МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ПЛОВДИВ

ФАКУЛТЕТ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА

КАТЕДРА ПО ОПЕРАТИВНО ЗЪБОЛЕЧЕНИЕ И ЕНДОДОНТИЯ
Ръководител катедра: Проф. д-р Стоян Владимиров, дм

Д-р Мариела Пламенова Цанова

“Възстановяване на витални, дъвкателни зъби с големи разрушения чрез CAD-CAM керамични обтурации” (лабораторни и клинични проучвания)

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за получаване на образователна и научна степен „Доктор“
Научна специалност 03.03.01.
Терапевтична стоматология

Научен ръководител: Проф. д-р Нешка Манчорова-Велева, дм

Официални рецензенти: Проф. д-р Радосвета Василева, дм
Проф. д-р Стоян Владимиров, дм

Пловдив, 2018 г.

Дисертационният труд съдържа 265 страници и е онагледен с 18 таблици и 96 фигури. Библиографията включва 487 източника, от които 20 на кирилица и 467 на латиница.

Изследванията от дисертационния труд са извършени в катедра“Оперативно зъболечение и ендодонтия“, CAD/CAM център на ФДМ – Пловдив и в Института по оптически материали и технологии, Българска академия на науките, София.

Научно жури:

Председател:

Проф. д-р Стоян Владимиров, дм

Членове:

Проф. д-р Радосвета Василева, дм

Проф. д-р Снежанка Топалова-Пиринска, дм

Проф. д-р Нешка Манчорова-Велева, дм

Доц. д-р Здравка Иванова, дм

Резервни членове:

Доц. д-р Жанет Кирилова, дм

Проф. д-р Иван Филипов, дм

Публичната защита на дисертационния труд пред Научно жури ще се състои на 22.03.2018 г. от 14.00 ч. във Втора аудитория на Медицински университет – Пловдив, бул.“Васил Априлов“ 15А.

Материалите по защитата са на разположение в Научен отдел на МУ – Пловдив, бул.“Васил Априлов“15А, и на интернет страницата на Медицински университет – Пловдив.

Съдържание

Използвани съкращения

ЛДМ	–	лекар по дентална медицина
CAD-CAM	–	Компютърно-асистиран дизайн – Компютърно-асистирано производство (Computer Aided Design-Computer Aided Manufacturing)
Zr	–	цирконий
PSZ	–	частично стабилизиран цирконий
YPSZ	–	итрий частично стабилизирана циркониева керамика
ZTA	–	подсилена с алуминий циркониева керамика
MG-PSZ	–	магнезиева частично стабилизирана циркониева керамика
ZLS	–	цирконий съдържаща литиево силикатна керамика
Y-TZP	–	итрий стабилизирана тетрагонални циркониеви поликристали
TZP	–	тетрагонален цирконий поликристал
T-M трансформация	–	тетрагонална-моноклинна трансформация
2D	–	двуизмерен
3D	–	триизмерен
AFM	–	атомно-силова микроскопия
SIE	–	селективно инфилтрационно ецване
mJ	–	милиджаул
μs	–	микросекунда
μm	–	микрометър
mm	–	милиметър
min	–	минута
sec	–	секунда

Въведение

Възстановяването на силно разрушени, витални, дъвкателни зъби от цирконий чрез CAD/CAM технологии е съвременен и високотехнологичен подход в оперативното зъболечение. Наред с многобройните му предимства има и редица дискутабилни въпроси като: постигане на цветова хармония със зъбните тъкани; надеждността на дигиталния метод на снемане на отпечатък; спорни възможности за функционализация на материала преди циментиране; промяна в механичните качества на керамиката при термо-механично въздействие и след въздействие на различни способи за обработка на повърхността. Недостатъчни са данните от контролирани клинични изследвания за дълготрайността и качествата на CAD/CAM циркониеви кермични обтурации. От обстойния анализ на литературата можем да изведем следните нерешени проблеми:

1. Фазовата трансформация на циркония от тетрагонална в моноклинна форма, т.е кога циркониевата обтурация ще загуби отличните си механични качества?
2. Функционализация на циркониевото възстановяване, т.е. как да подготвим повърхността за циментиране на циркониевата обтурация, така че да гарантира най-ефективна връзка с кавитета?
3. Дали циркониевата обтурация съхранява безспорната си здравина по време на функционалния си живот в устата на пациента под влияние на дъвкателно налягане, температурни промени и влага?
4. В каква степен се променят механичните качества на циркониевата обтурация след различни подходи за функционализация на нейната повърхност?
5. Може ли циркониевата керамика да възпроизведе оптичните характеристики на твърдите зъбни тъкан във всички области на зъбната коронка – инцизална, средна и шиечна?
6. Приложим ли е дигиталният метод на снемане на отпечатък като клинична алтернатива на конвенционалния при индиректно възстановяване с циркониеви обтурации?
7. Липсва утвърден, базиран на научни доказателства протокол за клинична работа при обтуриране на дъвкателни витални зъби с големи разрушения чрез Y-TZP керамика.

Имайки предвид всички тези проблеми, съществуващите противоречиви мнения в литературата и липсата на единно мнение по важни въпроси, касаещи ефективността и прогнозата на CAD-CAM циркониеви индиректни възстановявания формулирахме целта на представения дисертационен труд.

Цел и задачи

Целта на дисертационния труд е да се проучат предимствата и недостатъците на CAD-CAM циркониеви керамични обтурации при възстановяване на витални, дъвкателни зъби с големи разрушения.

За реализиране на тази цел си поставихме следните **основни задачи:**

1. Да се изследват способите за функционализация на циркониевата керамика чрез химични агенти, механични методи и високоенергиен лазер. На функционализираните образци да се направи оценка на грапавостта на образците чрез 3D Профилометрия.

2. Да се определи ефективността на методите за фукнкционализация на циркониевата керамика и влиянието на факторите за изкуствено стареене, като се оцени силата на връзката между функционализираната повърхност и композитния цимент чрез микротест на срязване.

3. Да се проучат възможностите за цветоопределяне чрез интраорална камера TRIOS 3shape, SpectroShade,VITA Easyshade Advance и конвенционални способи за регистрация на цвета.

4. Да се изследва точността на дигитално снемане на отпечатък чрез интраорална камера TRIOS 3shape и традиционните методи чрез С-силикон.

5. Да се направи клинична оценка на CAD-CAM циркониеви кермични обтурации при възстановяване на дъвкателни зъби с големи разрушения, като се изведат препоръки за практиката и клиничен протокол за работа.

СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Задача 1. Да се изследват способите за функционализация на циркониевата керамика чрез химични агенти, механични методи и високоенергиен лазер. На функционализираните образци да се направи оценка на грапавостта на образците чрез 3D Профилометрия

Материал и методи

Обект на наблюдение

3D Профилометрията е съвременен, високотехнологичен метод с успешно приложение в дентална медицина за оценка на получените нагрупавявания на повърхността на различни материали, включително и цирконий вследствие обработката им с определени способи.

За целите на изследването са използвани десет образеца от синтерована, итрий стабилизирана циркониева керамика (Kuraray Noritake Dental Inc.). Всяка проба е с дисковидна кръгла форма, диаметър 11.8 mm и дебелина 5.0 mm, позволяваща двустранно обработване.

Единици на наблюдение

- Циркониевата повърхност;
- Грапавините, получени под действие на различни способи за функционализация на циркониевите образци.

Място на наблюдение

Институт по оптически материали и технологии, Българска академия на науките, София.

Изследователи

- Д-р Мариела Цанова, катедра „Оперативно зъболечение и ендодонтия“, Факултет по дентална медицина, Медицински университет – Пловдив: водещ изследовател;
- Проф. Д-р Цветанка Бабева, Институт по оптически материали и технологии, Българска академия на науките, София.

Време на наблюдение

Ноември 2016 г. – февруари 2017 г.

Признаци на наблюдение

Дълбочина на получените нагрупавявания, измерена между най-ниската и най-високата точка на грапавината.

Използвана апаратура

За целите на изследването е използван 3D оптичен профилометър Zeta-20 (Zeta instruments) с параметри: увеличителна способност 5x, 20x, 50x и 100x; вертикална (Z) разделителна способност и зрително поле от 0.006 mm^2 – 15 mm^2.

Дизайн на изследването

Способите, използвани за обработка и самите функционализирани образци са представени в табл. 1.

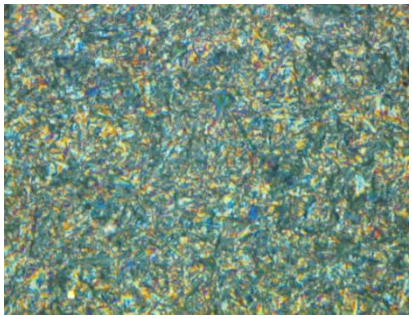
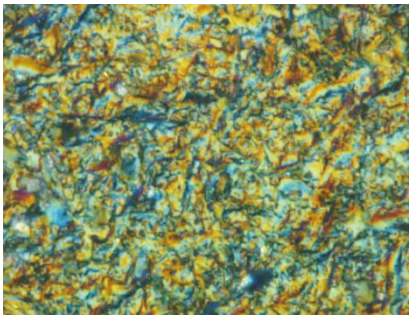
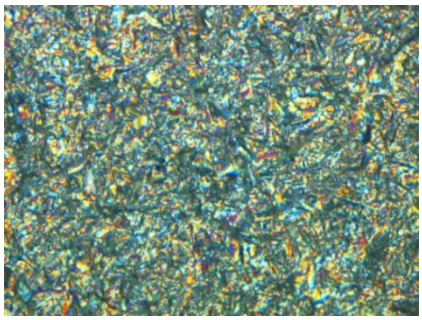
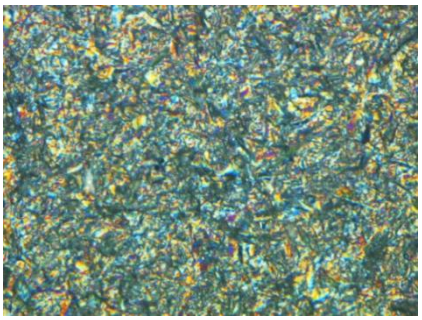
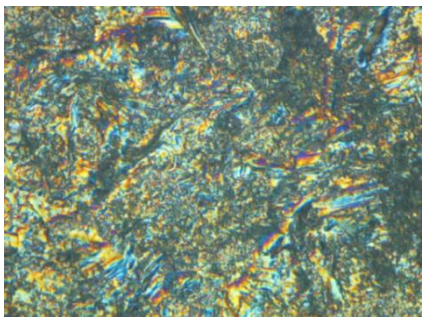
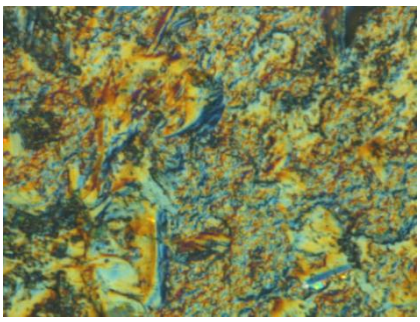
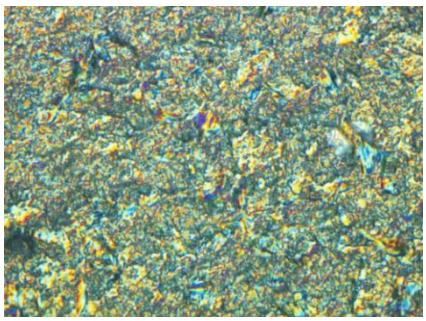
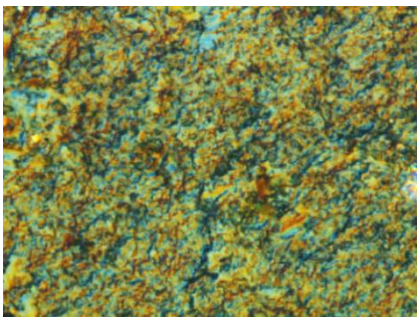
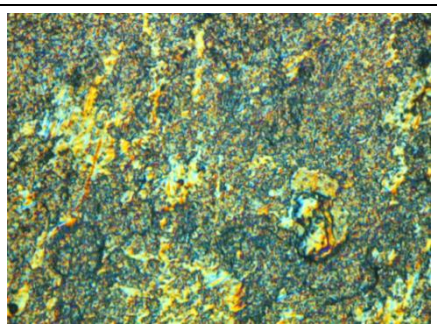
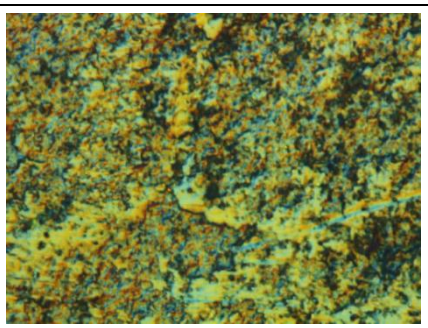
Табл. 1. Методи за функционализация

Режим №	Метод на обработка на циркониевата повърхност	Параметри на метода
1	Пясъкоструене с 50 μm AL_2O_3 ,	AL_2O_3 с размер на частиците – 50 μm, налягане – 2 bar, ъгъл на въздействие – 90º, време на обработка – 5 sec, разстояние до обекта – 10 mm
2	Пясъкоструене с 50 μm AL_2O_3,,	AL_2O_3 с размер на частиците – 50 μm, налягане – 4 bar, ъгъл на въздействие – 90º, време на обработка – 10 sec, разстояние до обекта 10 mm
3	Пясъкоструене с 250 μm AL_2O_3,	AL_2O_3 с размер на частиците – 250 μm, налягане – 4 bar,ъгъл на въздействие – 30◦, време на обработка – 10 sec, разстояние до обекта – 25 mm
4	Пясъкоструене с 250 μm AL_2O_3,	AL_2O_3 с размер на частиците – 250 μm, налягане – 2 bar, ъгъл на въздействие – 90◦, време на обработка – 5 sec, разстояние до обекта – 25 mm
5	Er:YAG лазер 100 mJ	Er:YAG с енергия – 100 mJ, честота – 10 Hz, мощност – 1 W, време – 20 sec, разстояние – 1 mm
6	Er:YAG лазер 200 mJ	Er:YAG с енергия 200 mJ, честота – 10 Hz, мощност – 2 W, време – 20 sec, разстояние – 1 mm
7	Er:YAG лазер 400 mJ	Er:YAG с енергия 400 mJ, честота 10 Hz, мощност – 4 W, време – 20 sec, разстояние – 1 mm
8	Негативна контрола без функционализация	-
9	Флуороводородна киселина (HF) 40%	HF с концентрация 40%
10	Флуороводородна киселина (HF) 10%	HF с концентрация 10%

Резултати

2D и 3D изображения на образците са получени чрез профилометъра, всеки от които в две различни увеличения – 50x и 100x. 3D образите представят дълбочините на грапавините при обработка посредством цветна карта в μm. Стойностите са в диапазона 5.69 μm до 10.30 μm (табл. 2 и табл. 3).

Табл. 2. Обработените образци, представени в 2D равнини с увеличения, съответно 50x и 100x

