна концентрация на фосфорна киселина

Er,Cr:YSGG лазерното ецване притежава следните предимства: липса на вибрация и липса на повишение на температурата, поради използване на хидрокинетичен комплекс за охлаждане.

Лазерният лъч се разполага перпендикулярно на повърхността при всички образци за максимална режеща ефективност. Предимство на това разположение са чиста повърхност на субстрата, липса на отломки и наличие на отворени емайлови призми.

При наблюдаваните SEM изображения на ЛА на емайла при това изследване, могат да бъдат наблюдавани характерни находки като бразди, люспи, издатини, рифове и остри ъгли. Всички тези аспекти са показателни за наличие на микроексплозия, отколкото за топене.

Наблюдаваният преобладаващ модел при лазерната аблация на емайла е тип 3, сравнен с тип 1 при съответното киселинно ецване – медена или восъчна пита.

С настоящото изследване може да се направи заключението, че Er,Cr:YSGG ЛА може да бъде използвана като алтернатива на ецващ агент, като осигурява субстрат с микрокухини за по-добро дългосрочно свързване с композитен цимент.

Лазерната аблация на зъбния емайл представлява процедура без болка, която не предава вибрацията, независимо, че осигурява ецващ образец, който изглежда идеален за композитна пенетрация. Повърхността, получена при лазерно облъчване е по-резистентна към вторичен кариес. Механизмът на отнемане на тъкани чрез лазер не представлява деминерализация като киселинното ецване. Вместо това процес на микроаблация предизвиква изпарение на вода и на зъбни органични компоненти, предизвиквайки микро експлозии, които предизвикват деструкция на неорганичните субстанции, като резултат от микроскопични повърхностни неравности, в които адхезивната система може да проникне, осигурявайки ретенция.

Сравнителният анализ между повърхностния ефект на киселинното ецване и на лазерната аблация показва: грубо разчупване на емайлите призмички при киселинното ецване и много фино, хомогенно разграпяване с достатъчна дълбочина на кратерите в емайлите призмички след ЛА.

Приложеният от нас алгоритъм за клинична и лабораторна оценка на здравината на връзката емайл – самоадхезивен композитен цимент позволява много точна прогноза за успеха на лечението с керамични фасети.

Методът ЛА се характеризира се с приложение на много ниска изходна мощност и подходящ хидрокинетичен режим, като най-щадящият и надежден подход за ретиниране на емайлната повърхност.

VI.3. Обсъждане на резултатите от изследване с компютърен томограф на зъби, обработени с различни режими на лазерна аблация.

Лазер с широк спектър на честота беше използван в нашето изследване, поради неговата клинична приложимост. Друго предимство на лазера, който използвахме е, че честотите могат да бъдат определени от нас. Целта на изследванията, определящи честотните изменения основно се отнасят до повишената топлина. Ние използвахме различни режими, в интервал от 10 Hz до 30 Hz. Допълнително предимство на нашите режими на работа представляваше хидрокинетичният комплекс, който използвахме.

При мощност над 2 W се наблюдават малки повърхностни пукнатини по повърхността на лазерно ецвания емайл. За ЛА и лазерно ецване ние използвахме мощност от 1 W до 2.5 W и ние наблюдавахме само наличие на микрокухини. Повърхностни цепнатини са също така очевидни в изследвания, проведени от други автори. Изследвания демонстрират, че наблюдаваните цепнатини повишават ретенцията и са идеални за пенетрацията на композитния цимент. Er,Cr:YSGG ЛА притежава предимството да не повишава температурата в резултат на охлаждане с вода и липса на вибрация.

При Er,Cr:YSGG лазери емайлът преминава през физически промени, които включват разтопяване и рекристализация, като по този начин се формират много порьозни структури. Тези лазери продуцират много неравна повърхност с микрокавитети в резултат на изпарението на водата в хидроксилапатитния матрикс. Това причинява повърхностни неравности, подобни на тези от киселинното ецване с дълбочина от 10 до 20 μm , в зависимост от лазера и енергията, която се прилага по зъбната повърхност. Дълбочината на пенетрацията на композит се е изучавала чрез

изследвания с оптични микроскопи и малко изследвания с конофокални микроскопи. Дълбочината на проникване след киселинно ецване е от 5 до 50 μm . Лазерното излъчване причинява термични промени на емайловата зъбна повърхност и в резултат на него възникват неравномерни кухини, подобни на киселинното ецване, които са 10-20 μm в дълбочина и могат да бъдат използвани за подготовка на емайловата повърхност и последващо адхезивно циментиране. Нарушението на пропорцията на калций към фосфори и намаление на процента на карбонати към фосфати се причинява от лазерното излъчване. Също така се редуцира водното съдържание и органичните съставки, което повишава зъбната резистентност към кариес.

