

**МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ**  
**ФАКУЛТЕТ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА**  
**КАТЕДРА ПО КОНСЕРВАТИВНО ЗЪБОЛЕЧЕНИЕ**  
*Ръководител: проф. д-р Радосвета Иванова Василева, доктор*

---

**Д-р Виктория Пламенова Петрова-Пашова**

**ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ВИТАЛНИ ЗЪБИ СЪС  
ЗНАЧИТЕЛНИ РАЗРУШЕНИЯ С ИНДИРЕКТНИ  
КОМПОЗИЦИОННИ ОБТУРАЦИИ**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

на дисертационен труд за придобиване на  
образователната и научна степен „доктор”

**Докторска програма**

„Терапевтична дентална медицина“

**Област на висше образование 7. Здравеопазване и спорт**  
**Професионално направление 7.2 Дентална медицина**

**Научен ръководител**

**Доц. д-р Жанет Кирилова Николова, доктор**

**Рецензенти**

**Доц. д-р Севда Михайлова Янчева, дм**  
**Проф. д-р Снежана Цветанова Цанова, дм**

---

София, 2022 г.

Дисертационният труд съдържа 192 страници и е онагледен с 25 таблици, 40 фигури и 3 приложения. Библиографията включва 293 литературни източника, от които 29 на кирилица и 264 на латиница.

Задача № 2 е осъществена благодарение на научен проект № 8325/22.11.2018 г. от конкурс „Грант 2019“, а задача № 3 – частично спонсорирана от Програма „Млади учени и постдокторанти“, 2019 г.

**Публичната защита** ще се състои на 10.10.2022 г., понеделник, 13:30 ч., в Първа аудитория на ФДМ, МУ – София, съгласно чл. 76 и чл. 77 от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Медицинския университет – София, и Заповед № РК 36-1078/18.07.2022 г. на Ректора на МУ – София, на открито заседание на **научното жури** в състав:

#### **Вътрешни членове**

Проф. д-р Радосвета Иванова Василева, дм – председател

Доц. д-р Севда Михайлова Янчева, дм – рецензент

#### **Външни членове**

Проф. д-р Снежана Цветанова Цанова, дм – рецензент

Проф. д-р Иван Атанасов Филипов, дм

Проф. д-р Владимир Емануилов Панов, дмн

#### **Резервни членове**

Доц. д-р Ангела Здравкова Гусийска, дм – вътрешен член

Доц. д-р Весела Петрова Стефанова, дм – външен член

Материалите по защитата са на разположение в библиотеката на Факултета по дентална медицина при Медицинския университет – София, и са публикувани на интернет страницата на МУ– София.

*Забележка: В автореферата номерата на таблиците и фигурите не съответстват на номерата в дисертационния труд.*

## СЪДЪРЖАНИЕ

I. ВЪВЕДЕНИЕ .....	5
II. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ .....	7
СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ .....	8
III. МАТЕРИАЛ .....	8
IV. МЕТОДИ .....	12
V. РЕЗУЛТАТИ .....	30
VI. ОБСЪЖДАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ .....	48
VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	63
VIII. ИЗВОДИ .....	66
IX. ПРИНОСИ .....	67
X. НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ И УЧАСТИЯ В НАУЧНИ ФОРУМИ И НАУЧНИ ПРОЕКТИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД .....	69

## ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

ГЙЦ	Глас-йономерен цимент
ГО	Гингивална основа
КМТ	Компютърна микротомография
ЛДМ	Лекар по дентална медицина
ЛЕИДМ	Лаборатория за експериментално изследване на дентални материали
МОД	Медио-оклузо-дистален
ТЗТ	Твърди зъбни тъкани
atm	атмосфера
Bis-GMA	Бисфенол-А-глицидил диметакрилат
CAD/CAM	Computer-aided design/computer-aided manufacturing Компютърно подпомогнат дизайн/ компютърно подпомогнато производство
h	Час
mm	Милиметър
µm	Микрометър
MPa	Мегапаскал
nm	Нанометър
s	Секунда
TEGDMA	Триетилен гликол диметакрилат
UDMA	Уретан диметакрилат

## I. ВЪВЕДЕНИЕ

Възстановяването на витални зъби със значителни разрушения на твърдите зъбни тъкани е сериозно предизвикателство за лекарите по дентална медицина. Това са зъби със запазена зъбна пулпа и отслабени или липсващи стени и/или туберкули. Възстановяването на анатомичната цялост и функцията им чрез директно obtуриране е проблем, тъй като качествата на този вид obtурации са недостатъчни по отношение на абразивоустойчивост, фрактурна резистентност, биоинертност и др.

Възможен избор за възстановяване на витални зъби със значителни разрушения на твърдите зъбни тъкани са индиректните obtурации – неестетични или естетични. Класическото им изпълнение е сложно, трудоемко и скъпо и невинаги със сигурен резултат. Металните индиректни obtурации са с отлична механична здравина, но не отговарят на съвременните критерии за естетика.

През последните години бурно навлизат дигиталните технологии за изработването на индиректни възстановявания. Създават се композиционни материали, подсилени с керамични частици (композитни блокчета за компютърно подпомогнат дизайн/компютърно подпомогнато производство („computer-aided design/computer-aided manufacturing“ – CAD/CAM), за фрезовъчни машини и за лабораторно нанасяне. Разработва се специализирана клинична и лабораторна технология.

Отпечатъците за индиректни композиционни obtурации са традиционни или дигитални. Изработването на инлей, онлей или овърлей е по различни методи – чрез класическа технология; след предварителен компютърен моделаж и

последващо фрезозане на CAD/CAM машина; комбинация от двете.

Какви са предимствата и недостатъците на тези съвременни техники? Каква е точността и дълготрайността на изготвените конструкции? Литературните източници за лабораторни и клинични изследвания относно предимствата и недостатъците на иновативните технологии и материали са недостатъчни и непълни. Това ни дава основание да представим в настоящия дисертационен труд нашата научна разработка за изследване на възстановяването на витални зъби със значителни разрушения с индиректни композиционни обтурации чрез различни методи.

## II. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

**Цел** на настоящата дисертационна разработка е изследване на възстановяването на витални зъби със значителни разрушения с индиректни композиционни обтурации чрез различни методи – конвенционален, хибриден и дигитален.

За осъществяване на тази цел си поставихме следните **задачи**:

1. Анкетно проучване на мнението на лекарите по дентална медицина относно възстановяването на витални зъби със значителни разрушения.

2. Микротомографско изследване на адаптацията на индиректни композиционни обтурации към твърдите зъбни тъкани.

3. *In vitro* изследване на микропроницаемост на индиректни композиционни възстановявания с препаративна граница в емайл и дентин.

4. Оценка на силата на адхезивна връзка между емайл или дентин и два вида композиционни материали, подсилени с керамични частици – лабораторни и блокчета за фрезование.

5. Клинично изследване на витални зъби с големи разрушения, възстановени с индиректни композитни обтурации чрез различни методи.

## СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

### III. МАТЕРИАЛ

За целта на дисертационния труд са проведени анкетни, лабораторни и клинични изследвания. Материалът, използван за осъществяване на проучванията, е следният:

#### Материал по задача № 1

В анкетното проучване са включени 300 ЛДМ с различен трудов стаж, практикуващи на територията на Република България. Анкетите са събирани в периода от юни 2019 до януари 2020 г.

Материалите, използвани в лабораторните и клиничните проучвания за целите на дисертационния труд, са представени в таблица 1.

Табл. 1. Материали, включени в изследванията

Материал	Състав
<b>Лабораторен композит</b> Signum ceramis (Heraeus Kulzer, Hanau, Germany)	<b>Мономер:</b> 27 тегл. % мултифункционални метакрилатни естери; <b>Пълнител:</b> 73 тегл. % силициевни частици
<b>Блокчета за фрезване</b> Cerasmart (GC Europe, Leuven, Belgium)	<b>Мономер:</b> 29 тегл. % Bis-MEPP, UDMA, DMA <b>Пълнител:</b> 71 тегл. % силициевни частици (20 nm), бариево-стъклени частици (300 nm)
<b>Композиционен самоадхезивен цимент</b> iCEM (Heraeus Kulzer, Hanau, Germany)	<b>Мономер:</b> 51 тегл. % уретан и ди-, три- и мултифункционални акрилатни мономери <b>Пълнител:</b> 49 тегл. % пълнежни частици
<b>Силан</b> Silan IT (ITENA, Paris, France)	Етанол (96%), силан (4%)
<b>Адхезив</b> Prime&Bond Universal (Dentsply Sirona, Germany)	PENTA, 10-MDP, 10–24.5% изопропанол, 5–24.5% вода

При изпълнение на лабораторните и клиничните задачи е използван адитивен А-силикон Variotime Putty (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*) и коректурен отпечатъчен материал Light Flow Variotime (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*). За обработка на вътрешната повърхност на инлеите е използван пяск с 99.7% съдържание на  $Al_2O_3$  и размер на частиците 50  $\mu m$  Cobra (*Renfert, Hilzingen, Germany*). Кавитетите са препарирани с диамантени пилители № 3131 с диаметър 2.5 mm и 3227 с диаметър 1.6 mm (Expert set 4562, *Komet, Lemgo, Germany*). След циментиране готовите конструкции са полирани с гуми Diapol – Set RA 305 (*EVE, Keltern, Germany*). За клиничното изследване се използва калциево-хидроксидна превръзка Dycal (*Dentsply Sirona, Konstanz, Germany*), ГЙЦ Fuji I (*GC Europe, Leuven, Belgium*), безевгенолов временен цимент Freegenol (*GC Europe, Leuven, Belgium*) и материал за временни конструкции PreVision Temp (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*).

## ЛАБОРАТОРНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

### Материал по задача № 2

За целите на *in vitro* изследването по задача 2 са използвани 30 екстрахирани човешки премолара, на които са препарирани 30 МОД кавитета за естетични инлеи. Инлеите са изработени по 3 различни метода.

На всеки от obtурираните зъби са направени по 15 дигитални среза в равнините XYZ (сагитална, трансверзална, аксиална), общо 450 среза. На всеки инлей е измерен микропроцеп в 120 точки, съответно 3600 точки за всички изследвани образци.

КМТ се извърши в Лабораторията по 3D дигитализация и микроструктурен анализ към Института по информационни и комуникационни технологии към БАН.