Режим №	2D образ на обработваните образци	
	50x	100x
1		
2		
3		
4		
5		

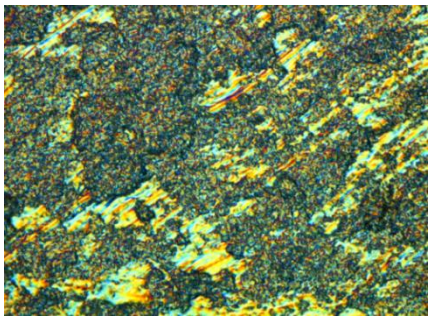
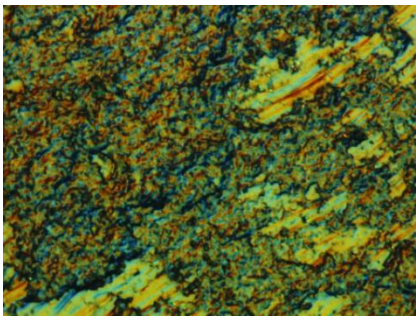
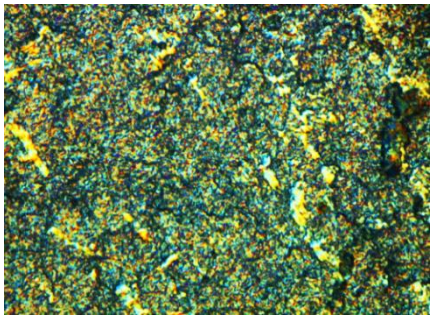
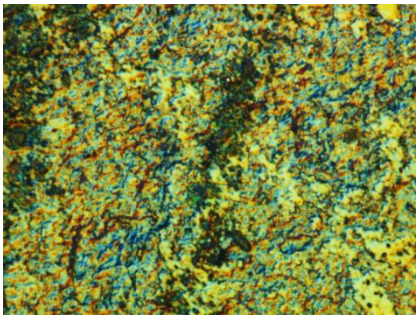
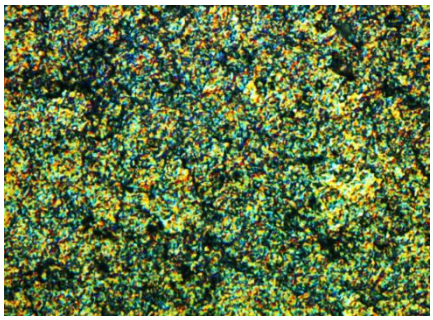
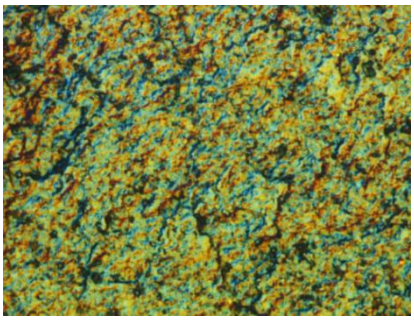
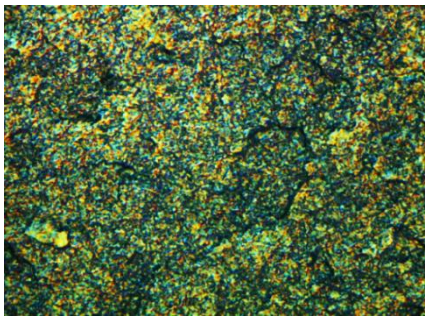
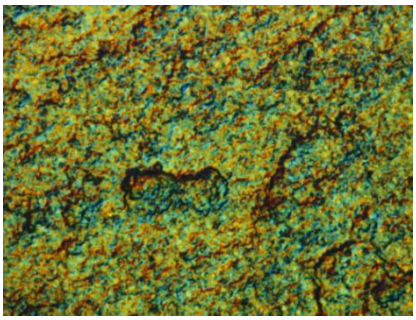
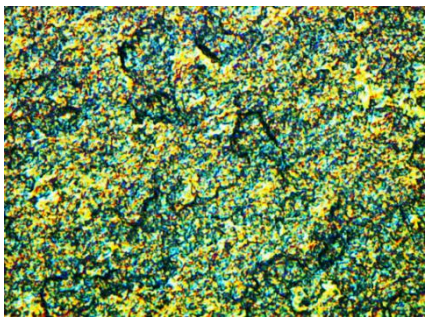
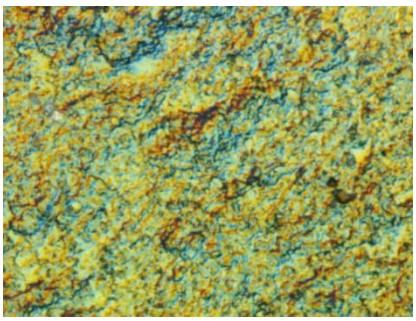
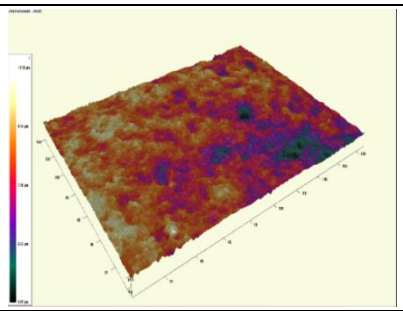
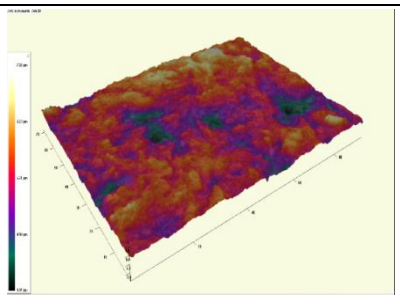
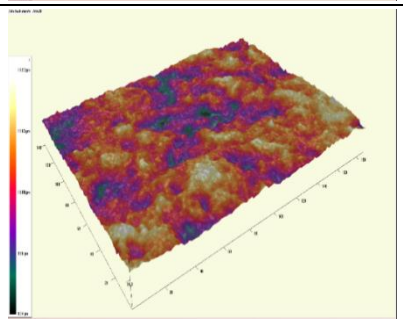
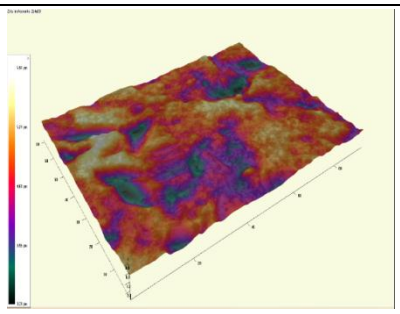
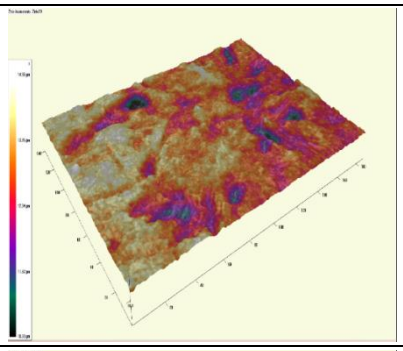
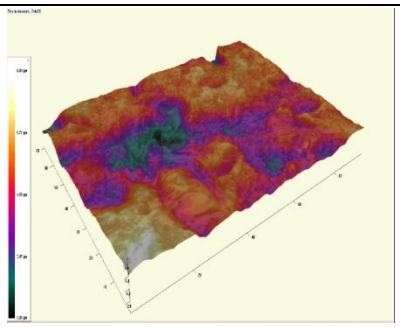
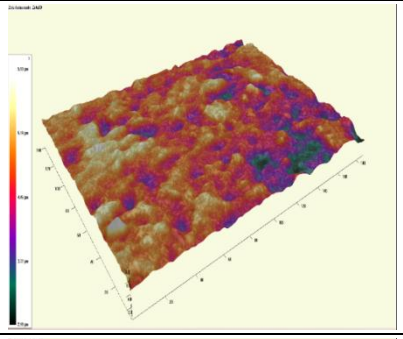
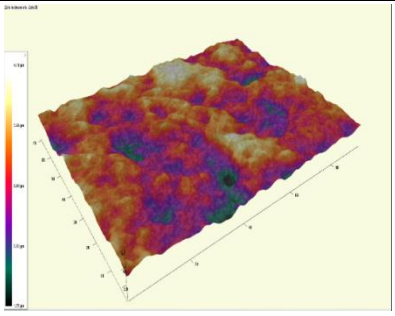
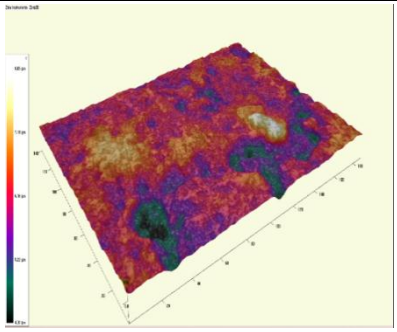
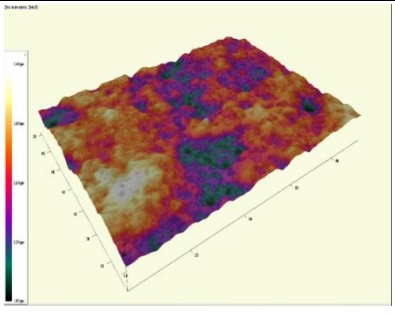
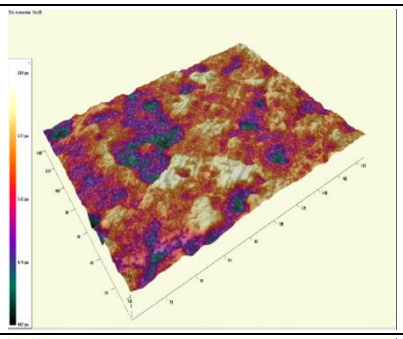
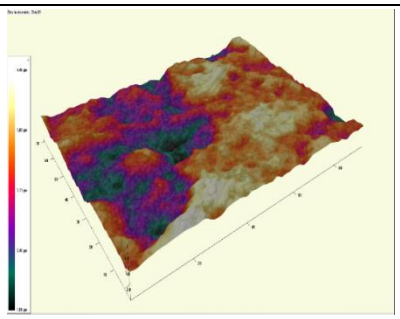
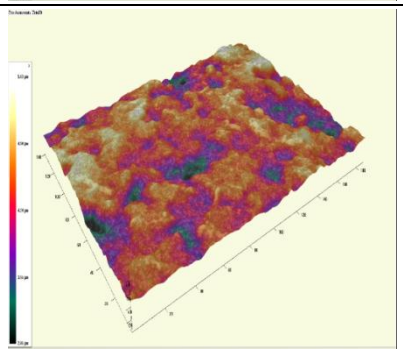
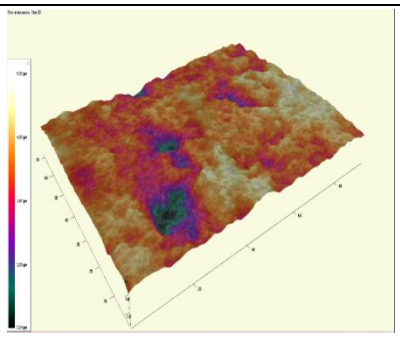
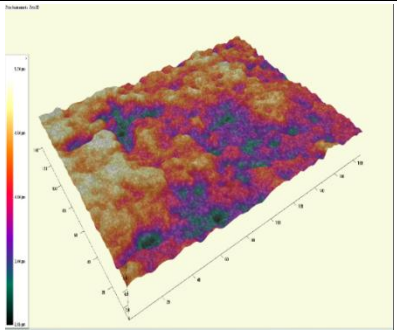
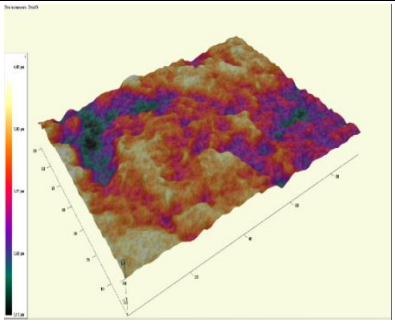
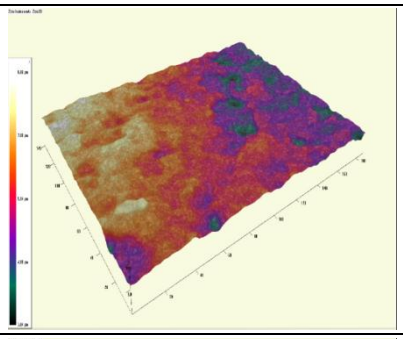
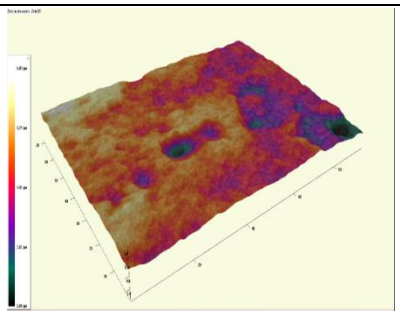
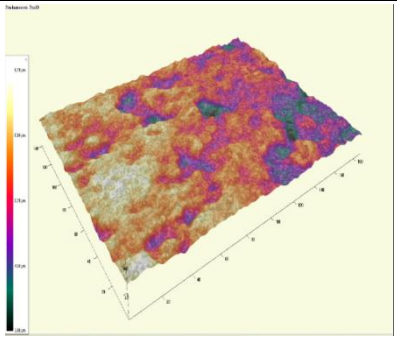
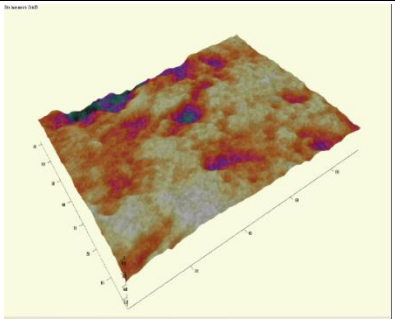
6		
7		
8		
9		
10		

Табл. 3. Обработените образци, представени в 3D равнини с увеличения, съответно 50x и 100x

Режим №	3D образ на обработваните образци	
	50x	100x
1		
2		
3		
4		
5		

6		
7		
8		
9		
10		

Резултатите, получени от изследването са обобщени в Табл. 4, където Ra е средното аритметично отклонение, Rq е средното квадратично отклонение, а Rz е осреднената разлика на най-високия и най-ниския профил в 5 области.

Табл. 4. Резултати, получени от 3D Профилометрията за всяка от изследваните повърхности

Режим №	**Ra (µm)**	**Rq (µm)**	**Rz (µm)**
Режим 1 Пясъкоструене с 50 µm AL_2O_3	0.45	0.57	3.5
Режим 2 Пясъкоструене с 50 µm AL_2O_3	0.57	0.70	4.1
Режим 3 Пясъкоструене с 250 µm AL_2O_3	0.41	0.53	3.9
Режим 4 Пясъкоструене с 250 µm AL_2O_3	0.38	0.49	3.9
Режим 5 Er:YAG лазер 100 mJ	0.31	0.42	2.7
Режим 6 Er:YAG лазер 200 mJ	0.35	0.45	2.8
Режим 7 Er:YAG лазер 400 mJ	0.35	0.45	2.7
Режим 8 Негативна контрола без функционализация	0.33	0.41	2.5
Режим 9 HF 40%	0.33	0.42	2.5
Режим 10 HF 10%	0.35	0.45	2.9

От получените данни се установява,че нефункционализираната контролна група (необработена циркониева керамика) притежава сама по себе си хетерогенна по природа грапавост (Ra = 0.33; Rq = 0.41; Rz = 2.5). Тя е сравнима с грапавостта, получена след обработката с лабораторно модифицирана флуороводородна киселина с 40%-во съдържание (Ra = 0.33; Rq = 0.42; Rz = 2.5) и на грапавостта, получена в следствие на въздействието на 10%-ва флуороводородна киселина (Ra = 0.35; Rq = 0.45; Rz = 2.9). Тези резултати показват, че въздействието с HF е неефективно.

Грапавостта, получена чрез облъчване с Er:YAG лазер е сравнима с тази на контролната нефункционализирана група и на групите, обработени с флуороводородна киселина в различни процентни съотношения (при обработка с енергия от 100µJ- Ra = 0.31; Rq = 0.42; Rz = 2.7; при обработка с енергия от 200 µJ – Ra = 0.35; Rq = 0.45; Rz = 2.8; при обработка с енергия от 400µJ- Ra = 0.35; Rq = 0.45; Rz = 2.7)

Най-висока грапавост се наблюдава на образците, обработени чрез пясъкоструене с AL_2O_3 с размери на частиците 50 µm под налягане от 4bar (Режим №2) – Ra = 0.57; Rq = 0.70; Rz = 4.1. Високи стойности на грапавост са получени и чрез останалите методи на пясъкоструйна обработка с AL_2O_3 размер на частиците с размери 50 µm под налягане от 2 bar (Режим №1) – Ra = 0.45; Rq = 0.57; Rz = 3.5, както и с частици AL_2O_3 с размери 250 µm при ъгъл на обработка от 30°(Режим №3) – Ra = 0.41; Rq = 0.53; Rz = 3.9 и под ъгъл от 90°(Режим №4) Ra = 0.38; Rq = 0.49; Rz = 3.9.

От получените резултати могат да бъдат изведени следните **изводи:**

1. Цирконият притежава хетерогенна по природа повърхност.
2. Ецването с флуороводородна киселина не е ефективен метод за обработка на този вид керамични материали.

3. Обработката с Er:YAG лазер, независимо от използваната енергия показва близки резултати до тези, получени в контролната група и при ецване с флуороводородна киселина.

4. Пясъкоструйната обработка с алуминиев оксид с размер на частиците 50 μm и налягане 4 bar създава най-голяма грапавост на повърхността на циркония, което го прави ефективен метод на функционализация.

Задача 2. Да се определи ефективността на методите за фукнкционализация на циркониевата керамика и влиянието на факторите за изкуствено стареене, като се оцени силата на връзката между функционализираната повърхност и композитния цимент чрез micro-shear bond strength test

Материал и методи

Обект на наблюдение

За осъществяване на поставената цел са изследвани 54 циркониеви образци от синтерована, итрий стабилизирана циркониева керамика (Kuraray Noritake Dental Inc.). Всяка проба е с дисковидна кръгла форма, диаметър 11.8 mm и дебелина 5.0 mm.

Единици на наблюдение

Граничната повърхност между функционализираната циркониева повърхност и прикрепеното към нея стълбче от двойнополимеризиращ цимент (Panavia V5, Kuraray Noritake Dental Inc.) с размери: височина – 1 mm и диаметър на основата – 1 mm.

Място на наблюдение

Катедра „Оперативно зъболечение и ендодонтия“ и катедра „Протетична дентална медицина“, Факултет по дентална медицина, гр. Пловдив.

Изследователи

- Д-р Мариела Цанова, катедра „Оперативно зъболечение и ендодонтия“, Факултет по дентална медицина, Медицински университет – Пловдив: водещ изследовател;
- Д-р Светлин Александров, катедра „Протетична дентална медицина“, Факултет по дентална медицина, Медицински университет – Пловдив.

Време на наблюдение

Ноември 2016 г. – април 2017 г.

Признаци на наблюдение

- Силата на връзката на срязване между фукнционализираната чрез различни способи циркониева повърхност и двойнополимеризиращия цимент след стареене в in vitro условия за период от три месеца.

Използвана апаратура

Силата на връзката между функционализираната повърхност и двойнополимеризиращия композитен цимент е оценена чрез micro-shear bond

strength test (MSBS) с апарат за оценка на силата на връзката при микросрез LMT 100 (LAM Tehnologies, Italy).

Дизайн на изследването:

I. Подготовка на повърхността на образците.

Включените в изследването 54 образци са разпределени в девет групи (по 6 във всяка) в зависимост от различните способи за функционализация на циркониевата повърхност. Приложените методи са представени в табл. 5.

На всеки образец е изградено стълбче от двойнополимеризиращ цимент с диаметър 1 mm и е подложен на тестуване чрез апарат за оценка на силата на връзката при микросрез. 36 от подготвените по този начин образци са подложени на изкуствено стареене във физиологичен разтвор в инкубатор при постоянно поддържана температура от 37ºC за период от 3 месеца.