Сравнителното изследване на четирите режима на лазерна аблация с компютърен томограф демонстрира хомогенност на резултатите при изследване на дълбочината на образуваните емайлови кухини при първите три режима. При анализа на ширината на образуваните кухини не беше установена такава, спрямо използвания режим.

VI.4. Обсъждане на резултатите от оценка по стандартни клинични критерии на минимално инвазивни адхезивно свързани керамични фасети.

Резултатите от това клинично изследване доказват, че в случаите, когато пациентите и индикациите са определени точно, резултатът е дългосрочна функционална и естетическа годност на конструкциите.

При първа експериментална група наблюдавахме най-голям процент неуспех. Независимо, че фасетата със загуба на ретенция беше отново успешно циментирана в устната кухина, ние я отчетохме като неуспех. Леко маргинално оцветяване беше

забелязано при шест от фасетите, като възможна причина за това е свързана с пушене. С финирен диамантен пилител то беше отстранено.

Липсата на повече случаи с маргинално оцветяване се обяснява с по-добрата стабилност на цвета на светлинно полимеризиращите композитни цименти.

Резултатът от проведеното изследване демонстрира, че най-често срещаната причина за неуспех е разлепването на реставрациите, което е в съответствие с предишни проучвания. Това означава, че независимо от предимствата на материали и техники, съществуват други фактори, които определят дълготрайната функционална стабилност на конструкциите. В това проучване разлепването след период от пет години засегна фасета на кучешки зъб на горна челюст, при които реставрацията включваше минимално инцизално прехвърляне. Не е установено разлепване на реставрации на долна челюст. Оклузалните фактори според нашето изследване имат основно значение при този неуспех. В потвърждение на нашето проучване настоящи лабораторни изследвания демонстрират, че за канините най-благоприятна е „прозоречната” препазация. Силните предварителни контакти при латеротрузия и при канинова защита представляват основна причина за това отлепване. Също така трябва да се отчете и не достатъчната сила на връзката на адхезивния цимент с емайловата зъбна повърхност и керамиката, поради факта, че не се наблюдава кохезивна фрактура, а адхезивна. Наличието на частична адхезия към несменени обтурации, и по-голямо натоварване по време на статична и динамична оклузия, повишава възможността за отлепване.

През първите години на функциониране на адхезивно свързаните керамични реставрации с фасети е установено, че

абразирането и ерозирането на свързващия агент в оралната среда представлява най-големият риск от неуспех.

Наличие на вторичен кариес не се наблюдава при всички реставрации с керамични фасети. За да се предотврати вторичният кариес, голямо внимание беше отделено на препариране на маргиналната граница в емайла. Като предварителна подготовка бяха сменени всички съществуващи композитни обтурации. При неспазване на тази процедура редица автори констатираха наличие на вторичен кариес при разположение на маргиналната граница в съществуваща обтурация.

Изработването на минимално инвазивни препарации, които запазват ТЗТ минимализира риска от девитализация. Виталитетът на зъбната пулпа беше запазен при всички витални зъби.

Клиничното изследване демонстрира, че методът на ЛА, който беше приложен, представлява алтернатива на киселинното ецване. Получените резултати не установяват статистически значима разлика от контролната група, при която беше използван и адхезив преди апрлицирането на композитния цимент. Настоящото дългосрочно клинично изследване доказва ефективността на Er,Cr:YSGG лазерни системи при клинични условия, при подготовката на зъбния емайл за естетични реставрации чрез ЛА.

VI.5. Обсъждане на резултатите от електронно измерване и сравнителен анализ на широчината на централните резци.

При по-голяма част от измерванията не се наблюдава статистически значима разлика в широчината на левия и десен резец. Важността на симетрията между левия и десния централен резец е изключително важна и се подчертава от много изследователи. При натуралното съзъбие не винаги се наблюдава абсолютна симетрия между централните резци.

Полът трябва да бъде взет предвид по отношение на размера на зъбите. Сигнификантна разлика е открита по отношение на размера на зъбите, с по-големи стойности при мъжете, в сравнение с тези при жените.

При измерванията на широчината на фронталните зъби на горна челюст на участниците в изследването, резултатите бяха идентични, независимо дали измерванията бяха направени директно или на гипсови модели. Централните инцизиви при по-голямата част от изследваните лица бяха симетрични до второто деление след нулата на електронния шублер. Симетрията е отбелязана като основна детерминанта за дентална естетика. Редица автори установяват, че хората предпочитат симетрични усмивки.