### **Материал по задача № 3**

За целите на *in vitro* изследването по задача 3 са използвани общо 45 екстрахирани човешки премолара. На тях са изработени 45 стандартизирани МОД кавитети, като медиално границата на гингивалната основа (ГО) е в емайл, а дистално в дентин. Тези кавитети са obtурирани с композиционни инлеи, изработени по три различни метода. Всяка група от по 15 образеца е използвана за анализ на микропросмукване чрез багрилен метод (0.5% разтвор на метиленово синьо). Изработени са общо 90 зъбни среза от трите изследвани групи и е оценено микропросмукването по ГО в посока аксиалната стена на кавитета.

Оценка на степента на микропросмукване се извърши в Лабораторията за експериментално изследване на дентални материали (ЛЕИДМ) на ФДМ, МУ – София.

### **Материал по задача № 4**

За целите на *in vitro* изследването по задача 4 са използвани 32 екстрахирани човешки молара. Якостта на опън е оценена върху 80 гредички, изработени от емайл/дентин и композиционен материал.

Оценката на якост на опън се извърши в ЛЕИДМ на ФДМ, МУ – София

## **КЛИНИЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ**

### **Материал по задача № 5**

За целите на клиничното изследване са включени 48 пациенти на възраст от 18 до 60 год., живеещи в град София. Те са запознати с целите на изследването и предварително са

подписали информирано съгласие и декларация за защита на личните данни.

Избрани са общо 54 витални дъвкателни зъба със значителни разрушения на клиничната корона. Всеки един от тях е възстановен индиректно, като за целта са използвани материали Signum ceramis (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*) и Cerasmart (GC). Формирани са 3 групи в зависимост от отпечатъчната техника и използвания материал:

**Група 1:** конвенционален метод – стандартен отпечатък и Signum ceramis – 25 пациенти;

**Група 2:** хибриден метод – стандартен отпечатък и Cerasmart – 15 пациенти;

**Група 3:** дигитален метод – дигитален отпечатък и Cerasmart – 14 пациенти.

Критериите за подбор на пациенти и дефекти са описани в табл. 2.

**Табл. 2.** Критерии за подбор на пациенти и дефекти.

<b>Пациенти</b>	<b>Дефекти</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Над 18 години</li><li>• Добра орална хигиена</li><li>• Добро състояние на налични композиционни obtурации</li><li>• Липса на пародонтални заболявания</li><li>• Без данни за бруксизъм и бруксомания</li><li>• Липса на данни за алергия към композиционни материали</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Витални зъби</li><li>• Дъвкателни зъби</li><li>• Наличие на съседни зъби</li><li>• Първичен или вторичен кариес</li><li>• Размер на лезията над 2/3 от междутуберкулното разстояние, липсващ туберкул или стена</li></ul>

## IV. МЕТОДИ

### Методи по задача № 1

За осъществяване на проучването сред лекарите по дентална медицина се използва анкетен метод. Анкетната карта, състояща се от 17 въпроса, е изготвена на хартиен и електронен носител Google Forms (*Google LLC, California, USA*).

### Методи по задача № 2

Селектираните зъби за задача 2 са почистени са с ултразвуков апарат от меки тъкани и налепи. Изследвани са под увеличение  $\times 9$  за пукнатини и хипопластични дефекти със стереомикроскоп Leica S6 (*Leica Microsystems, Wetzlar, Germany*) и са съхранявани в 0.1% разтвор на тимол на стайна температура до извършване на изследването. Образците са поставени в гипсови блокчета (IV клас гипс, Ostarock (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*), като между гипса и зъба се добавя кремообразна маса на силиконов материал тип A Light Flow Variotime (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*) за по-добра фиксация.

#### ***Препариране на кавитети***

Зъбите са разпределени в три групи по 10 зъба ( $n=10$ ) и са изработени медио-оклузо-дистални (МОД) кавитети за инлеи със следните параметри: 2 mm широчина и 2 mm дълбочина в оклузалната част; 4 mm дълбочина и 4 mm широчина в проксималната част. Ръбовете на кавитета са без фаза. Степента на дивергенция на кавитетните стени е  $12^\circ$ . За постигане съпоставимост на кавитетите за препаратията са използвани пилители: № 3131 с диаметър 2.5 mm и 3227 с диаметър 1.6 mm (Expert set 4562, *Komet, Germany*).

#### ***Вземане на отпечатък и изработване на конструкции***

**Група 1 (конвенционален метод).** След изготвянето на кавитетните форми от естествените зъби са взети отпечатъци

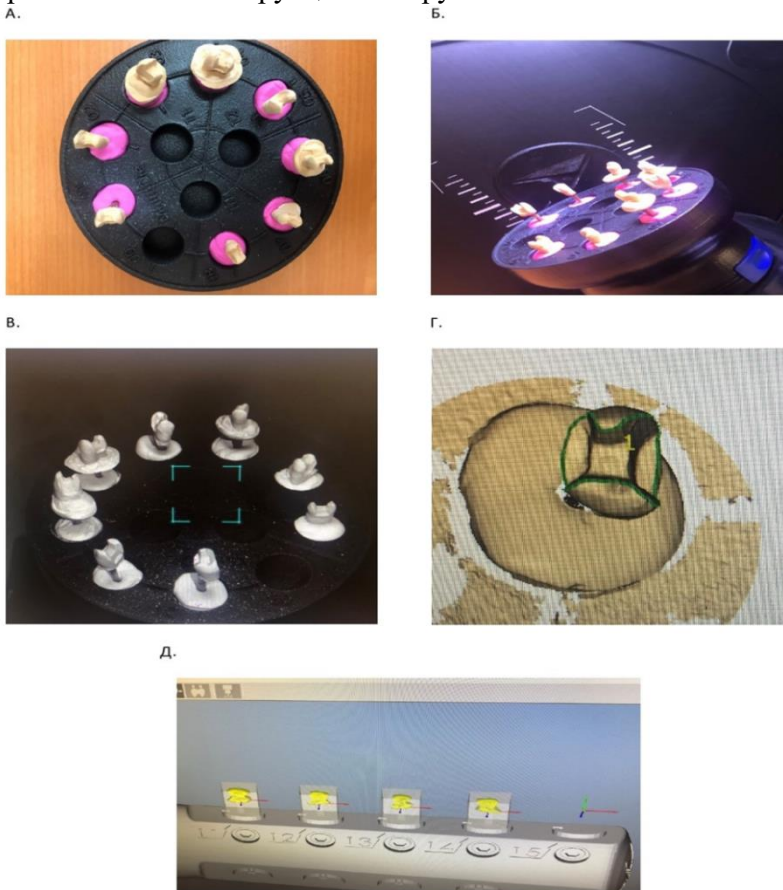
с А силикон Variotime (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*) по едноетапен двуфазов метод. Изготвени са модели от твърд гипс с подвижни пънчета (IV клас гипс, Octarock, Kulzer). Върху така подготвените модели са изработени инлеи от лабораторен композит Signum ceramis (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*). Материалът е нанесен послойно, с цвят А3, като е използвана моделираща течност (C&V liquid, *Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*). За осъществяване на максимална полимеризация, след нанасянето на всеки слой лабораторен композит, моделът е поставян в пещ Hi Light power 3D за 6 s. След завършване на инлея се извършва окончателна обработка в пещта за 90 s. По този начин е осъществена пълна полимеризация на изследваните образци чрез въздействие със светлина с дължина на вълната от 430 nm и топлина. Така изготвените инлеи са ажустирани върху гипсовите модели и полирани.

**Група 2 (хибриден метод).** Взети са едноетапни двуфазни отпечатъци с А силикон Easy putty Variotime (*Heraeus Kulzer*) и Light Flow Variotime (*Heraeus Kulzer*). Изработени са модели от твърд гипс с подвижни пънчета (IV клас гипс, Octarock, Kulzer), които са сканирани чрез лабораторен скенер Evolution Zfx (*Zimmer Biomet, Palm Beach Gardens, FL, USA*). След дигитално сканиране са моделирани инлеи с помощта на софтуер Zfx Exocad (*Zimmer Biomet, Palm Beach Gardens, FL, USA*). Зададено е предварително разстоянието между кавитета и конструкцията – 50  $\mu\text{m}$ . Чрез 5-осна машина за фрезозане Zfx in house 5x (*Zimmer Biomet*) от композиционни блокчета CERASMART (*GC Europe, Leuven, Belgium*) са фрезозани готовите конструкции (фиг. 1).

**Група 3 (дигитален метод).** Взети са дигитални отпечатъци с интраорален скенер Intra scan Zfx (*Zimmer Biomet*). Инлеите са моделирани дигитално с помощта на софтуер Zfx Exocad (*Zimmer Biomet*). Зададено е предварително разстояние между кавитета и конструкцията 50  $\mu\text{m}$ .

Готовата конструкция е фрезувана чрез 5-осна машина за фрезование Zfx in house 5x (*Zimmer Biomet*) от композиционни блокчета CERASMART (*GC Europe, Leuven, Belgium*).

На фигура 1 са представени отделните етапи от изработване на конструкциите в група 2.



**Фиг. 1.** Изработка на CAD/CAM инлеи: А) Подготовка на подвижни пълнчета за сканиране; Б) Сканиране на образци; В) 3D визуализация; Г) Очертаване границите на кавитета; Д) Дигитално пренасяне на данни за изрязване на конструкции до фрезоващата машина

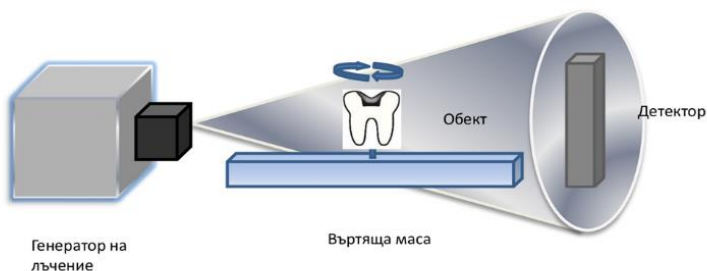
### ***Циментиране на конструкцията***

Готовите конструкции са ажустирани върху естествените зъбни модели и са фиксирани със самоадхезивен цимент iCEM Self adhesive (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*) според инструкциите на производителя. Вътрешната повърхност на инлеите е обработена чрез пясъкоструене ( $50\mu\text{m Al}_2\text{O}_3$ ), след което е нанесен силан Silan IT (*ITENA, Paris, France*).