Табл. 5. Групи образци в зависимост от методите на функционализация

Метод на функционализация на циркониевата повърхност	**Брой образци**
1. Негативна контрола – без функционализация	6
2. Обработване с 10 % HF (флуороводородна киселина)	6
3. Функционализация с MDP – праймер (Panavia V5 Tooth Primer, Kuraray Noritake Dental Inc.)	6
4. Пясъкоструене с AL_2O_3 с параметри на режима на обработка – 50 μm, 2 bar, 90º , 5 sec, 10 mm	6
5. Пясъкоструене с AL_2O_3 с параметри на режима на обработка – 250 μm, 4 bar, 30◦, 10 sec, 25 mm	6
6. Режим лазерно ецване с Er:YAG лазер при параметри – 200 mJ, 10 Hz, 2 W, 20 sec, 1 mm, 2940 nm	6
7. Пясъкоструене с AL_2O_3 с параметри на режима на обработка – 50 μm, 2 bar, 90º, 5 sec, 10 mm и MDP – праймер	6
8. Пясъкоструене с AL_2O_3 с параметри на режима на обработка – 250 μm, 4 bar, 30◦, 10 sec, 25 mm и MDP – праймер	6
9. Режим лазерно ецване с Er:YAG лазер при параметри – 200 mJ, 10 Hz, 2 W, 20 sec, 1 mm, 2940 nm и MDP – праймер	6

II. Изработване на опитни тела за тестуване на силата на връзката между циркониевата повърхност и двойнополимеризиращия цимент по оригинална методика.

Основният елемент от опитните тела за тестуване на силата на връзката чрез микронатиск и микросрез са 54 образеца от итрий стабилизирана циркониева керамика (Kuraray Noritake Dental Inc.) с дисковидна форма и размери: диаметър 11.8 mm и дебелина 5.0 mm. За изработка на втория елемент от опитните тела – стълбче

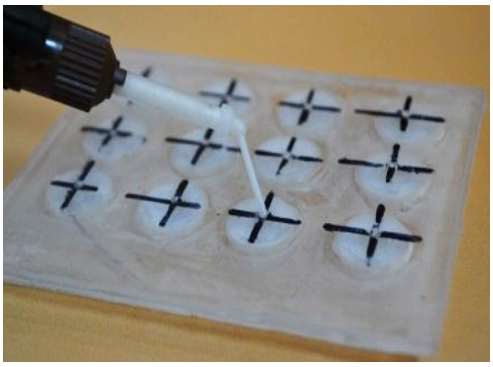
от двойнополимеризиращ цимент (Panavia V5, Kuraray Noritake Dental Inc.) с размери: височина 1 mm и диаметър на основата 1 mm е приложена следната методика:

1. Изработване на матрична форма за дублиране на циркониевите образци.
2. Изработка на дублирани дискове.

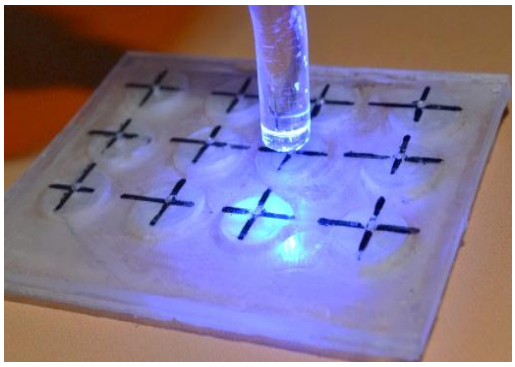
Дублирните дискове са изработени от розов плаков восък – Cavex Set Up Regular (Caveh Holland) (фиг. 14).

3. Изработка на държател за нанасяне на двойнополимеризиращия цимент.

Перфорирани са 12 отвора с размери: диаметър 1 mm и височина 1 mm чрез лабораторен фрез апарат Paraskop (BEGO Germany). Във всеки един от тях е позициониран циркониев диск. Всички отвори са изпълнени с двойнополимеризиращ цимент (Panavia V5, Kuraray Noritake Dental Inc.) който е полимеризиран с клинична фотолампа Curring Light XL 3000 (3M Dental Production) (Фиг. 1, 2).



Фиг.1.



Фиг. 2.

III. Стареене на опитните тела в in vitro условия:

36 от опитните тела (по 4 от всяка от 9-те групи) са подложени на изкуствено стареене. Всяка от пробите е подложена на хидролиза във физиологичен разтвор, като образците са поставени в инкубатор (Ivoclar, Vivadent Clinical) при постоянно поддържана температура от 37ºC в срок от 3 месеца.

IV. Опитна постановка за тестуване на опитните тела чрез апарат за оценка на силата на връзката при микросрез LMT 100.

За осъществяването на опитната постановка е проектиран и фрезован детайл от неръждаема стомана – държател за тестваните образци. В детайла има изработени четири отвора за опитните тела, отговарящи на техните размери.

Всеки един от образците е изследван поотделно, като силата нараства в приложната точка със скорост 2 mm/min до разкъсване на връзката между двата материала при оптимална сила на апарата 400 N .

Микросрязването на образците е приложено на границата между циркониевата повърхност и двойнополимеризиращия цимент.

Резултати

За оценка на силата на връзката при микросрез (MPa/mm^2) се прилага следната формула:

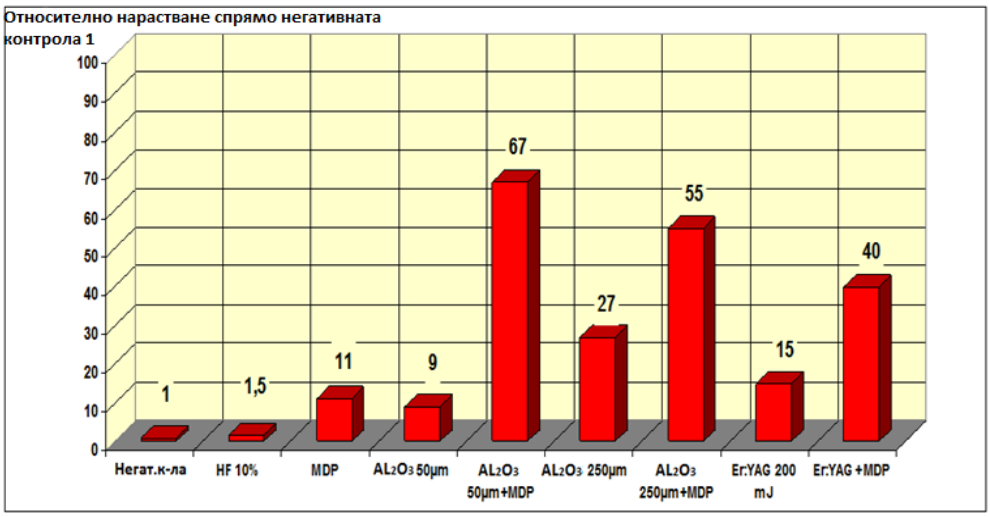
$$F = P/S$$

където (F) – е якост на натиск, (P) – приложената сила в зоната на натоварване, (S) – площта.

Величината P е най-високата стойност в момента на срязване на стълбчето двойнополимеризиращ цимент от машината и се изразява посредством софтуерна програма чрез цифрова стойност и графично.

Площта е изчислена по формулата: $S = \pi.r^2$, където S е лицето на основата на цилиндричното стълбче от двойнополимеризиращ цимент.

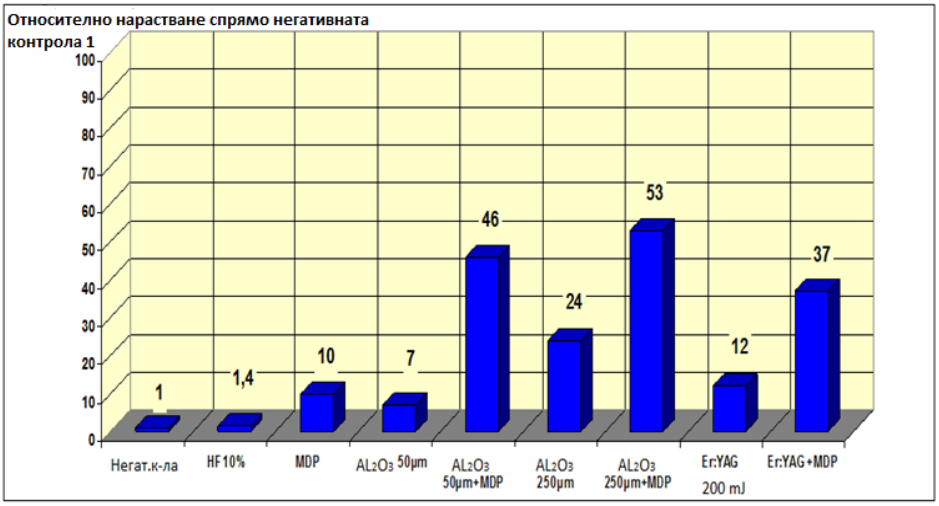
Получените резултати, обработени статистически са представени графично на фиг. 3 преди стареене и на фиг. 4 след 3-месечно страеене. Статистическият анализ се осъществява с помощта на SPSS 11.5 Inc, Chicago, IL, САЩ), Excel 7.0 VB for applications и PraphPad Prism 3.0 (PraphPad, Soft, САЩ).



Фиг. 3. Относително нарастване на силата на микросрез спрямо негативната контрола 1 (без стареене на образците)

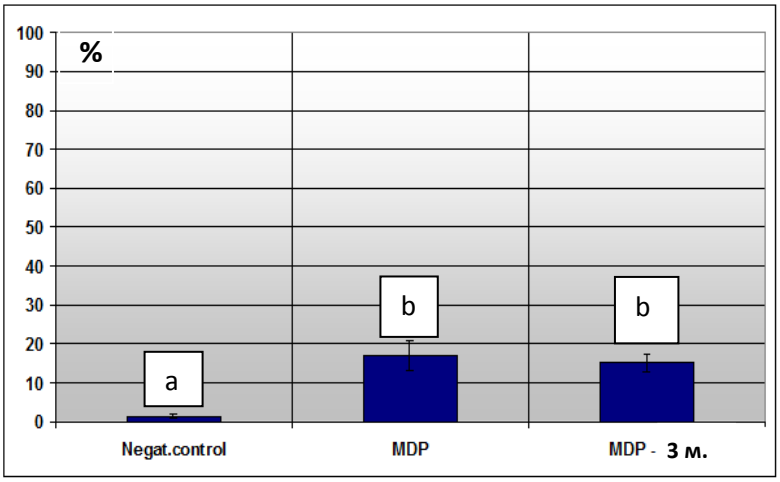
Фиг. 3 показва, че най-високи относителни промени на силата на микросрез (MPa/mm^2) на образците без стареене се установяват при функционализация на циркониевата повърхност чрез методите: пясъкоструйна обработка с Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm в комбинация с MDP-праймер; Al_2O_3 250 μm в комбинация с MDP-праймер, Er:YAG лазер с интензитет 200 mJ в комбинация с MDP-праймер.

След 3-месечно стареене на образците най-високи стойности на силата на микросрез (MPa/mm^2) се установяват отново при функционализация на циркониевата повърхност чрез трите комбинирани метода: пясъкоструйна обработка с Al_2O_3 с размер на частиците 250μm в комбинация с MDP-праймер; Al_2O_3 50 μm в комбинация с MDP-праймер, без статистически значима разлика между двата метода, както и обработката с Er:YAG лазер с интензитет 200 mJ в комбинация с MDP-праймер. (фиг. 4).



Фиг. 4. Относително нарастване на силата на микросрез спрямо негативната контрола 1 (след 3 мес. стареене на образците)

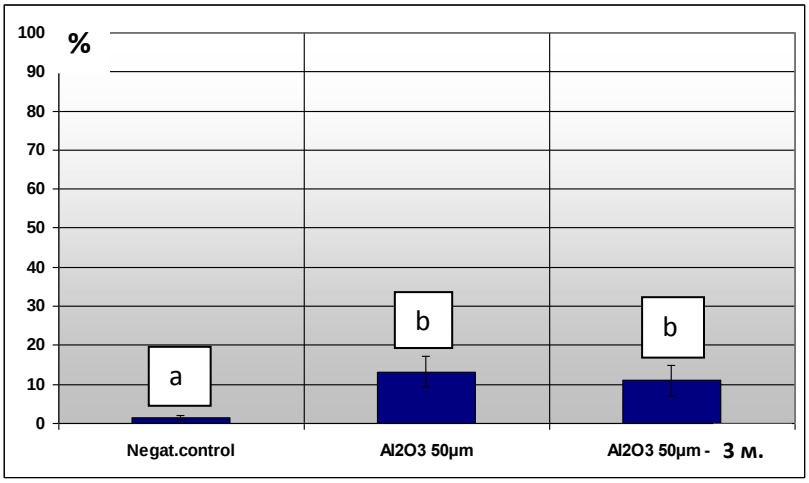
Обработката с MDP на циркониевата повърхност показва значително по-високи стойности на адхезивната сила със статистически значима разлика ($P<0,001$) с негативната контрола. Тази тенденция се запазва и след 3-месечно in vitro стареене на образците, обработени с MDP ($P<0,01$). Не се установява статистически значима разлика между образците, обработени с MDP във времевия интервал от 3 месеца ($P>0,05$). Описаната зависимост е графично представена на фиг. 5.



Фиг. 5. Графично представяне на силата на връзката на образците, обработени с MDP в интервал от 3 месеца. Стълбчетата с една и съща буква показват липса на статистически значима разлика

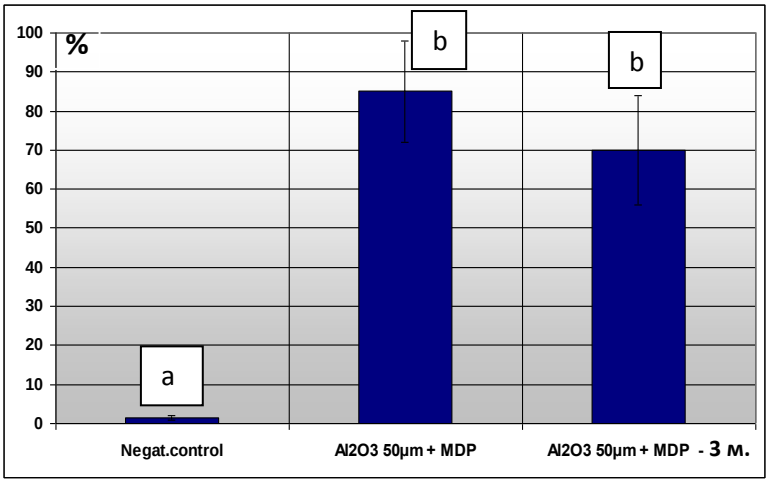
Пясъкоструйната обработка с Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm на циркониевата повърхност показва значително по-високи стойности на адхезивната сила със статистически значима разлика ($P<0,001$) с негативната контрола. Тази тенденция се запазва и след 3-месечно in vitro стареене на образците, обработени с Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm ($P<0,01$). Не се установява статистически значима разлика между образците, обработени с Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm във времевия интервал от 3 месеца ($P>0,05$). От това следва, че стареенето не оказва статистически значимо

влияние върху силата на връзката при приложение на Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm. Описаната зависимост е графично представена на фиг. 6.



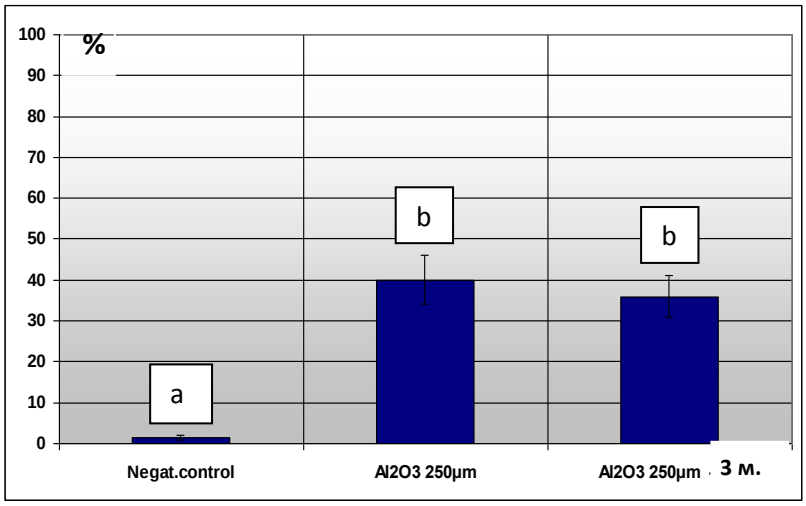
Фиг. 6. Графично представяне на силата на връзката на образците, обработени с Al_2O_3 с размер на частиците 50μm в интервал от 3 месеца. Стълбчетата с една и съща буква показват липса на статистически значима разлика

Пясъкоструйната обработка с Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm на циркониевата повърхност в комбинация с MDP показа значително по-високи стойности на адхезивната сила със статистически значима разлика ($P<0,001$) с негативната контрола. Тази тенденция се запазва и след 3-месечно in vitro стареене на образците ($P<0,001$). Не се установява статистически значима разлика между образците, обработени с комбинирания режим на пясъкоструйна обработка с Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm и MDP във времевия интервал от 3 месеца ($P>0,05$). От това следва, че стареенето не оказва статистически значимо влияние върху силата на връзката при приложение на комбиниран режим – Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm и MDP. Описаната зависимост е графично представена на фиг. 7.