Относителните размери на зъбите са смятани за едни от най-важните обективни дентални критерии сред естетичните изисквания. Ние измерихме широчината на зъбните коронки на левия и десния централен резец на горна челюст. Широчината беше измерена от медиалната до дистална контактна точка.

В повечето от изследванията измерването на широчината на максиларния централен резец се използва, за да се установят расови и полови различия. В настоящото проучване, установените размери за тези зъби са съпоставими със средните стойности, представени в сходни проучвания.

Половите различия в размерите на фронталните зъби на горна челюст са наблюдавани при повечето раси, като мъжете притежават по-широки фронтални зъби от жените. Редица автори също не отчитат статистически значима разлика в размерите на зъбните коронки от лявата и дясната страна на зъбната дъга. Установяват статистически значима разлика в размерите на клиничните коронки между мъжете и жените, като при мъжете размерите са по-големи.

В настоящото изследване стойностите на средната коронална ширина за централния резец ($P < .05$) при мъжете бяха значително по-големи отколкото съответстващите размери при жените. Тези заключения съответстват на резултатите от сходни изследвания.

VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целта на дисертационния труд е чрез клинични и лабораторни изследвания да се докаже дългосрочната устойчивост и здравина на адхезивно свързаните керамични конструкции към ТЗТ във фронталната област и ефективността на различните методи за предварително третиране на емайловата зъбна повърхност.

За изпълнение на първата задача беше проведен лабораторен микротест на якост на опън за установяване на здравината на връзката на съвременни адхезивни цименти към емайлова зъбна повърхност, предварително ецвана с различни концентрации на фосфорна киселина и ЛА.

След анализ на резултатите от проведеното изследване могат да се направят следните констатации:

1. Предварителната подготовка на емайловата повърхност с ЛА увеличава стойностите на якост на опън на самоадхезивен композитен цимент към ТЗТ след термоциклиране.

2. Повишаване на стойностите се наблюдава и при предварително третиране на емайловата зъбна повърхност с 30% и 37% фосфорна киселина за времетраене съответно – 37s и 30s.

3. Резултатите от якост на опън при аплицирането на самоадхезивен композитен цимент към емайлова зъбна повърхност като се спазват инструкциите на производителя без предварително третиране на ТЗТ, са по-ниски.

От анализа на СЕМ изследване на емайлови образци, с третирани с различен режим на ЛА, лазерно ецване и с 37% концентрация на фосфорна киселина беше направена следната констатация. Емайловата повърхност при ЛА при режим на работа 30 Hz, 1 W, 10% вода/15% въздух при СЕМ наблюдение се доближава до тази, при проведено ецване с фосфорна киселина. Сравнителният анализ между повърхностния ефект на киселинното

ецване и на ЛА показва: грубо разчупване на емайловите призми при киселинното ецване и много фино, хомогенно разграпяване с достатъчна дълбочина на кратерите в емайловите призми след ЛА.

От проведеното изследване на зъбни образци, третирани с различен режим на лазерна аблация с компютърен томограф, беше направена следната констатация. Емайловата повърхност на зъбните образци, третираните със следния режим на лазерна аблация 30 Hz, 1 W, 10% вода/15% въздух осигуряват достатъчно ретензивна повърхност като ширина и дълбочина на кратерите за пенетрация на композитен цимент.

За изпълнението на четвъртата задача анализирахме клиничното представяне на адхезивни керамични конструкции във фронталната област за период от 9 години като използвахме модифицирани USPHS критерии за оценка на конструкциите.

След анализ на резултатите, получени при изпълнение на четвъртата задача, могат да бъдат направени следните констатации:

1. За периода на изследване са наблюдавани едно разлепване на конструкция, като основна причина е каниновата защита при динамична оклузия. Зъбът беше от първа експериментална група, при която предварителната подготовка на емайловата зъбна повърхност беше с киселинно ецване с фосфорна киселина.

2. Фасетите от втора експериментална група, при която емайловата зъбна повърхност беше подготвена по метода на ЛА, показаха отлични дългосрочни резултати.

3. Не беше наблюдавана промяна на цвета, маргинално оцветяване или наличие на вторичен кариес, или грапина на реставрациите.

4. Не беше наблюдавана и фрактура на керамичните конструкции.

От сравнителния анализ на медиодисталната ширина на левите и десни централни резци на горната челюст беше направена следната констатация. Не съществува статистически значима разлика при различията в измерванията на левия и десния централен резец и не се налага апроксимално препариране на зъбите.