Самоадхезивният цимент е подготвен, нанесен върху готовата конструкция, която се фиксира в кавитета. Излишният цимент е отстранен след първоначалната светлинна полимеризация за 1–2 s. След това отново е извършено полимеризиране за 30 s от всяка страна. Окончателното втвърдяване на цимента настъпва без светлина за 2.5 min при натиск от лекаря на конструкцията към кавитета.

### ***Микротомографско компютърно изследване***

Измерването на маргиналия и вътрешния процеп се извършва чрез компютърен микротомограф Nikon XT H 225 (*Nikon Metrology, Inc., Americas*). Системата се състои от 225 kV микрофокусен рентгенов излъчвател, 5-осна ротационна маса и плосък детектор Varian 2520 с размер на пикселите  $127\mu\text{m}$ . Образците са стабилизирани на държач, перпендикулярно на рентгеновия лъч. Всеки от тях е сканиран индивидуално за оптимална резолюция. Образът е получен, използвайки 100 kV напрежение и 100  $\mu\text{A}$  енергия на рентгеновите лъчи. Образците се въртят непрекъснато по време на сканирането. 3000 обекта са събрани от 360 градуса с 500 ms време на експозиция за обект (фиг. 2). След приключване на изследването CT Pro 3D е използван за 3D реконструкция на образа. Чрез VGStudio MAX 2.2 software (*Volume Graphics GmbH*) се визуализират данните от КМТ. След сканирането е използван софтуер СТАп (*Bruker, Kontich, Belgium*), за да се възпроизведе образ.



**Фиг. 2.** Схема на компютърно микротомографско изследване

### ***Измерване на резултатите***

В буко-лингвално направление са наблюдавани 5 равни среза – един в центъра на зъба и по два във всяка посока от него. Две абсолютни маргинални несъответствия (АМН) и два оклузални маргинални процепа (ОМП) са измерени за всеки срез и така се получават общо 20 стойности. В мезио-дистално направление са направени отново 5 равни среза – един централен и по два медиално и дистално от него, на равно разстояние. Дванадесет точки са измерени на всеки от получените образци: две за абсолютно маргинално несъответствие (АМН), две за гингивален маргинален процеп (ГМП), четири за оклузален вътрешен процеп (ОВП) и четири за аксиален вътрешен процеп (АВП) – общо 60. В оклузо-гингивално направление са направени 5 трансверзални среза – един централен и по два гингивално и оклузално от него. Осем точки са измерени на всеки образец – четири за абсолютно маргинално несъответствие (АМН) и четири за проксимален маргинален процеп (ПМП) – общо 40. За всеки инлей се измерват общо 120 точки.

### Методи по задача № 3

Подборът на премоларите и подготовката им за експеримента са като описаните в задача 2.

#### ***Конфигурация на кавитетите за композитни инлеи***

Зъбите са разпределени в три групи по 15 зъба (n=15). Изработени са МОД кавитети за инлеи със следните размери:

- Междутуберкулното пространство – 2 mm широчина и 2 mm дълбочина.
- Медиалната апроксимална част на кавитета – 4 mm дълбочина и 4 mm широчина. Маргиналният ръб на гингивалната основа е в емайлова тъкан и е над емайлоциментовата граница.
- Дисталната апроксимална част на кавитета – 5 mm дълбочина и 4 mm широчина. Маргиналният ръб на гингивалната основа е в дентинова тъкан и е под емайлоциментовата граница, циментът е отстранен с кюрета.
- По ръбовете на кавитета не е изработена фаза. Степента на дивергенция на кавитетните стени е 8–12°.

Зъбите с изготвените експериментални кавитети са поставени в гипсови блокчета (IV клас гипс, *Octarock, Kulzer*), като преди да бъдат поставени в тези блокчета са изработени държачи за зъбите от отпечатъчни материали – С-силикон *Zetaplus* солид (*Zhermack, SpA, Rovigo, Italy*) и *Oranwash L* (*Zhermack, SpA, Rovigo, Italy*). Дентинът на образците е запечатан имедиатно с адхезив *Prime&Bond Universal* (*Dentsply Sirona, Konstanz, Germany*).

#### ***Методи на изработване на композитни инлеи***

Изработването на композитните инлеи е извършено по същия начин, както в задача 2:

- група I (конвенционален метод);
- група II (хибриден метод);
- група III (дигитален метод).

След окончателното циментиране готовите образци са поставени във физиологичен разтвор за две седмици в термостат при 37°C. Всички образци са подложени на термоциклиране 5°C/55°C. Направени са 1000 термоцикъла. Цикълът е с продължителност 30 s за температурна стойност и интервал от 15 s.

Подготвените образци са покрити с киселиноустойчив лак до 1 mm от повърхността на обтурациите, апексите са запечатани с материал на композитна основа (PreVision Temp – *Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*). След тази подготовка образците са потопявани в 0.5% разтвор на метиленово синьо за 12 h при 37°C в термостат. Следва промиване под течаща вода и подсушаване върху абсорбираща филтърна хартия.

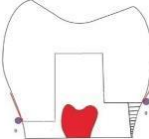
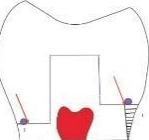
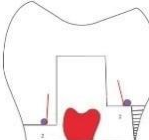
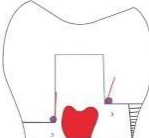
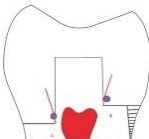
Образците са включени в епоксидни блокчета и са срязани надлъжно с микротом *Leica SP 1600 (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany)* в медиодистално направление през центъра на обтурацията. Двете половини са изследвани със стереомикроскоп *Leica S6 (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany)* под увеличение x40 за микропросмукване на багрило.

### ***Оценка на микропросмукване***

На всеки кавитет е направен един надлъжен разрез и по този начин са оценени 2 срезни повърхности (n=30).

Критериите, които са използвани за оценка, са следните (табл. 3):

**Табл. 3.** Скала за оценяване на микропросмукване по ГО в посока аксиалната стена на кавитета

Оценка на микропросмукване по гингивалната основа	Стойност	Графично изображение
Липса на просмукване по гингивалната основа	0	
Просмукване до 1/3 от гингивалната основа	1	
Просмукване между 1/3 и 2/3 от гингивалната основа	2	
Просмукване над 2/3 от гингивалната основа	3	
Просмукване по аксиалната стена	4	

#### Методи по задача № 4

##### *Изработване на композиционни плочки:*

Един от композитите – CERASMART (GC Europe, Leuven, Belgium), представлява готови CAD/CAM блокчета. От тях са изработени 16 цилиндрични еталонни модела с височина 4 mm и дължина 8 mm.

Другият материал, обект на изследването, е конвенционален лабораторен композит Signum ceramis – *Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*. За окончателното изработване на аналогични еталонни модели от него се налага първоначално полимеризиране на материала в предварително изработена матрица. За целта готовите CAD/CAM блокчета са използвани и за направата на негативни силиконови отпечатащи (матрици). Получените модели от тях са поставени в тествообразен силикон, за да се направи калъп за конвенционалния лабораторен композит – Signum ceramis (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*). След втвърдяване на силиконовата маса, материалът за фрезование се изважда и в готовата форма на две порции последователно е нанесен конвенционалният лабораторен композит. Всяка порция от него се полимеризира за 6 s, като след отстраняването на образеца от калъпа се извършва окончателна полимеризация за 90 s в Hi Light power 3D (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*) пещ. По тази технология са изработени 16 образеца от всяка група композиционен материал.

### ***Изработване на емайлови образци***

На 16 молара букално и лингвално е отделена емайловата повърхност с помощта на диамантен пилител, като условно и накратко ще ги наречем „емайлови плочки“. След това те са разделени в четири равни групи (x4 образеца във всяка). Към група А и В са циментирани композиционни блокчета с височина 4 mm от лабораторен композит Signum ceramis (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*), а към група С и D CAD/CAM блокчета CERASMART (*GC Europe, Leuven, Belgium*) отново с височина 4 mm с помощта на самоадхезивен цимент iCEM Self adhesive (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*). Емайловата повърхност не се обработва (според указанията на

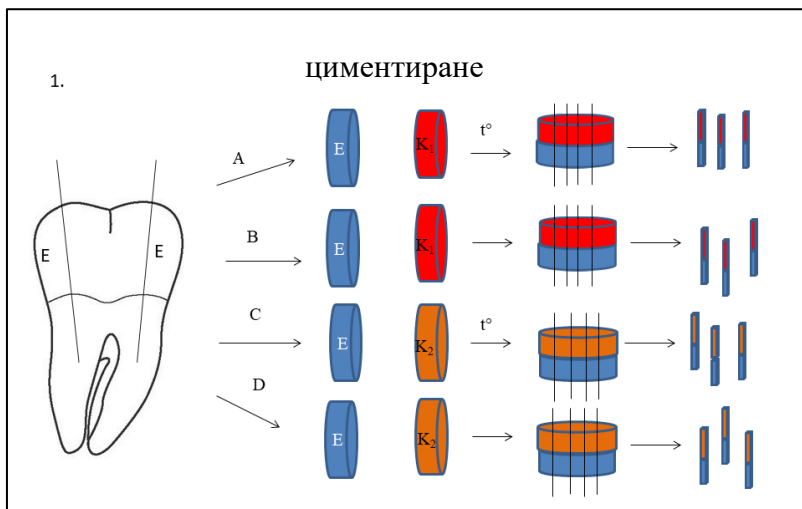
производителя на циментиращото средство), а тази на композиционните материали подлежи на пясъкоструене ( $50\mu\text{m Al}_2\text{O}_3$ ) при 3 atm за 20 s, след което се нанася силан.

Пробните тела от групи А и С са подложени (в продължение на 1000 цикъла) на стресово/контрастно термично натоварване. То се осъществява на машина Thermocycler (*SD Mechatronik, Munich, Germany*) при температура на ваните съответно 5 и 55°C. Престоят в горещата и студената вани е с продължителност от 30 s, а времето на задържане преди потопяване в някоя от тях – 15 s.