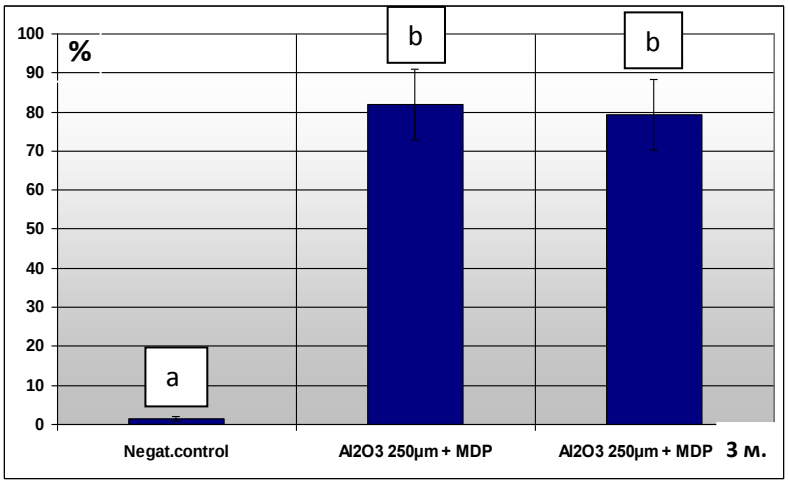
Фиг. 7. Графично представяне на силата на връзката на образците, обработени с Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm в комбинация с MDP-праймер в интервал от 3 месеца

Пясъкоструйната обработка с Al_2O_3 с по-голям размер на частиците 250 μm показва подобрена адхезия със статистически значима разлика ($P < 0,001$) с негативната контрола. Тази тенденция се запазва и след 3-месечно стареене на образците ($P < 0,01$). Не се установява статистически значима разлика между образците, обработени с Al_2O_3 с размер на частиците 250 μm във времевия интервал от 3 месеца ($P > 0,05$). Описаната зависимост е графично представена на фиг. 8.



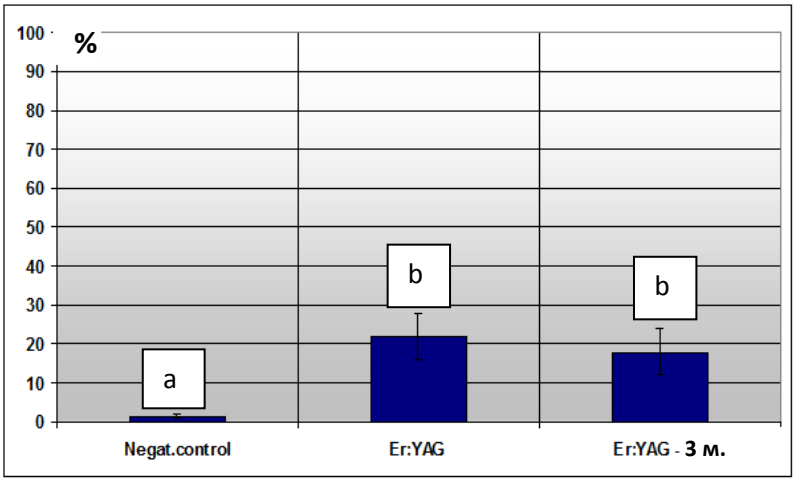
Фиг. 8. Графично представяне на силата на връзката на образците, обработени с Al_2O_3 с размер на частиците 250 μm в интервал от 3 месеца

Комбинираната функционализация чрез пясъкоструене Al_2O_3 с размер на частиците 250 μm и MDP праймер води до увеличена адхезия между циркония и двойнополимеризиращия цимент и се изразява в статистически значима разлика ($P < 0,01$) с негативната контрола. Тази връзка се запазва и след 3 месеца изкуствено стареене на образците ($P < 0,001$). Не се установява статистически значима разлика между образците в тази група преди и след стареене ($P > 0,05$). Описаната зависимост е графично представена на фиг. 9.



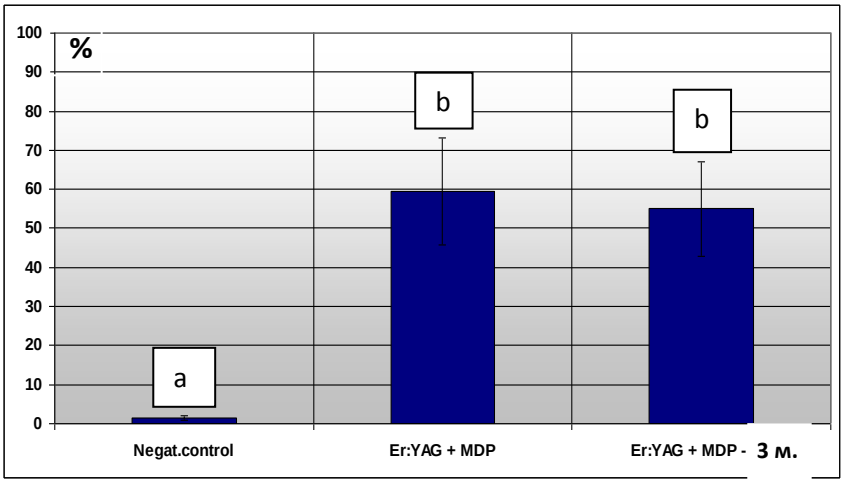
Фиг. 9. Графично представяне на силата на връзката на образците, обработени с Al_2O_3 с размер на частиците 250 μm в комбинация с MDP праймер в интервал от 3 месеца стареене

Обработката на циркониевата повърхност с Er:YAG лазер с интензитет 200 mJ показва по-високи стойности на адхезивната сила със статистически значима разлика (P<0,001) в сравнение с негативната контрола. Тази тенденция се запазва и след 3-месечно in vitro стареене на образците, обработени с Er:YAG лазер (P<0,05). Не се променя силата на връзката на образците, обработени с Er:YAG лазер във времевия интервал от 3 месеца (P>0,05). Описаната зависимост е графично представена на фиг. 10.



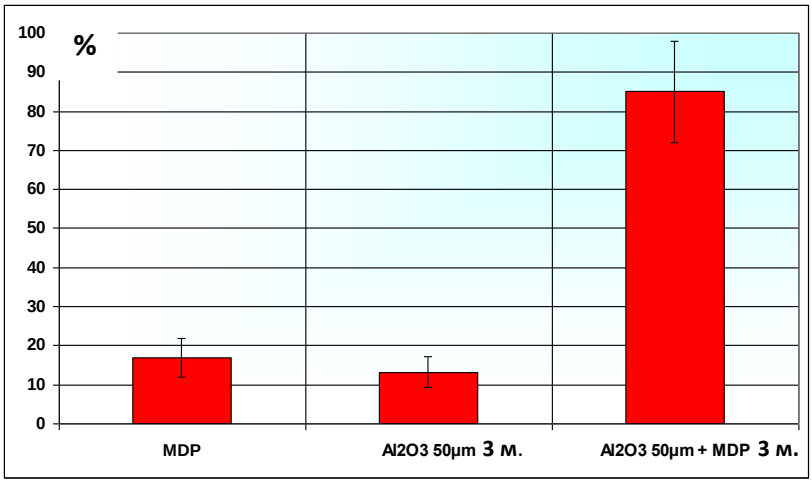
Фиг. 10. Графично представяне на силата на връзката на образците, обработени с Er: YAG лазер в интервал от 3 месеца

Много добри стойности се получават при предварителната обработка на циркониевата повърхност с Er:YAG лазер в комбинация с MDP праймер. Установява се статистически значима разлика между образците, обработени с Er:YAG лазер в комбинация с MDPпраймер и негативната контрола (P<0,001). Тези различия се запазват между тях и след 3-месечно стареене (P<0,001). Не се променя силата на връзката на образците, обработени с Er:YAG лазер в комбинация с MDP праймер във времевия интервал от 3 месеца (P>0,05). Описаната зависимост е графично представена на фиг. 11.



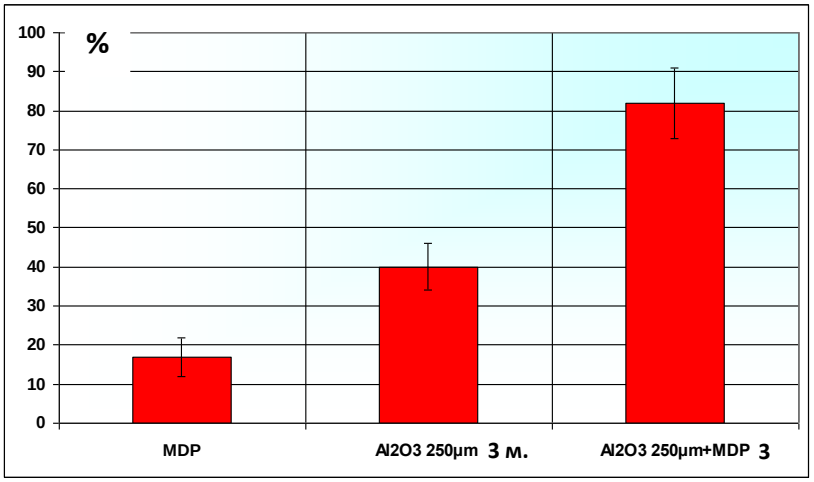
Фиг. 11. Графично представяне на силата на връзката на образците, обработени с Er:YAG лазер в комбинация с MDP в интервал от 3 месеца

За влиянието на MDP праймер върху силата на връзката след 3 месеца стареене показателни са резултатите от сравняване на образците, обработени само с пясък с размер на частиците 50 μm, само с MDP и чрез комбинацията от двата метода (фиг. 12). След 3-месечно in vitro стареене се установява статистически значима разлика между образците, обработени само с MDP в сравнение с групата образци, при които е комбинирано пясъкоструене с Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm в комбинация с MDP-праймер (P<0,001). Такава статистически значима разлика се установява и при сравняване на образците, обработени само с Al_2O_3 с размер на частиците 50μm в сравнение с групата образци, при които е комбинирано пясъкоструене с Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm в комбинация с MDP-праймер (P<0,001). При сравняване на стойностите, регистрирани при самостоятелно използване на MDP праймер или само на пясъкоструйна обработка с Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm не се установява статистически значима разлика (P>0,05) (фиг. 12).



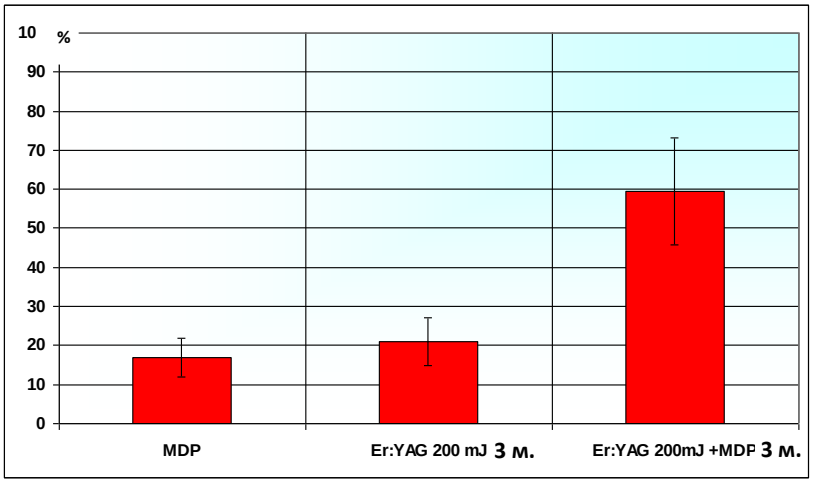
Фиг. 12. Графично представяне влиянието на MDP праймер върху силата на връзката при функционализация с Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm

При сравнение на образците, обработени само с MDP праймер с образците, при които е направено само пясъкоструене с Al_2O_3 с размер на частиците 250 μm и комбинация от двата метода се установява статистически значима разлика при всички междугрупови сравнения От фиг. 13 се вижда, че най-голяма сила на връзката е постигната при комбинация от двата метода на функционализация.



Фиг. 13. Схематично представяне влиянието на MDPпраймер върху силата на връзката при функционализация с Al_2O_3 с размер на частиците 250 µm

Статистически значими разлики се установяват и при сравнителния анализ между групата, обработена само с MDP праймер и групата, обработена с комбинация от Er:YAG лазер и MDP ($P < 0,001$), както и между групата, обработена само с Er:YAG лазер и групата, обработена с комбинация от двата метода ($P < 0.001$). Не се установява статистически значима разлика при междугруповото сравнение между образците, обработени само с MDP праймер и Er:YAG лазер ($P > 0.05$). От фиг.14 се вижда, че най-голяма сила на връзката е постигната в третата група, а именно при комбинация от двата метода на функционализация.



Фиг. 14. Графично представяне влиянието на MDP праймер върху силата на връзката при функционализация с Er:YAG лазер

Изводи:

1. Предварителната обработка на циркониевата повърхност преди циментирането ѝ чрез самостятелни режими на пясъкоструене с Al_2O_3 с размер на частиците 50 µm/250 µm и обработката само с MDP повишава здравината на връзката между циркония и двойнополимеризиращия композитен цимент.

2. Използването на Er:YAG лазер с интензитет 200 mJ за функционализация на циркониевата повърхност показва близки стойности до тези, получени при самостоятелните режими на обработка с Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm и функционализацията само с MDP и може да се приеме за удачна алтернатива.

3. Най-добри резултати се получават при комбинираните режими на функционализация чрез приложение на MDP.

4. Използването на 10% HF не води до увеличаване на силата на връзката.

5. В срок от 3 месеца in vitro стареене на образците не се наблюдава статистически значима разлика между никоя от изследваните групи по отношение на силата на връзката между циркониевата повърхност и цимента.

Задача 3. Да се проучат възможностите за цветоопределяне чрез интраорална камера TRIOS 3shape, SpectroShade,VITA Easyshade Advance и конвенционални способи за регистрация на цвета.

Материал и методи

Обект на наблюдение

За осъществяване на поставената цел бяха изследвани 64 горни и долни фронтални зъби.

Единици на наблюдение

Вестибуларните повърхности на горни и долни фронтални зъби, разделени на три зони: цервикална, средна и инцизална.

Място на наблюдение

Катедра „Оперативно зъболечение и ендодонтия“ и катедра „Протетична дентална медицина“ – CAD/CAM научно-изследователски център , Факултет по дентална медицина, гр. Пловдив.

Изследователи

Д-р Мариела Цанова, катедра „Оперативно зъболечение и ендодонтия“, Факултет по дентална медицина, Медицински университет – Пловдив: водещ изследовател.

Време на наблюдение

Септември 2015 г. – декември 2016 г.

Признаци на наблюдение

Признаци на наблюдение в проучването са характеристиките оттенък, наситеност и белеене на цвета.

Събирането и обработването на информацията се осъществи чрез:

1) Дигитални методи:

- **Апарат 1: SpectroShade™** MICRO (MHT) Optic Research AG е дигитален апарат, представляващ комбинация от цифров апарат и LED спектрофотометър с измерителен обхват 410 – 680 nm. Апаратът дава възможност за работа с разцветки VITA Classical и VITA 3D Master (фиг.15).

Фиг. 15. Апарат SpectroShade™ MICRO (MHT) Optic Research AG

Техника на изпълнение на измерването:

SpectroShade™ MICRO се поставя плътно към венеца, така че излъчваната светлина падаща на зъбната повърхност да сключва ъгъл от 45º, а светлината която пада обратно в апаратът да има ъгъл от 0º спрямо детекторът на устройството.

При заснемане се получава информация за основен цвят на зъба, цвят на зъба в отделните зони – цервикална, средна и инцизална, цветна карта на зъба и транслуцентност (Фиг. 16,17).

Фиг. 16. Основен цвят

Фиг. 17. Цветове в отделните зони

- **Апарат 2: VITA Easyshade Advance 4.0** (Vita) е дигитален метод за цветоопределяне, работещ на базата на компютърна система за цветоопределяне и спектрофотометър с обхват 400 – 700 nm (фиг. 18). Апаратът дава възможност за работа с разцветки VITA classical A1-D4 и VITA 3D-MASTER (фиг.19).

Фиг. 18. Спектрофотометричен апарат VITA Easyshade Advance 4.0

Фиг. 19. Цветоопределяне чрез VITA Easyshade Advance

- **Апарат 3: Интраорална камера (Trios 3Shape)** (фиг. 20) предоставя възможност за in vivo интраорално сканиране чрез LED светлина на изследвания зъб, съседните зъби, антагонистите и в оклузия. Чрез предварително калибриране на камерата с цветен калибратор има възможност за определяне на цвета на зъба по две различни разцветки VITA Classical и VITA 3D-Master във всяка една зона на зъба в 3D измерение.

Фиг. 20. Интраорална камера (Trios 3Shape)

2) Конвенционални методи чрез разцветки:

2.1) **VITAPAN Classical** – разцветка с две характеристики на цвета: оттенъка, отбелязан с буквите A (червен и кафяв), B (червен и жълт), C (сив), D (червен и сив) и наситеност, обелязана с цифри (фиг. 21 а).

2.2) **VITAPAN 3D Master** – разцветка с три характеристики на цвета – оттенък, наситеност и белеене (фиг. 21 б). При определянето на цвета бяха спазени следните стъпки:

-Определяне на нивото на белеене чрез най-горната редица зъби (1M1, 2M1, 3M1, 4M1, 5M1);

-Определяне наситеността на цвета като се сравнява вертикалната колона на вече избраното ниво на светлост;

-Определяне дали естественият зъб е по-скоро с жълтеникав (L) или червеникав (R) оттенък.

а)  б) 

Фиг. 21. Разцветки а) VITAPAN Classical и б) VITAPAN 3D Master

Получените измервания, проведени чрез конвенционални и дигитални методи бяха нанесени в специално разработени за проекта индивидуални карти за цветоопределяне. Всеки от включените 64 зъба е изследван в три области – инцизална (i), медиална (m) и цервикална (c)

Резултати:

Резултатите и за двете разцветки, измерени чрез конвенционален метод и дигитални методи по отношение на показателите- оттенък, наситеност и белеене са оценени чрез коефициент на съгласуваност (Cohen's kappa).