VIII. ИЗВОДИ

От изпълнението на поставените цел и задачи в дисертационния труд могат да се направят следните изводи:

1. Естетичните реставрации с минимално инвазивни адхезивни керамични конструкции представляват конструкции, които дългосрочно възстановяват функцията и естетиката в устната кухина. Клиничната подготовка на емайловата зъбна повърхност по метода на ЛА доказва превъзходството на този метод в сравнение с киселинното ецване с фосфорна киселина.

2. Методът на ЛА може успешно да бъде приложен в естетичното протезиране с керамични фасети. Резултатите от нашето изследване на якост на опън потвърждават, че ЛА осигурява много добра здравина на адхезивната връзка на композитен цимент към емайлова зъбна повърхност след изкуствено стареене – термоциклиране и представлява надежден метод, който може да замени киселинното ецване с 37% фосфорна киселина.

3. Лазерната аблация осигурява достатъчно надеждна връзка емайл – цимент и може напълно да замени метода на лазерно ецване. Представените СЕМ изследвания потвърждават достатъчната ретензивна повърхност на третираната с лазер емайлова повърхност, която осигурява възможност за пенетрация на композитен цимент.

4. Сравнителният лабораторен анализ на резултатите от четирите режима на лазерно разграпяване показва, че ефектът на лазерното ецване е подобен на ефекта на киселинното ецване и е по-инвазивен в сравнение с ЛА.

Апробираните четири режима на ЛА демонстрират достатъчна дълбочина и ширина на микро кухините в емайловата повърхност, което осигурява увеличена повърхност за проникване

на композитен цимент в ТЗТ и осигуряване на дългосрочна здрава адхезивна връзка.

С настоящето 3D компютърно томографско изследване може да се направи заключението, че Er,Cr:YSGG лазерна аблация може да бъде използвана като сигурен ецващ агент, като осигурява субстрат с микрокухини за по-добро дългосрочно адхезивно свързване с композитен цимент.

5. Измерената широчина на левите и десни централни резци доказва възможността за естетична реставрация без необходимостта от предварително апроксимално изпиляване на ТЗТ.

VIII. ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

I. Приноси с оригинален характер:

1. За първи път у нас беше проведено клинично изследване на третирана по различен начин емайлова зъбна повърхност: чрез киселинно ецване и по метода на ЛА.

2. Изграден е нов алгоритъм, който включва: лабораторен микротест на якост на опън, СЕМ анализ и 3D компютърната томография за избор на хидрокинетичен режим за ЛА. Трите горепосочени метода, в комбинация със статистическия анализ, потвърдиха категорично успеваемостта на адхезивното свързване на трите елемента: емайлова зъбна повърхност, цимент и керамика с възможно най-ниската изходна мощност на лазерната система, което прави метода максимално физиологичен. Избягва се необходимостта от киселинно ецване.

3. По безспорен начин се доказва възможността за микроинвазивно разграпавяване на емайла и осигуряване на здрава адхезивна връзка между емайловата зъбна повърхност, цимента и керамичната фасета.

4. За първи път СЕМ резултатите и 3D компютърната томография на емайлови образци, третирани с различни режими на лазерно ецване и лазерна аблация са използвани едновременно за визуализиране на ефекта от успешните резултати при лечението с ЛА.

II. Приноси потвърдителен характер:

1. Измерената ширина на левите и десни централни резци доказва възможността за естетична реставрация без необходимостта от предварително апроксимално изпиляване на ТЗТ.

VIII. НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ И СЪОБЩЕНИЯ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД:

1. Kazakova S, Stoimenov N, Kirov D, Karastoyanov D, Kamenova Y. Computer tomography study of enamel samples treated with different working regimes of Er,Cr&YSGG laser. Problems of engineering cybernetics and robotics. 2018, 69:68-75.

2. Казакова С., Каменова Ю., Клочков Л., Стоименов Н., Попов Б., Соколов Б. Приложение на 3D индустриалната томография в денталната медицина. Industry 4.0. 2017, 187-191.

3. Казакова С., Киров Д. Исторически преглед на минимално инвазивните адхезивно свързани керамични конструкции. Научно списание. Май 2014 23-26.

4. Казакова С., Киров Д. Препарационни техники за минимално инвазивни адхезивно свързани керамични конструкции във фронталната област. Научно списание. Юни 2014, 31-37.

УЧАСТИЯ В НАУЧНИ КОНГРЕСИ:

1. Kazakova S. Long term successful rate of ceramic veneers. Poster Presentation, 41st European Prosthodontic Association Annual Congress-2017 Bucharest, Romania.