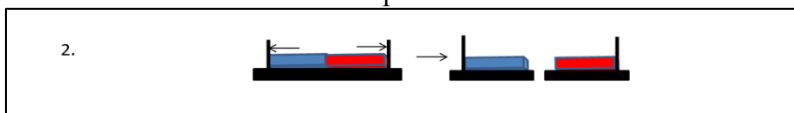
След етапа на термоциклиране всяко пробно тяло е включено в епоксиден блок. С помощта на микротом Leica SP 1600 (Leica) този блок, при непрекъснато водно охлаждане, е разрязван в три взаимно перпендикулярни равнини до получаване на миниатюрни пробни тела (гредички) за физико-механични изпитвания. Размерите на квадратното сечение са 2x2 mm.

Пробните тела от групи В и D също са включени в смола, но не са подложени на термоциклично стареене. Те директно са нарязани на пробни тела с горечитираните размери.

За оценка на якостта на опън (фиг.3), изработените по гореописания начин гредички, са подходящо позиционирани в стенд LMT 100 (*LAM. Tehnologies, Firenze FI, Italy*) и подложени на статично натоварване на опън със скорост 0.5mm/min. Регистрираната максимална стойност на силата (N) на съпротивление на пробното тяло, разделена на изходното му напречно сечение (S), се дефинира като якост при натоварване на опън с размерност MPa.



**Фиг. 3(1).** Схема на изработване на емалови образци за тестване на микроопън



**Фиг. 3(2).** Тестване на якост на микроопън

Легенда: E – емал, K1 – композит 1 (Signum ceramis), K2 – композит 2 (Cerasmart),  $t^{\circ}$  – термоциклиране.

### ***Изработване на дентинови образци***

На 16 от зъбите с помощта на диамантен пилител е отстранена оклузалната трета. Цели се разкриване на дентина. След това е отстранена и долната третина на короната, за да се получи своеобразна „дентинова плочка“. Дентиновата повърхност е обследвана с помощта на увеличение (x9) за липсата на емал и пулпна тъкан. Така подготвените дентинови образци са разделени в четири равни групи (x4 образца във всяка), като към група E и F са циментирани композиционни блокчета с височина 4 mm от лабораторен композит Signum ceramis (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*), а

към група G и H – CAD/CAM блокчета CERASMART (*GC Europe, Leuven, Belgium*), с помощта на самоадхезивен цимент iCEM Self adhesive (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*).

Дентиновата повърхност не подлежи на предварителна обработка според указанията на производителя на циментиращото средство, а тази на композиционните материали подлежи на пясъкоструене ( $50 \mu\text{m Al}_2\text{O}_3$ ) при 3 atm за 20 s, след което се нанася силиан.

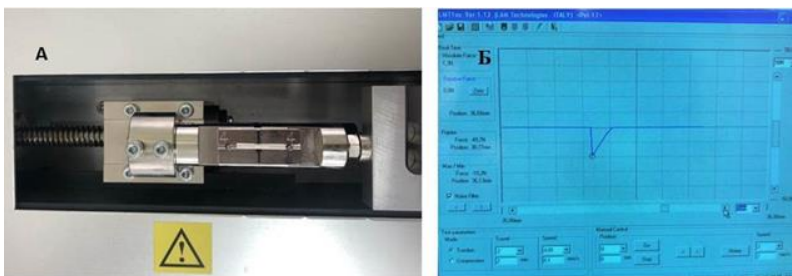
Попадналите в групи E и F „дентинови плочки“ аналогично са циментирани към 8 композитни еталона Signum ceramis, а попадналите в групи G и H – към 8 еталона от CERASMART (с помощта на самоадхезивен цимент iCEM Self adhesive (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*)).

Както при емайловите пробни тела, така и тук дентиновите пробни тела от групите E и G са отделени за термоциклични натоварвания при гореописаните условия.

След етапа на термоциклично въздействие всички пробни тела (включително и тези от групите F и H) поотделно са включени в активирана епоксидна смола и оставени така за 72 часа до пълното ѝ втвърдяване. Следва аналогично изработване на пробни тела за определяне на адхезионната якост. Изпитванията са проведени при същите условия, а получените данни са обработени аналогично.

На фигура 4А е онагледено първоначалното състояние на пробното тяло в машината за физико-механично изпитване.

Представена е софтуерно генерирана случайно избрана фигура, отразяваща поведението на пробното тяло по време на статичното му натоварване (LTM1 ver.1.12 на *LAM Technologies, Florence, Italy*) (фиг. 4Б).



**Фиг. 4.** Изпитване на якост на опън. А) Принципна схема на изпитването за определяне на адхезионна якост на опън чрез микротест – опитно тяло, фиксирано към подвижната и неподвижна челюсти на тестващата машина. Б) Зависимостта "сила-преместване", описваща съпротивлението на пробното тяло, регистрирано по време на натоварването му

## Методи по задача № 5

В изследването са включени два материала за индиректни obturации: Signum ceramis и Cerasmart. Използвани са три техники за отпечатък и получаване на информация за кавитетната форма: стандартен отпечатък, стандартен отпечатък/лабораторен скенер, дигитален отпечатък.

***Клиничните етапи за изработка на индиректните obturации са:***

*Първи клиничен етап:*

1. Определяне на вида на конструкцията и материала, от който ще бъде изработена. Подписване на информирано съгласие (Приложение 2).
2. Препариране и подготовка на зъбната повърхност:
  - Полиране на зъба с наличен дефект.
  - Поставяне на анестезия.
  - Изолиране на оперативното поле.

- Препариране на кавитет без минирни места с борери с едрина на абразива 80  $\mu\text{m}$  и финирни борери – 25  $\mu\text{m}$ .

- Дивергенция на стените 8–12° за лабораторен инлей/12–17° за CAD/CAM инлей.

- Заоблени вътрекавитетни ъгли.

- Кавитетен ръб – дизайн без изработване на фаза (ръбът на обтурацията спрямо ръба на кавитета е под 90°).

- Минимална дълбочина 2 mm.

- Минимална широчина 2 mm.

- При необходимост редукция на туберкулите и минимално отстояние от антагонистите 2 mm.

3. При необходимост поставяне на  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  превръзка – Dycal (*Dentsply Sirona, Konstanz, Germany*) и подложка от ГЙЦ – Fuji I (*GC Europe, Leuven, Belgium*).

4. Иmediатно дентиново запечатване.

5. Отпечатък.

- Поставяне на ретракционна корда 000 Ultrapak Knitted Cord (*Ultradent, South Jordan, UT, USA*).

- Подготовка за стандартен/дигитален отпечатък.

- Вземане на отпечатък с цели лъжици и А-силикон едноетапно/дигитален отпечатък.

6. Изработване на временно възстановяване от PreVision Temp (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*) и циментиране с безевгенолов цимент Freegenol (*GC Europe, Leuven, Belgium*).

### *Лабораторен етап*

**За група 1 (конвенционален метод).** Отливане на гипсов модел, изработване на постоянна конструкция от зъботехник.

**За група 2 (хибриден метод).** Отливане на гипсов модел, сканиране с лабораторен скенер Evolution Zfx. След това се извършват всички стъпки, както при група 3.

### **За група 3 (дигитален метод)**

1. Анализ на границата на конструкцията по дигиталния модел и обсъждане на бъдещия моделаж.
2. Дизайн на конструкцията на CAD software.
3. Изпращане на дизайна на конструкцията на CAM software и изработване от машината.

Вътрешните повърхности на всички готови конструкции от трите групи се обработват чрез пясъкоструйник с  $AL_2O_3$  и 2 bar налягане.

### *Втори клиничен етап*

1. Премахване на временна конструкция/обтурация.
2. Ажустиране на готовата конструкция към съседните зъби и към кавитета – силиконова проба.
3. Дефинитивно циментиране на CAD/CAM конструкцията:
  - Подготовка на готовата конструкция:
    - Промиване.
    - Подсушаване.
    - Почистване с алкохол 70%.
    - Нанасяне на силан.

- Подготовка на повърхността на кавитетната препарация:

- Изолация на работното поле.
- Почистване на кавитета с кислородна вода и спирт.
- Подсушаване.
- Аплициране на самоадхезивен цимент върху повърхността на кавитетната препарация и поставяне на инлея с натиск.

- Полимеризиране за 6–8 s и отстраняване на излишния цимент с помощта на сонда и интердентален конец.

- Пълна полимеризация от всички страни 2 пъти по 40 s.

4. Наартикулиране към антагонистите с пилители 40  $\mu\text{m}$  и 15  $\mu\text{m}$ .

5. Полиране с полирни дискове, ленти и гуми Diarol (EVE, Keltern, Germany).

### ***Клинична оценка на индиректните възстановявания***

Извършва се клинична оценка на изходното състояние на индиректните конструкции, както и реоценка на 6, 12 и 24 месеца от изработването им. За целта се използват модифицирани United States Public Health Service критерии (табл. 4), а резултатите се нанасят в предварително изготвена за целта карта на пациента. В началното състояние, на 6-ия, 12-ия и на 24-ия месец се изследва виталитетът на зъбната пулпа чрез електроодонтодиагностика по стандартна методика.

**Табл. 4. Модифицирани USPHS критерии**

Показател и метод на изследване	Alfa	Bravo	Charlie
<b>1. Съвпадение на цвета на обтурацията и на зъба – оглед</b>	Възстановяването съвпада по цвят и трансlucentност с останалите твърди зъбни тъкани.	Възстановяването не съвпада по цвят и трансlucentност с останалите твърди зъбни тъкани, но несъответствието е в допустими граници.	Възстановяването не съвпада по цвят и трансlucentност с останалите твърди зъбни тъкани, несъответствието е недопустимо.
<b>2. Маргинално оцветяване – оглед</b>	Липса на оцветяване по маргиналната граница на обтурацията	Повърхностно оцветяване	Дълбоко оцветяване на широка площ
<b>3. Анатомичен контур – оглед и сондиране</b>	Оптимален	Белези на загуба на материал, без открит дентин, клинично приемлив	Явна загуба на материал, открит дентин, клинично неприемлив
<b>4. Маргинална адаптация – оглед и сондиране</b>	Плавен преход между обтурация и кавитетни стени	Открива се видим дефект само в емайла.	Открива се дефект в дълбочина до ЕДГ.
<b>5. Вторичен кариес – оглед и сондиране</b>	Няма.	Има.	-
<b>6. Апроксимален контакт – оглед и изследване с дентален конец</b>	Плътен контакт	Слаб контакт	Липса на Контакт
<b>7. Повърхностна текстура – оглед и сондиране</b>	Гладка, колкото емайловата повърхност	Повърхностната текстура е като пясъчинки.	Груба Повърхност
<b>8. Загуба на обтурацията – оглед и сондиране</b>	Обтурация със запазена цялост	Липсват части от обтурацията.	Липсва цялата обтурация.