Резултатите от нашето изследване показват най-висока съгласуваност на данните, получени чрез интраоралния скенер с апарат SpectroShade™ по отношение на цветовата характеристика оттенък спрямо двете разцветки. По отношение на показателя наситеност най-малки различия на данните са отчетени между конвенционалния метод и Trios 3Shape отново спрямо двете разцветки, а по отношение на белеенето спрямо разцветка VITAPAN 3D Master най-добри стойности са отбелязани между скенера и SpectroShade™. Тези резултати показват добра съгласуваност между дигиталния метод и конвенционалния, както и между дигиталния и по-детайлния спектрофотометричен апарат, а именно апарат SpectroShade™. Нашият опит с интраоралния скенер на Trios 3Shape показа, че заснемането с него е особено прецизен дигитален метод, който дава подробна информация в 3D проекция за цветовите особености на зъбите във всяка една избрана от тях точка.

От получените резултати могат да бъдат изведени следните **изводи:**

1. Съвпадяемостта на резултатите между конвенционалния метод и апаратните техники за цветоопределяне показва надеждността на модерната апаратура за цветоопределяне, като най-голяма съгласуваност на данните се установи между конвенционалния метод и апарат SpectroShade™. Добра съгласуваност е отчетена и между интраоралния скенер и SpectroShade™, а най-ниска между двата спектрофотометрични апарата.

2. Най-детайлна информация за цветовите характеристики е получена чрез SpectroShade™ и Trios 3Shape, докато най-лесен за клинична употреба се оказа VITA Easyshade. С най-голям ентусиазъм и доверие от пациентите е възприеман интраоралният скенер Trios 3Shape.

3. Разцветка Vitapan 3D Master дава възможност за по-прецизно, детайлно и систематично покриване на цялостния цветови диапазон на зъбите в сравнение с разцветка Vitapan Classical.

4. Дигиталните методи за цветоопределяне намаляват субективното влияние на оператора и необходимостта от специални условия на осветеност.

Задача 4. Да се изследва точността на дигитално снемане на отпечатък чрез интраорална камера TRIOS 3shape и традиционните методи чрез С-силикон.

Материал и методи

Обект на наблюдение

За осъществяване на поставената цел от 24 зъба са снети 24 дигитални и 24 гипсови лабораторни модели.

Единици на наблюдение

Вестибуларните, палатинални/лингвални и апроксимални граници на горни и долни дистални молари.

Място на наблюдение

Катедра „Оперативно зъболечение и ендодонтия“ и катедра „Протетична дентална медицина“ – CAD/CAM научно-изследователски център , Факултет по дентална медицина, гр. Пловдив.

Изследовател

Д-р Мариела Цанова, катедра „Оперативно зъболечение и ендодонтия“, Факултет по дентална медицина, Медицински университет – Пловдив: водещ изследовател

Време на наблюдение

Март 2016 г. – септември 2016 г.

Признаци на наблюдение

Съвпадяемост на контактните точки между дигиталния и конвенционалния модел на съответен зъб.

Събирането и обработването на информацията се осъществи чрез:

За сравнителен анализ на конвенционалните и дигиталните отпечатъци е използвана софтуерна програма Convince Standard (3Shape).

Дизайн на изследването:

1. Снемане на конвенционален и дигитален отпечатъчен модел.

В изследването са взели участие мъже и жени във възрастовия диапазон 25 – 65 г. От 24 зъба на 15 пациента, препарирани за циркониеви индиректни възстановявания, са взети отпечатъци по два метода: чрез конвенционална двуетапна техника на вземане на отпечатък с С-силикон (Swisstec, Coltene) и чрез заснемане с интраорална камера (Trios 3Shape).

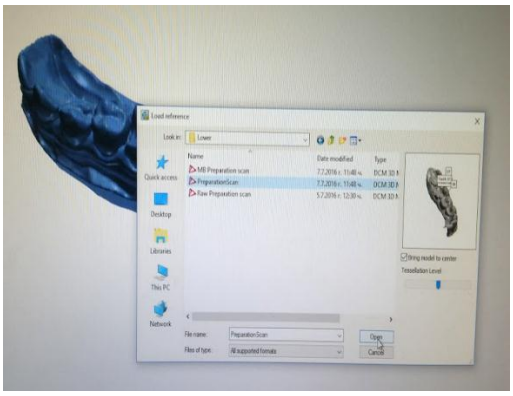
- За снемане на отпечатъци по конвенционален метод е използван С-силикон (Swisstec, Coltene). Получените отпечатъци са отлети от твърд гипс и са сканирани чрез лабораторен скенер (D800)).

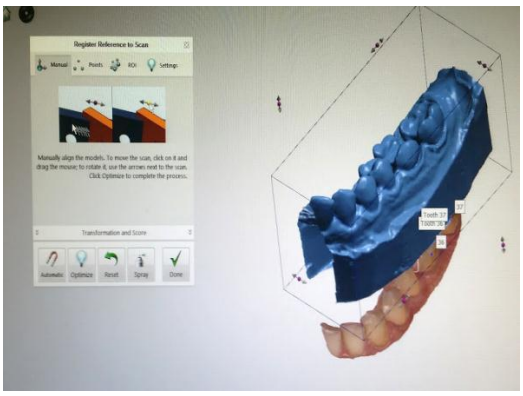
Чрез програма Convince Standard са зададени различни ъгли и позиции на сканиране с цел подробно дигитализиране на всеки елемент от отпечатъците.

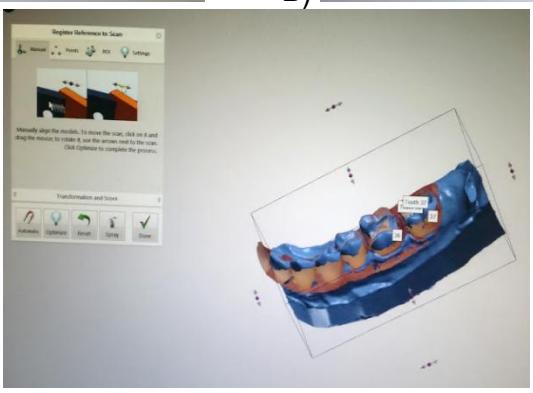
• Интраоралната камера (Trios 3Shape) предоставя възможност за in vivo интраорално сканиране на изследвания зъб, съседните зъби, антагонистите и в оклузия в 3D проекция.

2. Съпоставяне и оптимизиране на дигиталния отпечатък към лабораторно сканирания модел.

Всяко съпоставяне на дигиталния към лабораторния модел е завършено с автоматично оптимизиране от софтуера на програмата с цел усъвършенстване и финализиране на крайния резултат (фиг. 22 А, Б, В).

А) 

Б) 

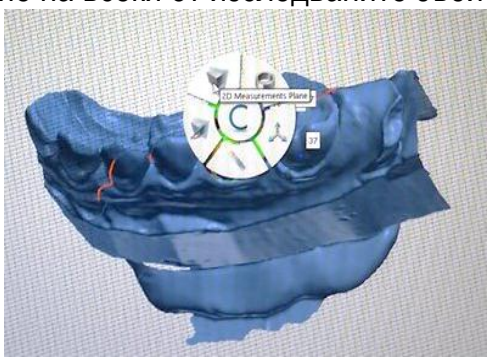
В) 

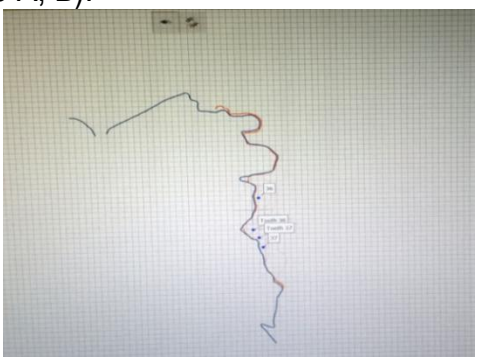
Фиг. 22. (А, Б, В). Съпоставяне и оптимизиране на двата модела

3. Изследване на съпоставените модели в 2D и 3D проекции.

Всеки от изследваните дигитални модели е разгледан спрямо съответния лабораторен в 2D и 3D проекция. За референтен приехме дигиталния отпечатък.

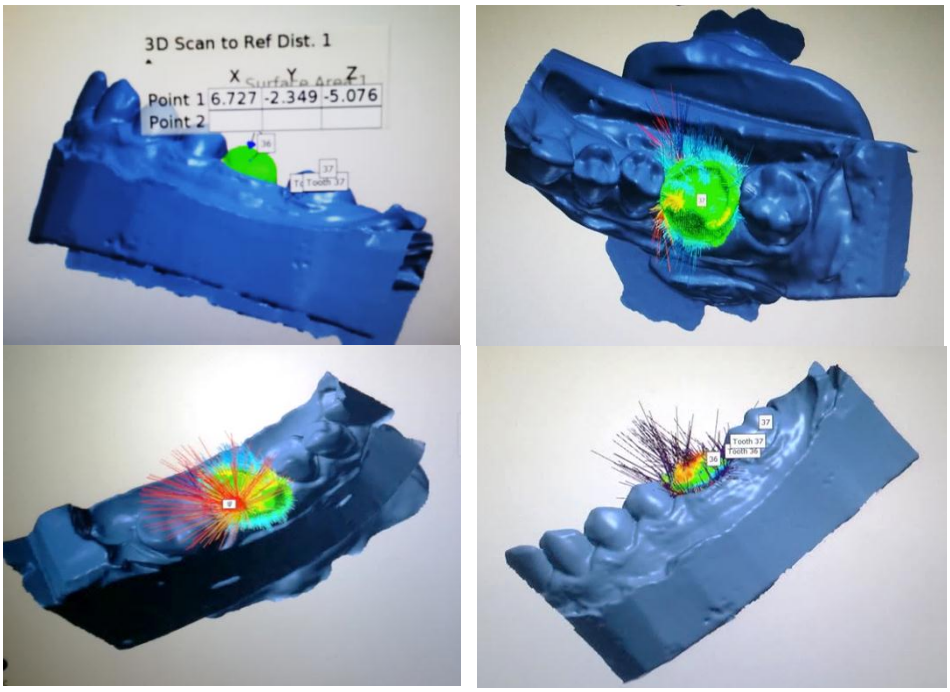
-2D проекцията е използвана за получаване на данни през напречното сечение на всеки от изследваните зъби (фиг. 23 А, Б).

А) 

Б) 

Фиг. 23. (А, Б). 2D проекция на съпоставените модели

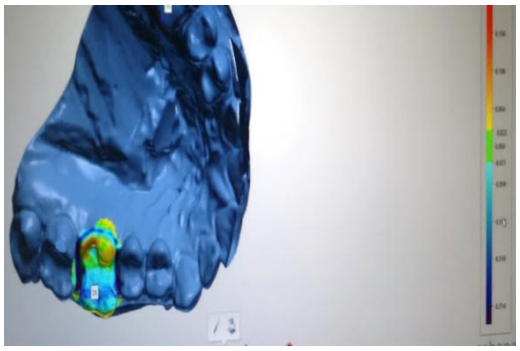
Разстоянието между отделни точки между моделите и Whisker Plot са изведени и в 3D проекция (фиг. 24).

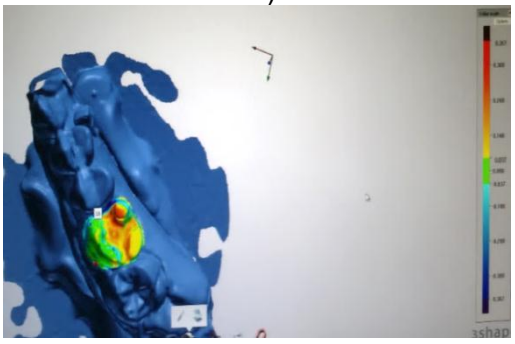


Фиг. 24. 3D данни за разстояние между точки от моделите и 3D Whisker Plot

Чрез 3D равнината е изведена цветна карта на всеки от съпоставените модели. Чрез нея цифрово и цветово са анализирани различията в препарационната граница на съответния зъб на референтния спрямо сканирания модел. Зоните, в които има съответствие между дигиталния и конвенционалния отпечатък са оцветени в зелен цвят; в диапазона – жълто до тъмночервено са оцветени зоните, в които се наблюдава разширение, а в диапазона светлосиньо до лилаво са зоните, в които има данни за свиване (фиг. 25 А, Б, В).

А) 

Б) 

В) 

Фиг. 25. А, Б, В. Цветна карта на съпоставените модели в 3D равнина

4. Извеждане на статистически данни.

За всяко съпоставяне на моделите са изведени статистически данни, показани в горния ляв ъгъл на програмата и съответната хистограма. За оценка на нивото на значимост е използван интревал на доверителност P<0.05, показващ, че съгласуваността между показателите не е случайна.

Резултати

От получените резултати чрез софтуерен програма SPSS v.17.0 за всички съпоставени модели са изведени средни статистически стойности на показателите: брой контактни точки, минимално и максимално отстояние от референтния към сканирания модел, средна стойност, статистическа вариация, статистическа девиация, корен квадратен от контактните точки, припокриване и девиация между двата модела в зоната на толерантност в проценти (табл. 6).

Табл. 6. Статистически данни на всички двойки модели, изведени чрез софтуерен продукт SPSS v.17.0

Параметри	Средна величина (Mean)	Стандартна грешка (Std. Error)
Контактни точки	3189,00	101,107
Минимално отстояние от референтния към сканирания модел	-1,074039	0,0928897
Максимално отстояние от референтния към сканирания модел	0,677861	0,1039691
Средна стойност	-0,067583	0,0081999
Статистическа вариация	0,042996	0,0076643
Статистическа девиация	0,190578	0,0174156
Корен квадратен от контактните точки	0,204674	0,0180214
Припокриване между двата модела в зоната на толерантност (%)	41,233387	4,789845
Девиация между двата модела в зоната на толерантност (%)	58,766613	4.789845

Статистическият анализ на всички модели показва, че:

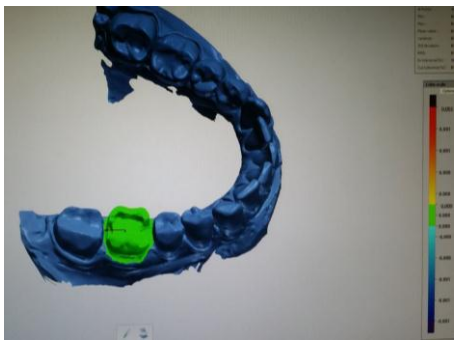
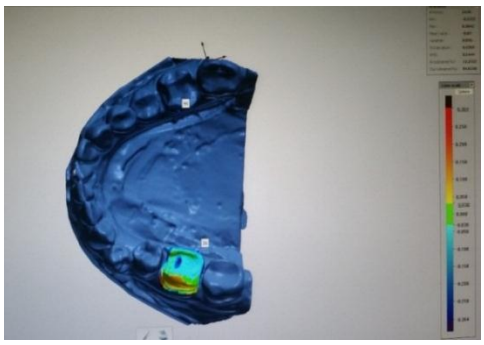
- при сравняване на контактните 3189 точки на изследваните 23 двойки модели се установява припокриване в зоната на толерантност при 41, 23% от случаите със стандартна грешка – 4,78% т.е. в 41,23% от случаите двата вида отпечатъчни методи показват съгласуваност при P<0,05. Извън зоната на толерантност попадат 58,77% със стандартна грешка- 4,78% при P<0,05.

- максималното отстояние на сканирания към референтния модел е 0,677±0,103 $(\bar{x} \pm S\bar{x}\,; \mathrm{P} < 0{,}05)$. Минималното отстояние на сканирания към референтния модел – 1,074 ± 0,09 $(\bar{x} \pm S\bar{x}\,; \mathrm{P} < 0{,}05)$.

Чрез цветовата карта е отчетено пълно цифрово и цветово съответствие само в един от случаите (фиг. 26 А), а в 12 от изследваните двойки модели – частично съответствие, изразено основно в оклузалната зона, отбелязано със зелен цвят и цифрова стойност 0,000. В останалите 11 двойки модели – несъответствие, изразено чрез свиване (отбелязано със син или лилав цвят и отрицателни цифрови

стойности) (фиг. 26 Б) или разширение на границите на кавитета (отбелязано с жълт, оранжев или червен цвят и положителни цифрови стойности) (фиг. 26 В), като:

- свиване оклузално – при 3 зъба (12,50%);
- свиване в медио-гингивалната граница – при 3 зъба (12,50%);
- свиване в дисто-гингивалната граница – при 3 зъба (12,50%);
- свиване в медио-апроксималната граница – при 3 зъба (12,50%);
- свиване в дисто-апроксималната граница – при 4 зъба (16,67%);
- разширение оклузално – при 5 зъба (20,84%);
- разширение медио-гингивално – при 6 зъба (25%);
- разширение дисто-гингивално – при 1 зъб (4,17%);
- разширение медио-апроксимално – при 6 зъба (25%);
- разширение дисто-апроксимално – при 3 зъба (12,50%).

А)  Б) 

В 

Фиг. 26 (А, Б, В). Пълно съответствие, свиване и разширение на препарационните граници

Изводи

1. В половината от случаите между референтния и конвенциалния отпечатък се установи съгласуваност, което показва, че дигиталните отпечатъчни технологии са надежден метод за снемане на отпечатък.

2. Най-голямо свиване се регистрира в дисталните апроксимални зони, а най-голямо разширение – в медиалните части на препарацията. Оклузалната област остава сравнително неутрална по отношение на обемните промени.

3. Дигиталният метод за снемане на отпечатък предоставя изключително детайлна информация за състоянието на възстановявания зъб, съседните зъби, антагонистите и в оклузия, дава възможност за предварителен анализ на препарацията и коригиране при необходимост, спестява клинично и лабораторно време, възприема се с ентусиазъм и интерес от пациентите.