### **Статистически методи**

Статистическите методи са приложени с IBM SPSS Statistics 24 (International Business Machines Corporation, New York, NY, USA).

1. Дескриптивна статистика
  - медиана (Median) – мярка за най-често дадения отговор;
  - стандартно отклонение (SD) – мярка за оценка на средното разсейване;
  - абсолютни (N) и относителни величини (%) – мярка за определяне броя на зъбите и тяхното процентно изражение.
2. Хи-квадрат тест на Пирсън (Chi-square Test) – за анализ на връзка между качествени променливи.
3. Непараметричен тест при две зависими извадки (Wilcoxon matched-pair signed-rank Test) – при сравняване на две средни на две извадки, чиито променливи са качествени (изразени с думи) и са разположени на ординална скала (имат градация).
4. Тест на Колмогоров–Смирнов (One sample Kolmogorov–Smirnov Test) – за анализ на нормалността на разпределението на стойностите в групите;
5. Непараметричен тест при „к“ на брой независими извадки (K Independent Samples Kruskal–Wallis H test) – при сравняване на средни стойности на повече от две групи, разпределението на които не е нормално.
6. Post hoc тест – тест, който да определи между кои групи се е проявила статистически значима разлика. Този тест има различни вариации и в конкретния случай е използван LSD (Least-significant difference) тест.
7. Непараметричен тест при две независими извадки (Mann–Whitney U test) – при сравняване на пропускливостта между една и съща група инлеи, но при различна структура на зъба.
8. Параметричен тест при две независими извадки (Independent Samples T-test) – при сравняване на две средни на две групи ТЗТ, при които разпределението по опън е нормално.
9. Тест на Левин (Leven’s test for Equality of Variances) – за да провери дали разсейването при двете сравнявани групи е еднакво.

## V. РЕЗУЛТАТИ

### Резултати по задача №1

От раздадените 300 анкетни карти 285 или 95% са коректно попълнени и резултатите от тях са обработени. Преобладаващата част от анкетираните (63%) са на възраст до 35 години, а 35% имат клиничен стаж от 5 до 10 години (фиг. 5). Мнозинството респонденти нямат придобита специалност (75%). „Обща дентална медицина“ имат 15% от анкетираните, 6% – „Оперативно зъболечение и ендодонтия“, 2% – „Пародонтология и заболявания на оралната лигавица“, 1% „Орална хирургия“ и 1% „Обществено дентално здраве“ (фиг. 6).

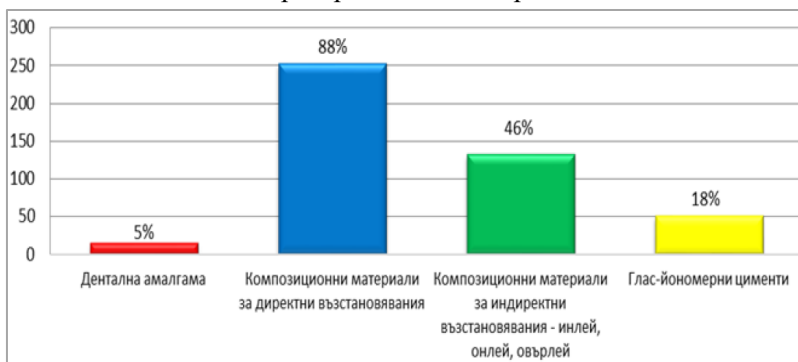
Обобщението на данните показва, че ЛДМ предпочитат употребата на директни КМ за възстановяване на витални зъби със значителни разрушения – 252 лекари (фиг. 7), както и директните методи – 243 лекари (фиг. 8).



**Фиг. 5.**  
Честотно разпределение на анкетираните лекари по дентална медицина по възраст и професионален стаж



**Фиг. 6.** Честотно разпределение по придобита специалност



**Фиг. 7.** Разпределение на предпочитан материал за възстановяване на зъби с големи разрушения на клиничната корона



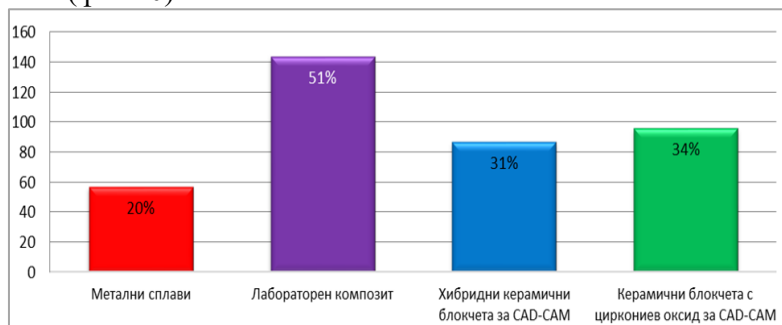
**Фиг. 8.** Разпределение по предпочитана техника

Като причина за загуба на обтурацията 44% (126 анкетирани) посочват фрактура на ТЗТ, 43% (123 анкетирани) – фрактура на обтурацията, 24% (69 анкетирани) – вторичен кариес, 17% (48 анкетирани) – оцветяване ръбове на обтурацията; 14% (39 анкетирани) – загуба на контакт (фиг. 9).



**Фиг. 9.** Причини за загуба на обтурации на витални зъби със значителни разрушения

Най-голям процент ЛДМ посочват, че използват лабораторен композит – 52% (144 анкетирани), следвани от 34% (96 анкетирани) циркониева керамика, 31% (87 анкетирани) хибридни композити. Прави впечатление, че най-малко – 20% (57 анкетирани) използват неестетични материали – метална сплав (фиг.10).



**Фиг. 10.** Честотно разпределение на предпочитан материал за индиректна техника

Според мнението на лекарите по дентална медицина директните възстановявания най-често имат дълготрайност до 5 години (38%). Следващите отговори за тази категория са приблизително равномерно разпределени и варират от 19% до 22%. От статистическия анализ установихме по-голяма дълготрайност за индиректните възстановявания. Тук 45% са се обединили около мнението, че продължителността при тях е над 10 години. Само 7% смятат, че този вид възстановяване има дълготрайност до 5 години (фиг. 11). Разликата в дълготрайността на двата вида obtурации е статистически значима (табл. 5).



**Фиг. 11.** Процентно разпределение на мнението на лекарите за дълготрайността при големите директни и индиректни възстановявания на витални зъби в дисталната област

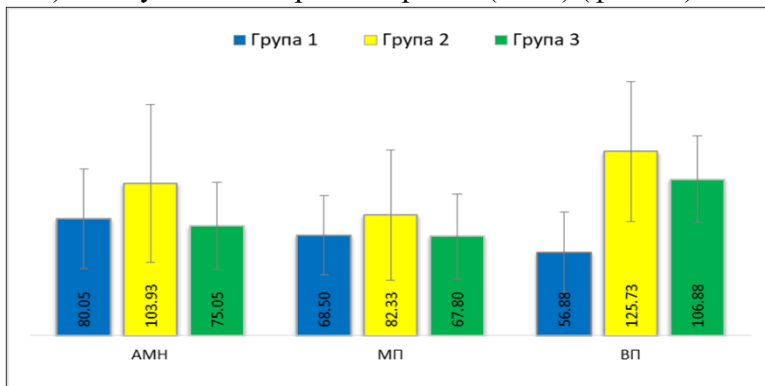
**Табл. 5.** Дълготрайност на директни и индиректни възстановявания на витални зъби

Характеристика	Възстановяване на витални зъби в дисталната област:		Wilcoxon test
	Директни	Индиректни	
Median	До 5 години	Над 10 години	p<0.01
N	150	150	

## Резултати по задача № 2

Резултатите са получени на базата на количествено измерване на процепа между индиректното възстановяване и кавитетна стена или ръба в микрометри ( $\mu\text{m}$ ) чрез компютърно микротомографско изследване. Също така бе оценено абсолютното маргинално несъответствие – дължината между външния ръб на инлея и ръба на кавитета.

Маргиналният процеп е сбор от измерените стойности за гингивален маргинален процеп (ГМП), оклузален маргинален процеп (ОМП) и проксимален маргинален процеп (ПМП). Вътрешният процеп е сумата от аксиалния вътрешен процеп (АВП) и оклузалния вътрешен процеп (ОВП) (фиг. 12).



**Фиг. 12.** Средни стойности на процепа (в микрометри) и несъответствие при различните групи инлеи

*Легенда:* Група 1 – конвенционален метод; Група 2 – хибриден метод; Група 3 – дигитален метод; АМН – абсолютно маргинално несъответствие; МП – маргинален процеп; ВП – вътрешен процеп

След статистически анализ е установено, че има разлика в изследваните групи. Ето защо, освен тест на Колмогоров–Смирнов, се използва непараметричен Kruskal–Wallis H test и Post hoc тест. Резултатите са представени в таблица 6.

**Табл. 6.** Статистически анализ на абсолютното маргинално несъответствие, вътрешен и маргинален процент между изследваните групи. Резултати от средните стойности на изследваните параметри

Изследвани групи \ Параметри	Характеристики	Видове изследвани параметри		
		Абсолютно маргинално несъответствие	Маргинален процент	Вътрешен процент
Група 1 Инлеи по конвенционален метод	Mean	80.05 <sup>A</sup>	69 <sup>A</sup>	57 <sup>A</sup>
	SD	34.01	26.95	27.34
	N	400	400	400
	%	33.33	33.33	33.33
Група 2 Инлеи по хибриден метод	Mean	103.93 <sup>B</sup>	82 <sup>B</sup>	126 <sup>B</sup>
	SD	54.12	30.72	47.67
	N	400	400	400
	%	33.33	33.33	33.33
Група 3 Инлеи по дигитален метод	Mean	75.05 <sup>A</sup>	68 <sup>A</sup>	107 <sup>B</sup>
	SD	29.61	28.76	29.39
	N	400	400	400
	%	33.33	33.33	33.33
Общо	N	1200	1200	1200
	%	100	100	100
Kruskal-Wallis H test	P	p<0.01	p<0.01	p<0.01

\* С различна буква/различен цвят са означени групи, между които има статистически значима разлика след прилагане на Post hoc тест.

След анализ на получените резултати разликата между средните стойности на маргинален и вътрешен процент също се оказва статистически значима. Този извод може да се твърди с вероятност от 99%. Post Hoc анализът показва:

– **абсолютно маргинално несъответствие** – доказана е статистически значима разлика между **група 2 и група 1 (p=0.000)** и **група 2 и група 3 (p=0.000)**, но между група 1 и 3 такава не е открита (p=0,083);

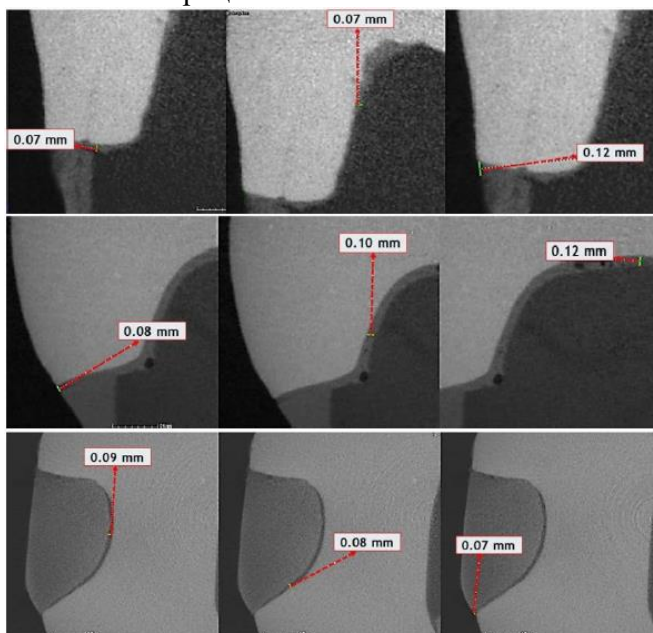
– **маргинален процент** – доказана е статистически значима разлика между **група 2 и група 1 (p=0.000)** и **група 2 и група 3 (p=0.000)**, но между група 1 и 3 такава не е открита (p=0.773);

– **вътрешен процент** – доказана е статистически значима разлика **между всички инлеи: между група 1 и**

група 2 ( $p=0.000$ ), група 1 и група 3 ( $p=0.000$ ) и между група 2 и 3 ( $p=0.000$ ).

Статистически значимо по-лоши са резултатите за маргинален процеп, вътрешен процеп и абсолютно маргинално несъответствие при група 2 (инлеи по хибриден метод) спрямо група 1 (инлеи по конвенционален метод) и група 3 (инлеи по дигитален метод). Група 1 и група 3 имат приблизително еднакви стойности на маргинален процеп, но от абсолютното маргинално несъответствие в група 3 се установяват по-ниски стойности (Mean=75.05) сравнени с група 1 (Mean=80.05), но разликата не е статистически значима. Относно вътрешния процеп група 1 показва статистически значими по-добри резултати (Mean=57), сравнени с група 3 (Mean=107).

На фигура 13 са представени дигитални срезове с измерени стойности за процеп.



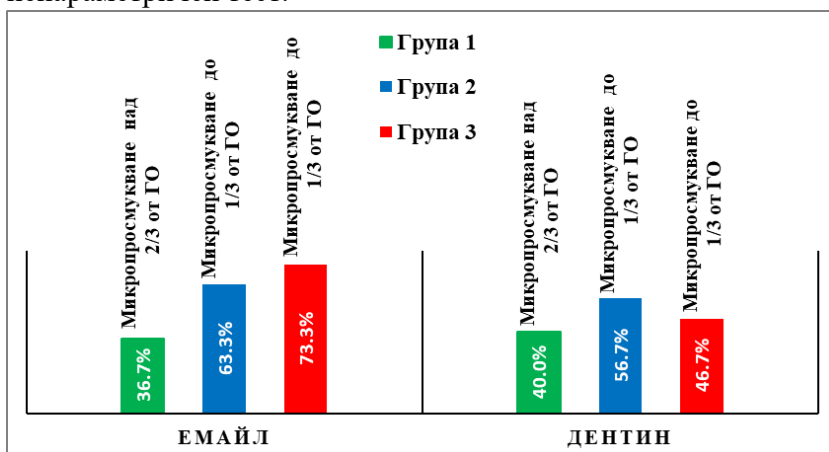
Фиг. 13. Дигитални срезове с измерен процеп

### Резултати по задача № 3

При препарационна граница на ГО в емайл най-голям брой образци от втора (инлеи по хибриден метод) и трета (инлеи по дигитален метод) група показват микропросмукване до 1/3 от ГО. В първата група е отчетена по-висока пропускливост, която е била до аксиалната стена, без да я засяга (фиг. 14).

При препарационна граница в дентина ситуацията е аналогична. В последните две групи се наблюдава пропускливост до 1/3 от гингивалната основа, а в първата група (инлеи по конвенционален метод) – до аксиалната стена, без да я засяга (фиг. 14).

В тази връзка се изследва има ли статистически значима разлика между изследваните групи. Тъй като пропускливостта е измерена на ординална скала (метод за представяне на качествени променливи, при които има градация), за резултатите от статистическата обработка се използва непараметричен тест.



**Фиг. 14.** Модалният отговор във всяка група (представен в %).  
Група 1 – конвенционален метод; Група 2 – хибриден метод; Група 3 – дигитален метод

Резултатите от статистическата обработка са представени на таблица 7.

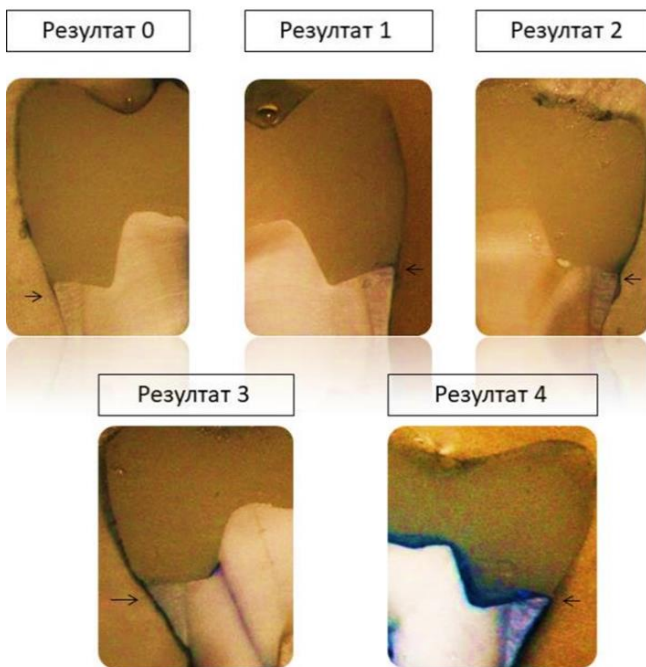
**Табл. 7.** Резултати от статистическата обработка за разлика в пропускливостта между трите групи инлеи

Изследвани групи	Параметри	Характеристика	Граница на ГО	
			Емайл	Дентин
			Пропускливост	
Група 1 Инлеи по конвенционален метод	Median	Микропросмукуване над 2/3 от ГО <sup>A</sup>	Микропросмукуване над 2/3 от ГО <sup>A</sup>	
	N	30	30	
	%	33.33	33.33	
Група 2 Инлеи по хибриден метод	Median	Микропросмукуване до 1/3 от ГО <sup>B</sup>	Микропросмукуване до 1/3 от ГО <sup>B</sup>	
	N	30	30	
	%	33.33	33.33	
Група 3 Инлеи по дигитален метод	Median	Микропросмукуване до 1/3 от ГО <sup>B</sup>	Микропросмукуване до 1/3 от ГО <sup>B</sup>	
	N	30	30	
	%	33.33	33.33	
Общо	N	90	90	
	%	100	100	
Kruskal–Wallis test	P	p<0.01	p<0.01	

\* С различна буква се означават групи, при които се отчита статистически значима разлика.

Резултатите от статистическата обработката на данните доказват, че **няма статистическа разлика** между различното разположение на ГО в една и съща група. Тези изводи могат да се твърдят с вероятност от 95%.

На фигура 15 са представени различни степени на проникване на багрило по ГО.

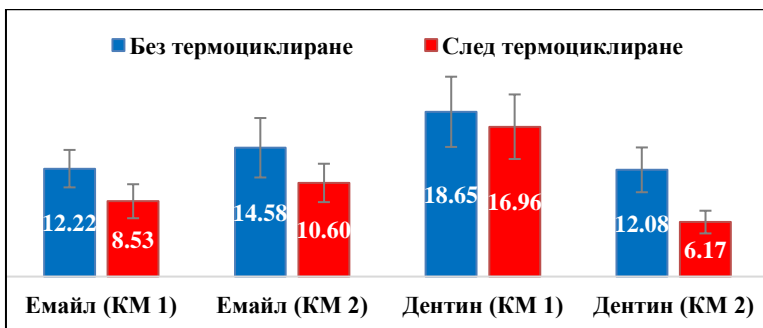


**Фиг. 15.** Различни степени на микропросмукване по ГО в посока аксиална

#### **Резултати по задача № 4**

Показани са средните стойности на якост на микроопън при сравняване на термоциклирани и нетермоциклирани образци от една и съща зъбна структура и един и същи композиционен материал (фиг. 16) и са представени резултатите от статистическата обработка на същите данни (табл. 8).

Резултатите от статистическата обработка показват, че единствено между термоциклираните и нетермоциклираните образци стойностите за оценка на якост на микроопън между дентин и композит 1 (Signum ceramis) няма статистически значима разлика, а значимата, която може да се твърди с 95%, съществува между термоциклираните и нетермоциклираните гредички от емал и композит 2 (Cerasmart). При останалите образци: емал с композит 1 и дентин с композит 2, също се потвърждава статистически значима разлика с вероятност 99%.