Задача 5. Да се направи клинична оценка на CAD-CAM циркониеви кермични обтурации при възстановяване на дъвкателни зъби с големи разрушения, като се изведат препоръки за практиката и клиничен протокол за работа.

Материал и методи

Обект на наблюдение

От предварително прегледаните 56 пациенти за участие в клиничното изследване са одобрени 19 пациенти на възраст от 25 до 65 г., в добро общо състояние, с клинично здрав пародонт, със задоволителна орална хигиена, с липса на парафункции, с първична или вторична кариесна лезия на витални горни и долни молари със засегнати три и повече стени на зъбната коронка, с налични съседни зъби и антагонисти, с нормални стойности при провеждане на електроодонтодиагностика и термодонтодиагностика преди започване на лечението. Всеки пациент е подписал декларация за информирано съгласие, одобрена от Етична комисия, Медицински университет – Пловдив с номер: Р-1802,14.07.2015.

Единици на наблюдение

- Силно разрушени витални молари (горни и долни) със засегнати три и повече стени, включително и туберкулно възстановяване, с налични съседни зъби и антагонисти.
- Индиректни възстановявания от циркониева керамика – оценка на възстановяването.
- Показатели за виталност на зъбната пулпа след оперативно лечение.

Място на наблюдение

Катедра „Оперативно зъболечение и ендодонтия“ и катедра „Протетична дентална медицина“ – CAD/CAM научно-изследователски център , Факултет по дентална медицина, гр. Пловдив.

Изследователи

Д-р Мариела Цанова, катедра „Оперативно зъболечение и ендодонтия“, Факултет по дентална медицина, Медицински университет – Пловдив: водещ изследовател.

Време на наблюдение

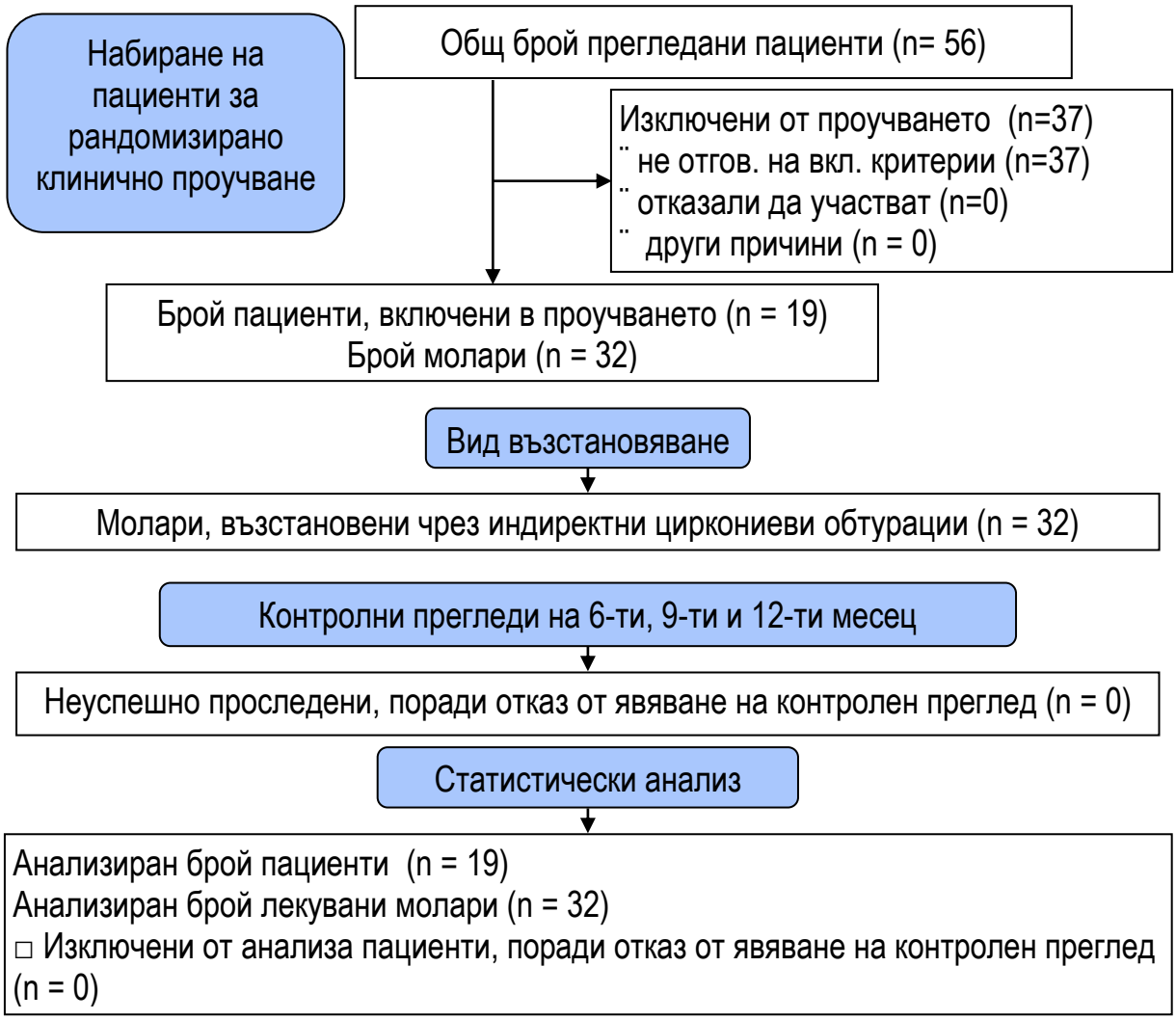
Февруари 2016 г. – април 2017 г.

Модел на научното проучване

Използван е методът на автоконтрола – по време на изследването се създава една единствена група, която след завършване на възстановяването се приема за контролна, а по време и след него – за опитна.

Дизайн на изследването

CONSORT Statement определя световния стандарт за провеждане на клинични изследвания. В съответствие с него на фиг. 27 е представен дизайна на изследването.



Фиг . 27. Дизайн на рандомизираното клинично проучване

Обосновка за избор на обект „моларен зъб“

Възстановяването на силно разрушени витални, дъвкателни зъби създава трудности, поради факта, че те се намират във функционална зона с големи дъвкателни сили. Това поставя пред клинициста въпроса за избор на възстановителен материал, подходящ да отговори на тези екстремни функционални натоварвания.

Признаци на наблюдение

За признак на наблюдение „пациент“ се взимат под внимание следните признаци: пол, възраст, общо състояние, наличие/липса на парафункции, състояние на пародонта, орална хигиена.

За признак на наблюдение „молар“ са определени следните характеристики: диагноза; вид на възстановявания молар – горен или долен, със запазен виталитет; наличие на съседни зъби и антагонисти; степен на разрушение на твърдите зъбни тъкани; липса или наличие на абразио на зъба; липса или наличие на пародонтален джоб; липса или наличие на болка при перкусия (хоризонтална и вертикална); чувствителност на аксилна надпулпна стена при сондиране.

За признак на наблюдение „постоперативно индиректно възстановяване“ са разгледени следните особености: подходящ цвят, маргинална адаптация, анатомична форма, маргинално оцветяване, вторичен кариес, апроксимален контакт и контур, фрактура (локализирана или цялостна), постоперативна чувствителност (вид – болка от натиск при дъвчене, болка от студено и топло, спонтанна болка, дискомфорт, липса на болка и/или дискомфорт, сила и продължителност на оплакванията), време на реакция спрямо студов дразнител, реакция спрямо електричен стимул (ЕОД).

Клиничен протокол

1. Предоперативна подготовка

На всички 32 зъба (12 горни и 20 долни молара), включени в изследването, е направена дигитална и рентгенова предоперативна снимка (фиг. 28 и фиг. 29). Всички рентгенови снимки са показали липса на провеждано ендодонтско лечение и периапикални изменения.

Фиг. 28. Предоперативни фотоснимки

Фиг. 29. Предоперативни рентгенографии

Направена е термоодонтодиагностика (ТОД) с криоанестетик (Dispo Ice Spray, Dispotech), като отчетената реакция, измерена в секунди се записва в клиничната карта на пациента. За обективно диагностициране на неусложнена кариесна лезия

на витален зъб се проведе и електроодонтодиагностика (ЕОД) за отчитане реакцията на зъбната пулпа в микроампери (μA) с апарат Scorpion Dental Optima. Резултатите от ТОД и ЕОД са нанесени в специално разработена за изследването клинична карта, индивидуална за всеки пациент. Тестовете са използвани като база за сравнение със състоянието на възстановените вече зъби с циркониеви индиректни обтурации.

2. Кавитетна препарация за керамична индиректна обтурация

Преди препарацията е приложена подходяща анестезия при показания. Препарирането на емайловите зъбни тъкани е осъществено с турбинни диамантени борери под водно-въздушно охлаждане (NTI – Kahla GmbH). Почистването на зъбния кариес е осъществено посредством нискооборотни метални борери (ELA, Германия). При препарацията са спазени следните изисквания (фиг. 30):

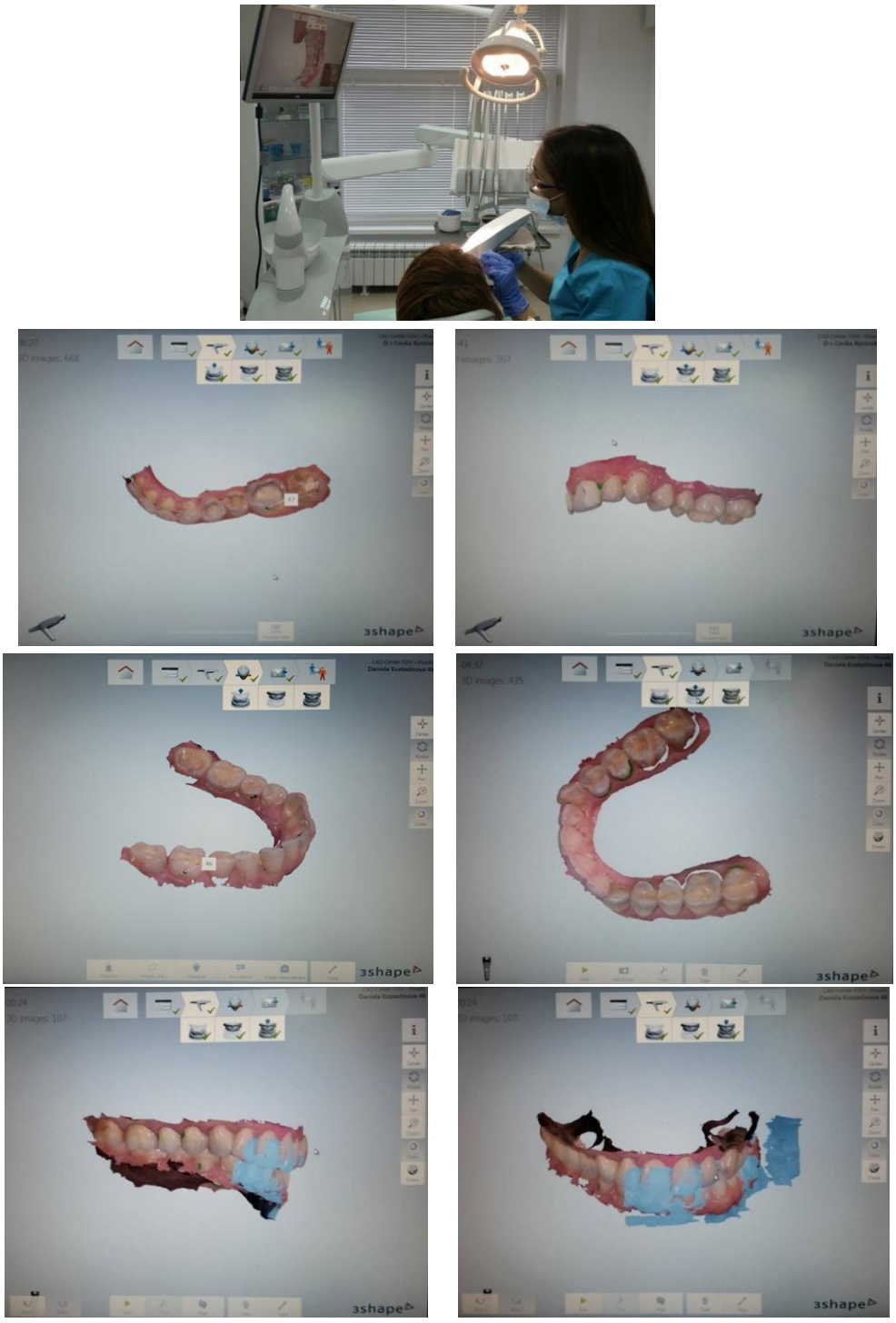
- кавитет с негеометрична форма;
- препариране на кавитетните стени без подкопани (минирани) места;
- препарация с минимална дълбочина и ширина на кавитета от 2 mm;
- плавен преход в извивките на кавитета;
- заобляне на вътрекавитетните стени и ъгли;
- без вземане на емайловите ръбове във фаза и изработване на макромеханични ретенции;
- дивергенция на кавитетните стени между 8º и 12º;
- минимална дебелина на оставащите твърди зъбни тъкани при препарация за циркониева вставка от 2 mm;
- изнасяне на границите на кавитета извън контактите със съседните зъби;
- редукция и защита на туберкули при необходимост.

Фиг.30. Фото- и дигитални снимки от интраоралния скенер на кавитетните препарации за циркониеви индиректни възстановявания

3. Снемане на дигитален отпечатък с интраоралния скенер на Trios 3Shape и определяне на подходящ цвят на бъдещото възстановяване

При снемането на дигитален отпечатък с интраоралния скенер Trios 3Shape е спазена следната последователност:

- калибрация на интраоралния скенер
- последователно заснемане на препарирания зъб, съседните зъби, антагонистите и в захапка (фиг. 31)



Фиг. 31. Снемане на дигитален отпечатък чрез интраорална камера Trios 3Shape

4. Снемане на конвенционален отпечатък с С-силикон

Конвенционални двуетапни отпечатъци са снети чрез С-силикон (Swisstec, Coltene) и са отлети от твърд лабораторен гипс с цел сравнителен анализ. 24 от тях са приложени за изследване в Задача 4.

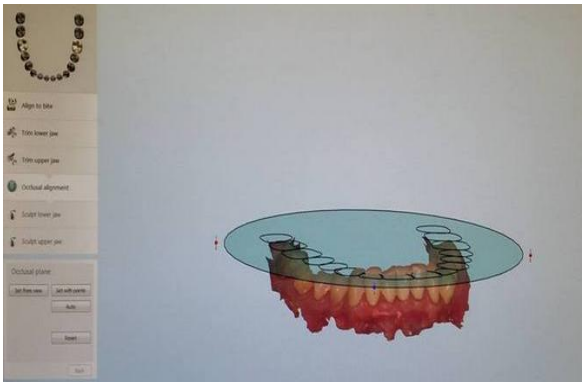
5. Изработване на циркониевата вставка чрез CAD/CAM система

След сканиране с интраоралната камера снетият дигитален отпечатък се изпраща към лабораторния компютър за 3 D дизайн, преминаващ през следните етапи:

- задаване на нова поръчка, включваща името на пациента, на денталния лекар, маркиране на зъба, вида на реставрацията и материала за нейното изработване;

- ориентиране на моделите спрямо 3D оклузална равнина (фиг. 32);

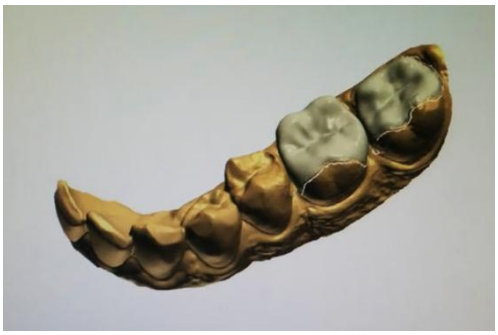
- очертаване на границите на кавитета и посока на поставяне на индиректната обтурация (фиг. 33);



Фиг. 32. 3D оклузионна равнина

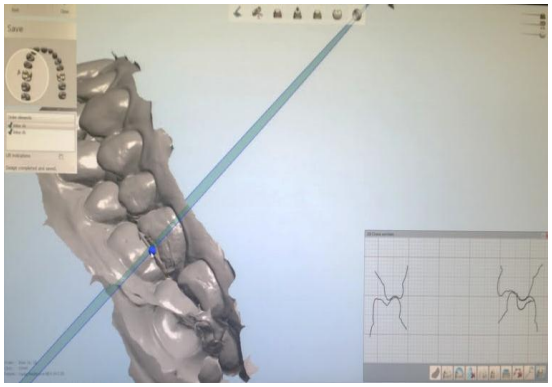
Фиг. 33.Очертаване на границите и посока на поставяне на възстановяването

- задаване на дебелината на цимента, премахване на подмоли при необходимост, моделиране на анатомичните особености на избраните зъби (фиг. 34);



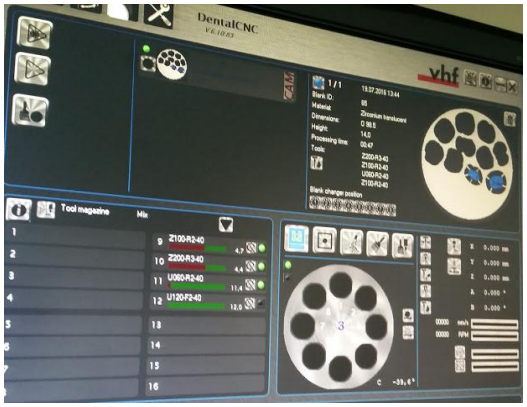
Фиг. 34. Моделиране на анатомичните особености на възстановяванията

- пресъздаване на контактите между конструкцията и кавитета, между конструкцията и съседните зъби, между конструкцията и антагонистите, виртуална артикулация на бъдещето възстановяване (фиг. 35);



Фиг. 35. 3D виртуална артикулация на циркониевата вставка

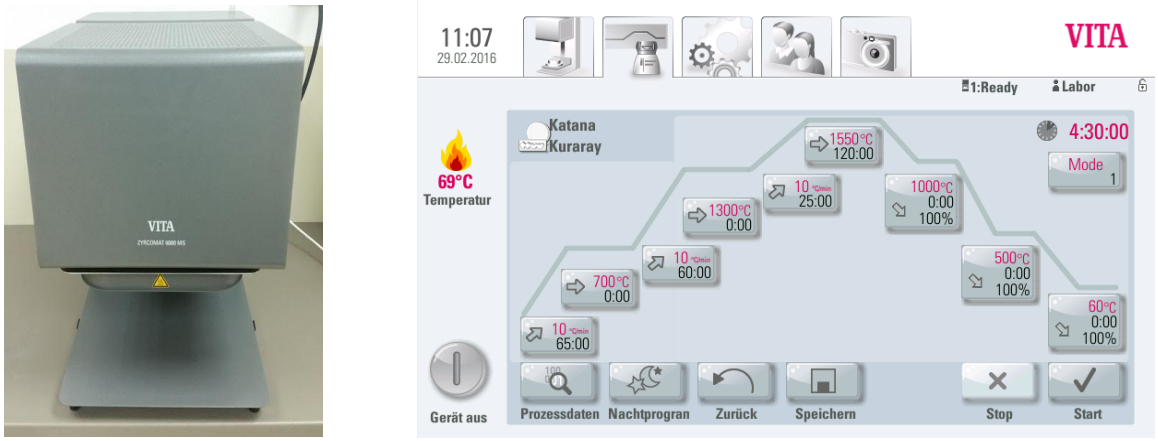
- след завършване на етапа на моделиране, се задава команда за изработване на реставрацията и се избира диск от итрий-стабилизирана ултратранслуцентна многопластова циркониева керамика (UTML – ultra-translucent multi-layered, KATANA™ Zirconia discs, Kuraray Noritake Dental Inc.). Използваният циркониев материал е най-ново поколение цирконий, подходящ за индиректни възстановявания на дистални зъби и единствен за сега на пазара на дентални материали, състоящ се от градация на цветове, пресъздаващи цветовите особености на емайла и дентина. Фрезоването на вставката се извършва посредством фрезоваща машина CAM 5-S2 vhf (Германия) (фиг. 36).