**Фиг. 16.** Средни стойности на якост на микроопън на връзката емайл/дентин с композиционен материал без и след подлагане на термична умора (в МРa)

Легенда: КМ 1 – композиционен материал 1 (Signum ceramis), КМ 2 – композиционен материал 2 (Cerasmart)

**Табл. 8.** Резултати от статистическа обработка на разликата между силата на опън при термоциклирани и нетермоциклирани образци

Тествани променливи		Проверявани групи	Характеристика	Термоциклиране		Общо	P
				Да	Не		
Сила на опън [МРa]	Емайл	Композит 1 (Signum ceramis)	Mean	8.53 <sup>A</sup>	12.22 <sup>B</sup>	-	<0.01
			SD	1.93	2.12		
			N	10	10	20	
			%	50	50	100	
		Композит 2 (Cerasmart)	Mean	10.60 <sup>A</sup>	14.58 <sup>B</sup>	-	<0.05
			SD	2.17	3.37		
			N	10	10	20	
			%	50	50	100	
	Дентин	Композит 1 (Signum ceramis)	Mean	16.96 <sup>A</sup>	18.65 <sup>A</sup>	-	>0.05
			SD	3.66	3.98		
			N	10	10	20	
			%	50	50	100	
Композит 2 (Cerasmart)	Mean	6.17 <sup>A</sup>	12.08 <sup>B</sup>	-	<0.01		
	SD	1.28	2.53				
	N	10	10	20			
	%	50	50	100			

\* С различна буква се означават групи, между които има статистически значима разлика.

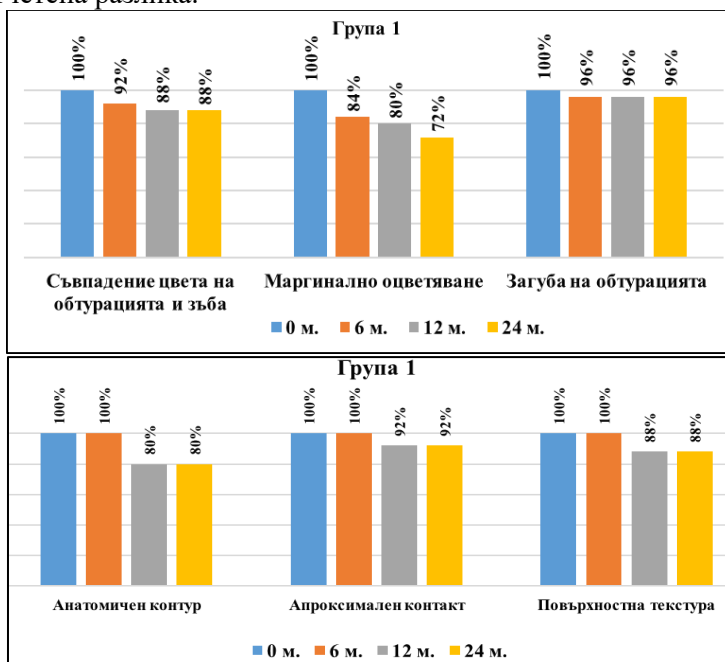
При сравняване на стойностите на микроопън в една и съща група между нетермоциклирани и термоциклирани образци се установи, че между композит 1 (Signum ceramis) и

2 (Cerasmart), циментирани към емайл, без значение от това дали са термоциклирани, няма статистически значима разлика в якостта на микроопън. Разликата, която се наблюдава, има случаен (незакономерен) характер. При дентина обаче се доказва статистически значима разлика в якостта на микроопън в полза на композит 1, без значение дали образците са термоциклирани или не. Този втори извод може да се твърди с вероятност от 99%.

## Резултати по задача № 5

Всички индиректни obtурации, след циментирането им, са с характеристики Alfa.

На фиг. 17 е представен процентно броят на obtурациите, които имат оценка Alfa, в различен интервал от време в група 1 (изработени по конвенционален метод) за показатели, при които е отчетена разлика.



**Фиг. 17.** Промяна в броя индиректни възстановявания след циментиране в група 1 (по конвенционален метод) през различни периоди от време (в %)

Установи се статистически значима разлика в състоянието на обтурациите по показатели „Маргинално оцветяване“, „Повърхностна текстура“ и „Анатомичен контур“. Няма разлика в състоянието на обтурациите по показатели „Маргинална адаптация“ и „Вторичен кариес“ (табл. 9).

На фигура 18 са изобразени показатели, при които се наблюдава разлика през различен интервал от време в група 2 (изработени по хибриден метод). Броят на обтурациите, които имат оценка Alfa, са представени процентно.

В група 2 не е открита статистически значима разлика в състоянието на индиректните възстановявания по изследваните показатели.

На фигура 19 са представени процентно броят на обтурациите, които имат оценка Alfa през различен интервал от време в група 3 (изработени по дигитален метод) по показатели, при които има промяна.

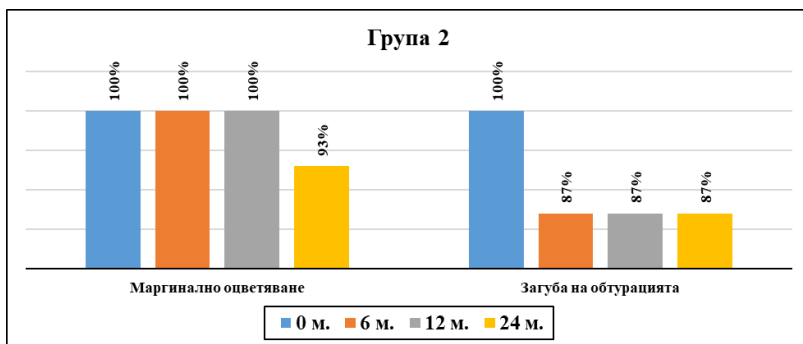
Динамика в състоянието на обтурациите има по показатели „Маргинално оцветяване“ и „Загуба на обтурацията“. При останалите параметри такава разлика не се наблюдава. Резултатите от статистическата обработка са представени в таблица 10.

В група 3 е открита съществена разлика в състоянието на индиректните възстановявания по показател „Маргинално оцветяване“.

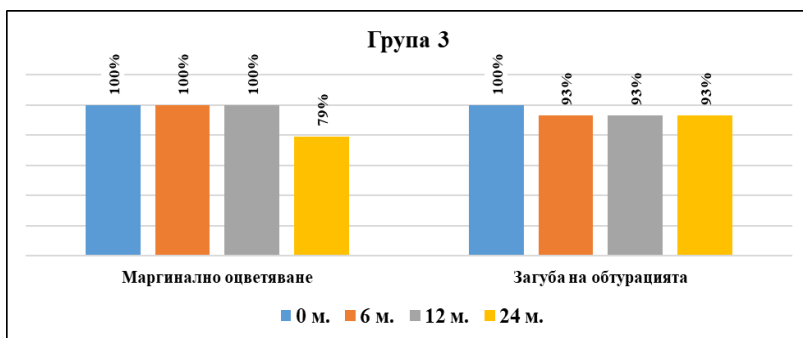
**Табл. 9.** Резултати от статистическата обработка за разлика в състоянието на индиректните обтурации след циментирание в група 1 (изработени по конвенционален метод) през различните периоди от време по изследваните показатели

Показатели	Период от време	Характеристики	Състояние на индиректните обтурации в различен период от времето			
			0 м.	6 м.	12 м.	24 м.
Съвпадение на цвета на обтурацията и на зъба	Median		Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>
	N		25	23	22	22
	%		100	92	88	88
<b>Friedman test</b>	<b>P</b>		<b>p&gt;0.05</b>			
Маргинално оцветяване	Median		Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>B</sup>	Alfa <sup>B</sup>	Alfa <sup>B</sup>
	N		25	21	20	18
	%		100	84	80	72
<b>Friedman test</b>	<b>P</b>		<b>p&lt;0.05</b>			
Анатомичен контур	Median		Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>B</sup>	Alfa <sup>B</sup>
	N		25	25	20	20
	%		100	100	80	80
<b>Friedman test</b>	<b>P</b>		<b>p&lt;0.05</b>			
Маргинална адаптация	Median		Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>
	N		25	25	25	25
	%		100	100	100	100
<b>Friedman test</b>	<b>P</b>		<b>p=1.00</b>			
Вторичен кариес	Median		Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>
	N		25	25	25	25
	%		100	100	100	100
<b>Friedman test</b>	<b>P</b>		<b>p=1.00</b>			
Апроксимален контакт	Median		Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>
	N		25	25	23	23
	%		100	100	92	92
<b>Friedman test</b>	<b>P</b>		<b>p&gt;0.05</b>			
Повърхностна текстура	Median		Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>B</sup>	Alfa <sup>B</sup>
	N		25	25	22	22
	%		100	100	88	88
<b>Friedman test</b>	<b>P</b>		<b>p&lt;1.00</b>			
Загуба на обтурацията	Median		Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>
	N		25	24	24	24
	%		100	96	96	96
<b>Friedman test</b>	<b>P</b>		<b>p&gt;0.05</b>			

\* С еднакви букви са означени периоди без статистическа разлика.



**Фиг. 18.** Индиректни obtурации след циментиране в група 2 (изработени по хибриден метод), при които има промяна в изследваните показатели през различни периоди от време (в %)



**Фиг. 19.** Индиректни obtурации след циментиране в група 3 (изработени по дигитален метод) през различни периоди от време (в %)

След съпоставка на данните между трите групи в началото и на 24<sup>-тия</sup> месец се установи статистически значима разлика единствено по показател „Анатомичен контур“ (табл. 11). Статистическият тест показва, че това изменение в група 1 е съществено спрямо останалите групи ( $p=0.043$ ). Това означава също, че по анатомичен контур резултатите в група 2 и група 3 са статистически значимо по-добри от група 1.