Фиг. 36 Фрезоване на циркониевото възстановяване

6. Синтероване, оцветяване и глазиране на циркониевата вставка

Всички вставки след фрезоване преминават през режим на синтероване в синтеровъчна пещ (VITA Zyrcomat 6000 MS) (фиг. 37). За тази цел е изготвена специална синтеровъчна програма с продължителност 4 часа и 30 минути със съдействието на VITA Zahnfabric и Kuraray Noritake Dental Inc. в съответствие с препоръките на производителя и е приложена към всички индиректни обтурации (фиг. 38). Цирконият е материал, който търпи спонтанна фазова трансформация при температурни промени. Когато тази трансформация не е контролирана чрез специален температурен режим, отличните механични качества на циркония могат да бъдат нарушени.



Фиг. 37. Пещ за синтероване и синтеровъчна програма

След синтероване в зависимост от индивидуалните особености на съзъбието на всеки пациент и при необходимост някои от вставките са допълнително оцветени. В последствие всички индиректни обтурации са покрити с двуслоен глазиращ слой (фиг. 38).

Фиг. 38. Завършени циркониеви индиректни възстановявания

7. Проверка на адаптацията на циркониевото възстановяване

Адаптацията на всички вставки е проверена спрямо кавитета, съседните зъби и антагонистите. Избран е подходящ цвят на цимента чрез PANAVIA™ V5 Try-in Paste, отговаряща на цветовете на цимента, използван при окончателното циментиране.

8. Циментиране на вставката с двойнополимеризиращ цимент

Циментирането на всички циркониеви вставки е извършено при следването на клиничен протокол, включващ следната последователност:

• пясъкоструйна функционализация на вътрешната повърхност на циркониевите обтурации с частици Al_2O_3 с размер 50 μm, налягане от 2 bar (0.2M Pa) в продължителност 5 sec на разстояние 10 mm от вставката и под ъгъл от 90º. След обработката циркониевите възстановявания са почистени в ултразвукова ваничка с дестилирана вода;

• изолиране на оперативното поле с кофердам;

• медикация на кавитета и селективно ецване на границите чрез K-etchant Syringe за 10 sec , измиване и посдушаване;

• обработка на кавитета с Panavia V5 Tooth Primer, съдържащ мономерът MDP за 20 sec и подсушаване;

• обработка на циркониевата повърхност с Clearfil Ceramic Primer Plus, съдържащ мономерът MDP и подсушаване;

• аплициране на двойнополимеризиращия цимент с подходящ цвят (PANAVIA™ V5, съдържащ мономерът MDP) върху повърхността на възстановяването и полимеризация с фотополимеризираща лампа.

9. Следоперативна фото- и рентгенова снимка

Следоперативни цветни фотоснимки са направени на всички циментирани възстановявания с цел документиране, анализ и времево проследяване на изследваните параметри (фиг. 39А, 40А, 41А, 42А, 43А). Направени са след лечение (контролни) рентгенографии с цел: оценка на апроксималните контакти, откриване на вторичен кариес, периапикални изменения (фиг. 39Б, 40Б, 41Б, 42Б, 43Б).

А)  Б) 

Фиг. 39. Следоперативна фото- (А) и рентгенографии (Б) на циркониеви онлеи на зъби 36 и 46

А)  Б) 

Фиг. 40. Следоперативна фото- (А) и рентгенография (Б) на циркониева вставка на зъб 36

А)  Б) 

Фиг. 41. Циркониево възстановяване на зъб 37 фото- (А) и рентгенография (Б)

А)  Б) 

Фиг. 42. Следоперативна фото- (А) и ретгенография (Б) на зъб 26

А)  Б) 

Фиг. 43. Следоперативна фото- (А) и ретгенография (Б) на зъб 16

Дизайн на изследването

Индиректните циркониеви възстановявания са оценени чрез модифицирани USPHS критерии на Ryge и Cvar за директна клинична оценка на денталните възстановителни материали. Всеки оценяван критерий на циркониевите възстановявания е определен спрямо степента на одобрение за клинично приложение, където:

- оценка А (Alpha) показва високо ниво на клинично одобрение и приложимост;
- оценки В (Bravo) и С (Charlie) означават постепенно намаляващо клинично одобрение и приложимост на съответното възстановяване

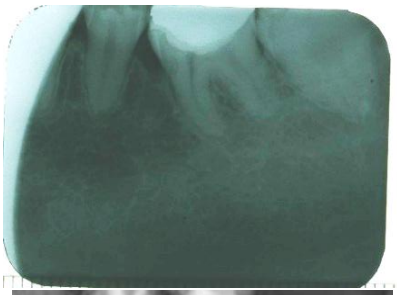
Чрез тях са проследени основните характеристики на циментираните циркониеви вставки за период от 6, 9 и 12 месеца.

Резултати

Контролни прегледи на 6-ти, 9-ти и на 12-ти месец са проведени в докторантския кабинет по дентална медицина към катедра „Оперативно зъболечение и ендодонтия“, Факултет по дентална медицина – Пловдив. На изследваните зъби са направени цветни фото- и рентгенови снимки (фиг. 44, 45, 46, 47, 48, 49).

А)  

Б)



В)

Фиг. 44. Контролен преглед на 6-ти (А), 9-ти (Б) и 12-и(В) месец на зъб 36

А)

Б)

В)

Фиг. 45. Контролни прегледи на 6-ти (А), 9-ти (Б) и 12-ти месец (В) на зъб 46

А)

Б)

В)

Фиг. 46. Контролен преглед на 6-ти месец (А), 9-ти (Б) и 12-ти месец (В) на зъб 36

А)

Б)

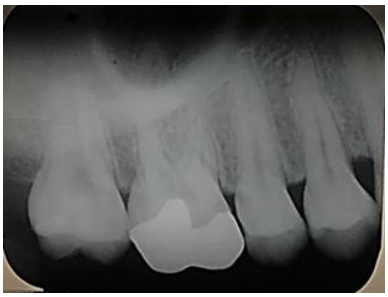
В)

Фиг. 47. Контролен преглед на 6-ти месец (А), 9-ти (Б)и 12-ти (В) месец на зъб 37

А)

Б)

В)



Фиг. 48. Контролен преглед на 6-ти месец (А), 9-ти (Б) и 12-ти (В) месец на зъб 16

А)

Б)

В)

Фиг. 49. Контролен преглед на 6-ти месец (А), 9-ти (Б) и 12-ти месец (В) на зъб 26

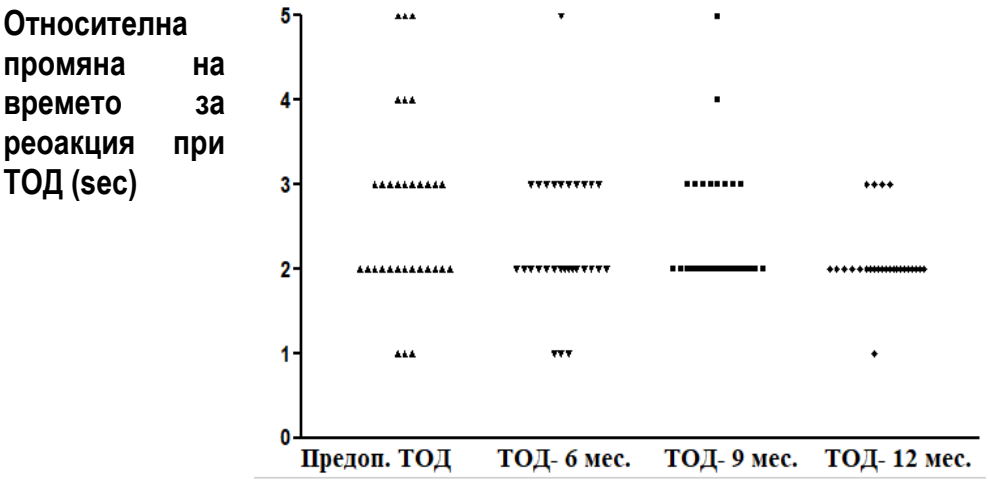
Статистическият анализ на получените резултати се осъществи посредством SPSS 11.5 Inc, Chicago, IL, САЩ), Excel 7.0 VB for applications и PraphPad Prism 3.0 (PraphPad, Soft, САЩ). При нормално (Гаус-Лапласово) разпределение на показателите се използва параметричния t-критерий на Стюдент за свързани и независими извадки (One way ANOVA for independent samples) за определяне на статистически значимата разлика между средните величини в групите при ниво на значимост P<0.05. Там, където условията за прилагане на параметричните тестове не са изпълнени, е използван непараметричен тест за независими извадки на Kruskal Wallis. Данните са представени във формата (Mean ± SDM), където Mean е средна стойност, а SDM е стандартно отклонение на тази стойност. Ако групите за сравнение са повече от две, след последния тест се извършва следващ Post Hoc анализ с помощта на Bonferroni's Multiple Comparison Test, Dunn`s Multiple Comparison Test и коригирано спрямо броя на сравненията ниво на статистическо достоверно различие.

На табл. 7 са представени статистическите резултати от дискриптивния анализ по отношение на стойностите, отчетени чрез ТОД предоперативно, на 6-ти, 9-ти и 12-ти месец.

Табл. 7. Статистическите резултати по отношение на данните, отчетени чрез ТОД

	Предоп. ТОД	**TOD-6 мес**	**TOD-9 мес**	**TOD-12 мес**
Number of values	**32**	**32**	**32**	**32**
Minimum	**1,0**	**1,0**	**2,0**	**1,0**
25% Percentile	**2,0**	**2,0**	**2,0**	**2,0**
Median	**2,5**	**2,0**	**2,0**	**2,0**
75% Percentile	**3,0**	**3,0**	**3,0**	**2,0**
Maximum	**5,0**	**5,0**	**5,0**	**3,0**
Mean	**2,6**	**2,3**	**2,4**	**2,0**
Std. Deviation	**1,0**	**0,7**	**0,7**	**0,4**
Std. Error	**0,2**	**0,1**	**0,1**	**0,1**
Lower 95% CI	**2,3**	**2,0**	**2,2**	**1,9**
Upper 95% CI	**3,0**	**2,5**	**2,6**	**2,2**
Normality Test				
KS distance	**0,2**	**0,3**	**0,4**	**0,4**
P value	**0,06**	**0,01**	**P<0.01**	**P<0.01**
Passed normality test (*=0.05)?	**Yes**	**No**	**No**	**No**

На базата на изведените данни на фиг. 50 могат да се видят отклоненията спрямо базовото време на реакция към студов дразнител, прието за 100% и разпределението на получените резултати по отношение на проведената ТОД на 6-я, 9-я месец и 12-я месец от контролните прегледи.



Фиг. 50. Относителната промяна на времето на реакция (%) спрямо студов дразнител, отчитаща връзката лечение-ефект върху виталитета на пулпата за 12-месечно наблюдение

Статистическите резултати по отношение на сравнителното оценяване на стойностите, получени от от ТОД са представени в табл. 8.

Табл. 8. Статистически резултати по отношение на сравнителното оценяване на стойностите, получени от ТОД

Table Analyzed	
Kruskal-Wallis test	
P value	0,0529
Exact or approximate P value?	Gaussian Approximation
Number of groups	3
Dunn's Multiple Comparison Test	**P value**
Предоп. TOD спрямо TOD – 6 месец	P > 0.05
Предоп. TOD спрямо TOD – 9 месец	P > 0.05
Предоп. спрямо TOD - 12 месец	P > 0.05
TOD - 6 месец спрямо TOD - 9 месец	P > 0.05
TOD - 6 месец спрямо TOD - 12 месец	P > 0.05
TOD - 9 месец спрямо TOD - 12 месец	P > 0.05

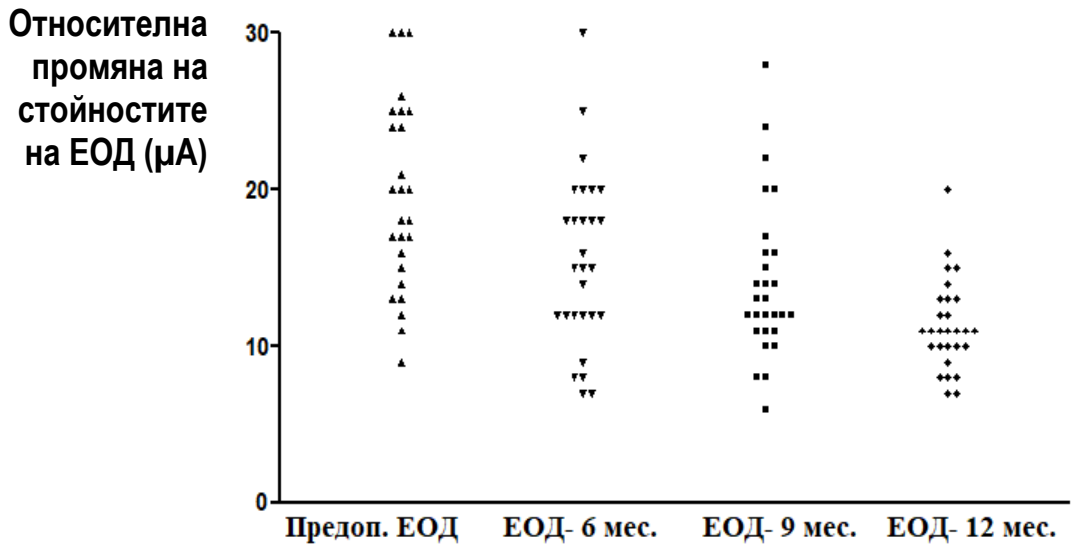
Получените резултати по отношение на ТОД показват липса на статически достоверна разлика между отчетените стойности предоперативно, и след 6-ия, 9-ия и 12-ия месец след лечението (P > 0,05). Това показва, че възстановяването с индиректни циркониеви обтурации не повлиява отговора към температурни дразнители на лекуваните зъби.

На табл. 9 са представени статистическите резултати от дискриптивния анализ по отношение на стойностите, отчетени чрез ЕОД предоперативно, на 6-ти, 9-ти и 12-ти месец.

Табл. 9. Статистически резултати по отношение на данните, отчетени чрез ЕОД

	Предоп. ЕОД	EOD-6 мес.	EOD-9 мес.	EOD-12 мес.
Number of values	**32**	**32**	**32**	**32**
Minimum	**9,0**	**7,0**	**6,0**	**6,0**
25% Percentile	**14,5**	**12,0**	**11,0**	**10,0**
Median	**19,0**	**15,0**	**12,5**	**11,0**
75% Percentile	**25,0**	**19,0**	**16,0**	**13,0**
Maximum	**30,0**	**30,0**	**28,0**	**20,0**
Mean	**19,6**	**15,4**	**14,0**	**11,3**
Std. Deviation	**6,0**	**5,5**	**4,9**	**2,8**
Std. Error	**1,1**	**1,0**	**0,9**	**0,5**
Lower 95% CI	**17,1**	**13,3**	**12,1**	**10,2**
Upper 95% CI	**22,0**	**17,6**	**15,9**	**12,4**
Normality Test				
KS distance	**0,1**	**0,1**	**0,2**	**0,2**
P value	**P > 0.1**	**P > 0.1**	**P > 0.1**	**P > 0.1**
Passed normality test (*=0.05)?	**Yes**	**Yes**	**Yes**	**Yes**

Схематично представяне на разпределението на резултати по отношение на ЕОД на 6-ия, 9-ия и 12-ия месец спрямо контролната група и статистическият анализ на резултатите, получени при сравнителното проучване, по отношение на ЕОД между контролната група/ 6-ти месец; между контролната група/ 9-ти месец, между контролната група/12 месец са представени на фиг. 51 и табл. 10.



Фиг. 51. Схематично представяне на разпределението на резултати по отношение на ЕОД на 6-ия, 9-ия и 12-ия месец спрямо контролната група

Табл. 10. Статистически резултати по отношение на сравнителното оценяване на стойностите, получени от ЕОД

Table Analyzed	
One-way analysis of variance	
P value	P<0.0001
Number of groups	3
Bonferroni's Multiple Comparison Test	**P value**
Предоп. EOD спрямо EOD – 6 месец	P < 0.001
Предоп. EOD спрямо EOD – 9 месец	P < 0.001
Предоп. спрямо EOD-12 месец	**P < 0.001**
EOD -6 месец спрямо EOD -9 месец	P > 0.05
EOD -6 месец спрямо EOD-12 месец	P < 0.05
EOD -9 месец спрямо EOD-12 месец	P > 0.05

Получените резултати от ЕОД показват, че между контролната група и 6-ти месец, както между контролната група и 9-ти месец, контролната група и 12-ти месец, 6-ти и 12-ти месец има статистически значима разлика. Отстраняването на основния каузален фактор – кариозната маса и при оптимален херметизъм на кавитета с отлична маргинална адаптация на обтурацията, лечебните резултати се стабилизират и на късните контролни прегледи не показват разлика с регистрираните резултати от ЕОД на 6-ия месец (P>0,05). Анализът на тези резултати ни дава основание да предположим дълготраен лечебен резултат, както по отношение на естетиката и функцията, така и от страна на биологична толерантност и запазване на виталитета на възстановените зъби.

Всички резултати, получени чрез оценка на възстановяванията посредством модифицираните USPHS критерии на Ryge и Cvar, отчетени след циментиране на керамичните инлеи и онлеи на 6-ти, 9-ти и на 12-ия месец, са нанесени в специално разработената за изследването клинична карта за всеки пациент. Получените резултати са представени в табл. 11 при ниво на значимост P<0,05.

Табл. 11. Резултати от сравнителното оценяване на възстановяванията чрез модифицираните USPHS критерии на Ryge и Cvar след циментиране, на 9-ти и на 12-ти месец

Критерии	**Началносъстояние след циментиране (*n* = 32)**	**След 9 месеца (n = 32)**	**P value (A_0/A_9)**	**След 12 месеца (n = 32)**	**P value (A_0/A_{12})**
	A_0 (%)	**A_9 (%)**		**A_{12} (%)**	
Подходящ цвят	100%	100%	P>0.05	100%	P>0.05
Маргинално оцветяване	100%	100%	P>0.05	100%	P>0.05
Маргинална адаптация	100%	100%	P>0.05	100%	P>0.05
Анатомична форма	100%	100%	P>0.05	100%	P>0.05
Вторичен кариес	100%	100%	P>0.05	100%	P>0.05
Апроксимален контакт	100%	100%	P>0.05	100%	P>0.05
Постоперативна чувствителност	96,88%	100%	P>0.05	100%	P>0.05
Загуба на обтурацията	100%	93,76%	P>0.05	96,88%	P>0.05

Резултатите, получени чрез използване на критериите на Ryge и Cvar за директна оценка на денталните възстановявания показват оценка B (Bravo) в следните случаи: постоперативна чуствителност след циментиране на един от възстановените зъби (3,12%), която преминава след една седмица; частична или локализирана загуба на една обтурация, но все още функционално годна, без нужда от заменянето ѝ с нова на 6-ти месец (3,12%), като на същата е направена корекция. Оценка C (Charlie) е направена само на едно от циркониевите възстановявания (3,12%): пълна загуба на обтурацията на 9-ти месец вследствие на нейното разциментиране, но със запазен интегритет и възможност за рециментиране. Като възможна причина за това усложнение отчитаме повишената трудност при изолиране на оперативното поле, поради крайното местоположение на съответния моларен зъб. Във всички останали случаи е отчетена оценка A (Alpha) за високо ниво на клинично одобрение и приложимост. На 12-я месец по всички наблюдавани критерии се дава най-високата оценка A (Alpha) с изключение на една обтурация с клинична оценка C (Charlie), поради настъпила частична локализирана загуба, отчетена още на 6-ти месец (3,12%).

Изводи:

1. Клиничната оценка на циркониевите възстановявания, изработени чрез тази иновативна CAD/CAM технология, ни дава основание да ги предложим като много добро решение за възстановяване на силно разрушени витални молари.

2. Протоколът на циментиране на циркониевите обтурации, базиран на лабораторните проучвания, показа нуждата от предварителна подготовка на този вид керамика и строга последователност на изпълнение. Получената по този начин адхезивна връзка между циркония и цимента показва високи биомеханични качества.

ИЗВОДИ

1. Според резултатите от 3D профилометричното изследване цирконият е хетерегенен по природа и ецването му с HF е неефективно. Алтернативен способ е обработката с Er:YAG лазер. Пясъкоструенето с AL_2O_3 с размери на частиците 50 μm е препоръчителен метод за функционализация на циркониевата повърхност преди циментиране.
2. Предварителната пясъкоструйна обработка с Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm в комбинация с MDP-праймер осигурява максимално стабилна адхезия на функционализираната циркониева повърхност към двойнополимеризиращия композитен цимент в сравнение с останалите методи ($P < 0,001$). Тази тенденция се запазва и след 3-месечно стареене на образците, обработени с Al_2O_3 с размер на частиците 50 μm в комбинация с MDP-праймер ($P < 0, 001$).
3. При in vitro стареене на циркония не се установяват статистически значими изменения в силата на връзката му с двойнополимеризиращия композитен цимент ($P > 0,05$).
4. Заснемането с интарорален скенер е особено прецизен метод, който дава подробна информация в 3D проекция за цветовите особености на зъбите във всяка една избрана от тях точка. Това позволява да се получи CAD/CAM възстановяване с оптимален цвят.
5. Дигиталният отпечатък чрез интраорална камера TRIOS 3shape показва детайлна информация по отношение на препарацията на изследвания зъб, съседните зъби, антагонистите и в оклузия в 3D проекция. В този смисъл дигиталната отпечатъчна техника може да е клинична алтернатива на конвенционалната.
6. Софтуерът позволява цялостен дизайн на възстановяването, максимално адаптиран към оригиналните данни, получени при сканирането.
7. Получената реставрация се отличава с отлична маргинална адаптация, много добро анатомично пресъздаване на особеностите на съответния зъб, на контактите със съседните зъби и с антагонистите.
8. Клиничната оценка на изработените от нас CAD/CAM циркониеви керамични обтурации за възстановяване на дъвкателни зъби с големи разрушения показва изключително добри апроксимални контакти, отлична маргинална адаптация, цвят и анатомична форма, хармониращи на останалите зъбни тъкани, липса на вторичен кариес, запазен виталитет и покриване във висока степен на естетичните особености на възстановяваните зъби.
9. Контролните клинични прегледи на циркониевите възстановявания, изработени чрез CAD/CAM технология, след 6-ия, 9-ия и 12-ия месец, ни дават основание да ги предложим като едно много добро решение за възстановяване на силно разрушени витални молари.

КЛИНИЧНИ ПРЕПОРЪКИ

На базата на собствените ни лабораторни и клинични проучвания бихме могли да дадем някои конкретни клинични препоръки за постигане на оптимален лечебен резултат при възстановяване на витални, дъвкателни зъби с големи разрушения чрез CAD-CAM керамични обтурации:

1. Препариране на зъба.

- кавитет с негеометрична форма;
- препариране на кавитетните стени без подкопани (минирани) места;
- минимална дълбочина и ширина на кавитета от 2 mm;
- плавен преход в извивките на кавитета;
- заобляне на вътрекавитетните стени и ъгли;
- без вземане на емайловите ръбове във фаза и изработване на макромеханични ретенции;
- дивергенция на кавитетните стени между 8º и 12º;
- минимална дебелина на оставащите твърди зъбни тъкани при препарация за циркониева вставка от 2 mm;
- изнасяне на границите на кавитета извън контактите със съседните зъби;
- редукция и защита на туберкули при необходимост.

2. Снемане на дигитален отпечатък с интраоралния скенер Trios 3Shape и определяне на подходящ цвят на бъдещото възстановяване:

- поставяне на нов автоклавиран накрайник преди всяко сканиране;
- калибрация на интраоралния скенер;
- постигане на добре изолирана от слюнка препарация и при необходимост ретракция на гингивалните тъкани чрез дентален конец;
- избиране на подходящ ъгъл и скорост на заснемане чрез интраоралния скенер при непрекъснат визуален контрол на заснетите области;
- последователно заснемане на препарирания зъб, съседните зъби, антагонистите и в оклузия;
- анализ на получените при сканирането данни и повторно сканиране при необходимост на определени зони.

3. Определяне на подходящ цвят чрез някои от изброените методи:

а) ***Trios 3Shape***

- мултистъпкова калибрация на интраоралния скенер чрез цветен калибратор;
- изследване на цвета на препарирания зъб и съседните зъби;
- задаване на подходящия цвят на бъдещето възстановяване преди изпращането на поръчката към лабораторията.

б) ***Easyshade Advance 4.0***

- дезинфекция и калибрация на спектрофотометъра;
- поставяне на Easyshade калъф за защита от инфекции;
- правилно позициониране на апарата и заснемане на избрания зъб.

в) ***Spectroshade™***

- поставяне на нов автоклавиран накрайник за всеки пациент;
- последователна двустъпкова калибрация на уреда;

- позициониране на апарата плътно към венеца, така че излъчваната светлина, падаща на зъбната повърхност да сключва ъгъл от 45º, а светлината, която пада обратно в апаратът, да има ъгъл от 0º спрямо детекторът на устройството;
- за добре заснето се счита изображение, при което има един зъб в центъра, еднаква част от венеца и празнината в устата попадат в образа и апаратът е отчел добър ъгъл на заснемане, показан чрез зелено кръгче в долната лява част на екрана.

4. Снетият дигитален отпечатък се изпраща към лабораторния компютър за 3 D дизайн, преминаващ през следните етапи:

- задаване на нова поръчка, включваща името на пациента, на денталния лекар, маркиране на зъба, вида на реставрацията и материала за нейното изработване;
- ориентиране на моделите спрямо 3D оклузална равнина;
- очертаване на границите на кавитета и посока на поставяне на индиректната обтурация;
- задаване на дебелината на цимента, премахване на подмоли при необходимост, моделиране на анатомичните особености на избраните зъби;
- пресъздаване на контактите между конструкцията и кавитета,между конструкцията и съседните зъби, между конструкцията и антагонистите, виртуална артикулация на бъдещето възстановяване.

5. Фрезоване на циркониевото възстановяване **чрез CAM** модула на системата от диск от итрий-стабилизирана ултратранслуцентна многопластава циркониева керамика (UTML – ultra-translucent multi-layered, KATANA™ Zirconia discs, Kuraray Noritake Dental Inc.).

6. Синтероване в синтеровъчна пещ (VITA Zyrcomat 6000 MS), **оцветяване и глазиране.**

7. Проверка на адаптацията на циркониевото възстановяване спрямо кавитета, съседните зъби и антагонистите.

8. Избор на подходящ цвят на цимента чрез PANAVIA™ V5 Try-in Paste, отговарящ на цветовете на цимента, използван при окончателното циментиране.

9. Циментиране на индиректната обтурация с двойнополимеризиращ цимент при следването на клиничен протокол, включващ следната последователност:

- пясъкоструйна функционализация на вътрешната повърхност на циркониевите обтурации с частици AL_2O_3 с размер 50 μm, налягане от 2 bar (0.2 MPa) в продължителност от 5 sec, на разстояние 10 mm от вставката и под ъгъл от 90º. Следва почистване в ултразвукова ваничка с дестилирана вода;
- изолиране на оперативното поле с кофердам;
- медикация на кавитета и селективно ецване на границите чрез K-etchant Syringe за 10 sec, измиване и подсушаване;
- обработка на кавитета с Panavia V5 Tooth Primer за 20 sec и подсушаване;
- обработка на циркониевата повърхност с Clearfil Ceramic Primer Plus и подсушаване;
- аплициране на двойнополимеризиращия цимент с подходящ цвят (PANAVIA™ V5) върху повърхността на възстановяването и полимеризация с фотополимеризираща лампа.

ОСНОВНИ ПРИНОСИ

Приноси с оригинален характер

1. За първи път в България е приложен съвременен, високотехнологичен метод за сравнителна оценка на ефекта върху повърхността на циркониевата керамика вследствие прилагането на различни способи за функционализация чрез оригинално разработен метод за подготовка на опитните тела.
2. За първи път е изследвана взаимовръзката между различни режими на функционализация на циркония и влиянието на факторите на изкуствено стареене върху силата на връзката между този вид керамика и цимента чрез микротест на срязване чрез оригинално разработена постановка.
3. За първи път у нас е оценено е влиянието на MDP-праймера върху различните режими на функционализация.
4. За първи път в България е направена сравнителна оценка на възможностите за определяне на цветовите характеристики на зъбите между спектрофотометрични уреди, интраорален скенер и конвенционален метод.
5. За първи път у нас е осъществена in vivo оценка на съгласуваността между дигитално 3D снемане на отпечатък и конвенционален метод чрез програмата Convince Standard.
6. За първи път е разработен клиничен протокол, базиран на най-добрите лабораторни резултати, изпитан в клинични условия и препоръчан като ефективен при възстановяване на силно разрушени, витални дъвкателни зъби чрез CAD/CAM керамични обтурации.

Приноси с потвърдителен характер

1. Направена е сравнителна оценка на методите на функционализация чрез изследване на грапавостта на циркониевата повърхност чрез 3D Профилометрия.
2. Оценено е влиянието на факторите на изкуствено стареене върху здравината на връзката между керамичната обтурация и двойнополимеризиращия композитен цимент.
3. Направена е оценка на влиянието на различните способи на функционализация върху силата на адхезия между циркониевата керамика и цимента.
4. Оценена е различната съгласуваност между дигиталните и конвенционално снетите отпечатъци по отношение на границите на препарацията.

ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИЯТА

Пълнотекстови статии

1. Tsanova M., N. Manchorova- Veleva, Sn. Tsanova. Biotechnological innovations in clinical application of Zr-based ceramics for indirect restorations. Journal of Bioscience and Biotechnology Special edition/ Online (2017), p. 1-4.
2. Tsanova M., N.Manchorova-Veleva, Sn.Tsanova. Application of 3D digital scanning and CAD/CAM systems for Zirconia partial crown restorations. J of IMAB,vol.22, issue 3, July-September 2016, p.1320-1323.
3. Цанова М. , Н. Манчорова. Качества на циркониева керамика и проблеми при клиничното й приложение. Dental magazine, брой 03/08.2015г., стр. 4-9.
4. Манчорова Н., М.Цанова. Приложение на циркониевата керамика в денталната медицина. Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив, Серия Г-Медицина, Фармация, Дентална медицина, Том XVII, 2015г., стр.147-150.
5. Цанова М. , Н.Манчорова. Клиничен протокол при индиректно възстановяване на дъвкателни зъби с големи разрушения чрез CAD-CAM система. Сборник научни трудове Юбилейна научна сесия „45 години Факултет по дентална медицина – Пловдив“, 2015г., стр.103-110.
6. Манчорова Н., М. Цанова. Сравнително изследване на апаратни и конвенционални методи за цветоопределяне. Dental magazine, брой 03/08.2015г., стр. 28-32.
7. Цанова М., Н. Манчорова- Велева. Сравнителен анализ на препарационната граница при индиректни възстановявания чрез конвенционален и дигитален метод на отпечатване.Научни трудове на Съюза на учените в България,Пловдив, Серия Г. Медицина, фармация и дентална медицина, том XX, Online, 2017, 206-209.

Научни съобщения

1. Manchorova N., Tsanova M., Mateva N. Colour measurement agreement between digital assisted devices and conventional methods. 47th Meeting of the Continental European Division of the International Association for Dental Research (CED-IADR) co-hosted by the Scandinavian Divison (NOF) Antalya, Turkey, 15-17.10.2015г. IF 4.139
2. Tsanova M., N. Manchorova- Veleva, Sn. Tsanova. Biotechnological innovations in clinical application of Zr-based ceramics for indirect restorations. Първа национална конференция за докторанти 2016г., Пловдив.
3. Цанова М., Н. Манчорова- Велева, С. Цанова. Application of 3D digital scanning and CAD/CAM systems for Zirconia partial crown restorations. 26-TH Assembly of IMAB Varna, Bulgaria, 12-15.05.2016 г.
4. Цанова М., Н. Манчорова-Велева. Сравнителен анализ на препарационната граница при индиректни възстановявания чрез конвенционален и дигитален метод на отпечатване. Научни трудове на Съюза на учените в България. 2016 – Пловдив.
5. Цанова М., Н.Манчорова. Клиничен протокол при индиректно възстановяване на дъвкателни зъби с големи разрушения чрез CAD-CAM система. Юбилейна научна сесия „45години Факултет по дентална медицина – Пловдив“, 23-24. 10. 2015г.
6. Манчорова Н., М.Цанова. Приложение на циркониевата керамика в денталната медицина. Шеста международна конференция на младите учени, Пловдив, 11-13.06.2015г.
7. Манчорова Н., М. Цанова, Н. Матева. Сравнително изследване на апаратни и конвенционални методи за цветоопределяне. 15-ти Юбилеен научен конгрес на БЗС, Бургас, 11-14.06.2015г.