**Табл. 10.** Резултати от статистическата обработка за разлика в състоянието на индиректните възстановявания през различните периоди от време по изследваните показатели

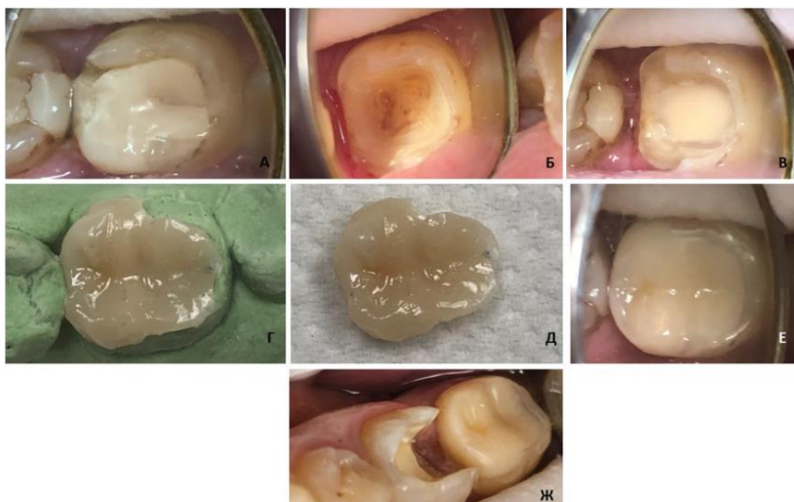
Показатели	Период от време	Характеристики	Състояние на индиректните конструкции в различен момент от времето			
			0 м.	6 м.	12 м.	24 м.
Съвпадение на цвета на обтурацията и на зъба	Friedman test	P	p=1.00			
		Median	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>
		N	14	14	14	14
Friedman test	P	%	100	100	100	100
		Median	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>B</sup>
		N	14	14	14	11
Friedman test	P	%	100	100	100	79
		Median	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>
		N	14	14	14	14
Friedman test	P	%	100	100	100	100
		Median	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>
		N	14	14	14	14
Friedman test	P	%	100	100	100	100
		Median	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>
		N	14	14	14	14
Friedman test	P	%	100	100	100	100
		Median	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>
		N	14	14	14	14
Friedman test	P	%	100	100	100	100
		Median	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>
		N	14	14	14	14
Friedman test	P	%	100	100	100	100
		Median	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>
		N	14	14	14	14
Friedman test	P	%	100	100	100	100
		Median	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>
		N	14	14	14	14
Friedman test	P	%	100	100	100	100
		Median	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>	Alfa <sup>A</sup>
		N	14	13	13	13
Friedman test	P	%	100	93	93	93

\* С еднаква буква са означени периоди без статистически значима разлика.

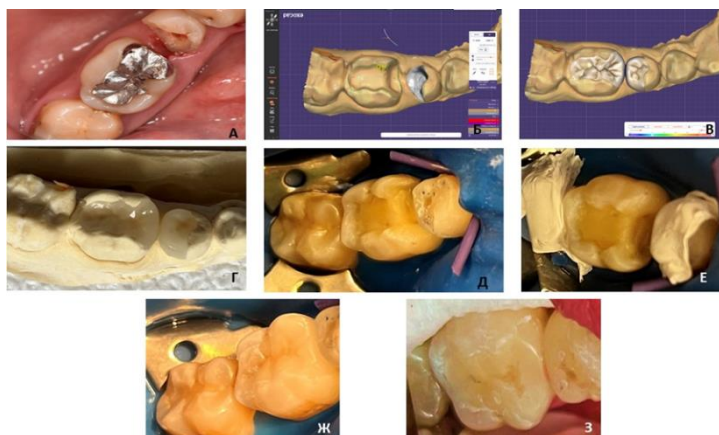
**Табл. 11.** Резултати от статистическата обработка, отчитащи разлика между изследваните групи за период от 24 месеца

Проверявани Групи	Анатомичен контур					
	Група 1 Индиректни възстановявания по конвенционален метод		Група 2 Индиректни възстановявания по хибриден метод		Група 3 Индиректни възстановявания по дигитален метод	
	Alfa		Alfa		Alfa	
	N	%	N	%	N	%
Време						
Начало	25	100	15	100	14	100
24 месеца	20	80	15	100	14	100
Тест на Kruskal-Wallis	$p < 0.05$					

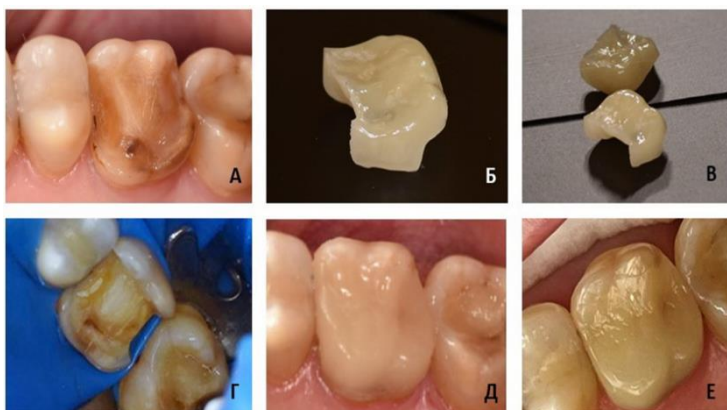
На фиг. 20, 21 и 22 са представени интраорални фотоснимки от изработка и проследяване на индиректни възстановявания, изработени по трите метода.



**Фиг. 20.** Възстановяване на зъб 37. с индиректна композитна обтурация по конвенционален метод: А) Предоперативна фотоснимка. Б), В) Кавитетна препарация. Г), Д) Индиректна конструкция. Е) Следоперативна фотоснимка на начално състояние. Ж) Следоперативна фотоснимка на 24. м.



**Фиг. 21.** Възстановяване на зъби 45. и 46. с индиректни композитни obtурации, изработени по хибриден метод: А) Предоперативна фотоснимка. Б) Дигитално очертаване границите на кавитета. В) Дигитално моделирана конструкция. Г) Гипсов модел с готови конструкции. Д), Е) Кавитет, подготвен за циментиране на конструкцията. Ж) Следоперативна фотоснимка на 0 м. З) Следоперативна фотоснимка на 24 м.



**Фиг. 22.** Възстановяване на зъб 16. с индиректна композитна obtурация по дигитален метод: А) Предоперативна фотоснимка. Б), В) Индиректна конструкция. Г) Кавитет, подготвен за циментиране на конструкцията. Д) Следоперативна фотоснимка на 0 м. Е) Следоперативна фотоснимка на 24. м.

## **VI. ОБСЪЖДАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ**

### **Обсъждане по задача № 1**

Анкетното проучване е метод за събиране на информация относно начина на работа на ЛДМ и информираността им във връзка с възстановителни материали и техники. Както и при други изследвания (Haider, 2017), повечето от респондентите са с малък клиничен стаж и нямат придобита специалност. Вероятно липсата на допълнителна квалификация влияе върху избора на материал и техника при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения.

Затруднения в случаи на obtуриране на обширни кавитети, включващи загуба на туберкул и/или стена, срещат 48% от анкетираните. Laegreid и съавт. (2014), също като нас, в подобно проучване установяват предпочитание за първи избор на материал за директни възстановявания композиционните материали, следвани от индиректни композити. Според тях рядко се използват ГЙЦ и дентална амалгама, каквито са и нашите резултати.

Независимо от стремежа към минимално инвазивна техника на работа, анкетираните в нашето проучване предпочитат цели обвивни корони пред индиректни obtурации. Изборът им е свързан с факта, че те познават техниката по-добре. Новостите в областта на денталната медицина изискват допълнителни обучения. Цената на възстановяването остава на последно място като определящ фактор.

По литературни данни фрактура на obtурацията/ТЗТ или вторичен кариес са основните причини за неуспех на директните композиционни obtурации. В настоящото изследване анкетираните също посочват като главен проблем на директните възстановявания фрактури на obtурациите и на ТЗТ. Това е свързано с биомеханичните проблеми при възстановяване на витални зъби с големи разрушения. Други изследвания (Demarco, 2017), относно причините за неуспех на директни композиционни obtурации, посочват на първо място възникването на вторичен кариес.

По-голямата част от анкетираните (80%) използват индиректната техника на работа. Естетичните материали се предпочитат пред неестетичните. Други автори намират (Lins, 2014), че естетичните и неестетичните материали се използват почти еднакво често. Блокчетата за фрезование все още остават по-малко използвани в сравнение с лабораторните композити.

Подобно на други проучвания (Lins, 2014), и в нашето анкетираните посочват като основен недостатък цената на индиректните възстановявания, следвана от нуждата от допълнителни посещения. Също така се отбелязва и необходимостта от зъботехник за изработване на конструкцията.

Затрудненията, свързани с изработката на индиректните конструкции, са основно: циментиране и изолация на оперативното поле, точен отпечатък, специфичен протокол на работа.

Анкетираните посочват средна продължителност на директните obturации от 5 г., а на индиректните – 10 г., като разликата между тях е статистически значима. Подобни резултати се намират и в други проучвания (Van Nieuwenhuysen, 2003) – средната дълготрайност на директните композиционни obturации е 7.8 год., а на индиректните е над 10 год. Това ни дава основание да мислим, че при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения би трябвало да се използват инлеи/онлеи, въпреки по-високата им цена.

След направен анализ за връзка между професионалния стаж и: вид материал, използване на индиректни конструкции, вид на използваните материали за индиректни конструкции и циментиращи средства, се установи статистически значима корелация. Определено младите колеги по-трудно разбират проблемите, свързани с възстановяването на обширни разрушения на клиничната корона. Колегите с повече опит предпочитат в тези случаи индиректни възстановявания, вероятно поради натрупаната мануалност и познания по въпроса. CAD/CAM техниките са сравнително нови и това

може би обяснява факта, че те не се използват от лекари с по-голям трудов стаж. Част от намерените в литературата изследвания потвърждават нашите резултати и показват, че съществува статистическа връзка между професионалния стаж и избора на материал (Nascimento, 2013).

Открита е връзка между населеното място, вида използван материал и прилагането на индиректни техники на работа. От една страна, в по-големите градове пациентите са склонни да отделят повече средства за дентално лечение, а от друга – ЛДМ са по-информирани и могат да закупят по-скъпа техника, като машини за фрезоване.

### **Обсъждане по задача № 2**

Данните от резултатите в проведеното от нас изследване за група 2 (инлеи по хибриден метод) показват статистически значими по-лоши резултати по отношение на маргинален и вътрешен процеп и абсолютно маргинално несъответствие. Инлеите, изработени по класически метод, имат по-ниски стойности единствено при измерване на вътрешния процеп, сравнени с инлеите по дигитален метод, като тази разлика е статистически значима.

Отстоянието между конструкцията и кавитета е предпоставка за равномерно разпределяне на стреса по време на дъвкателния акт. Печева (2020) приема като нормални стойности за вътрешен процеп стойности от 100–120  $\mu\text{m}$ . В проведеното от нас изследване конвенционалните инлеи имат статистически по-добри резултати както по отношение на оклузалния, така и на аксиалния процеп. Разликата в стойностите на трите изследвани групи би могла да се дължи и на това, че при CAD/CAM конструкциите винаги се залага предварително разстояние между тях и кавитетните стени. В настоящото изследване предварително зададеното място за циментиращото средство е 50  $\mu\text{m}$ , но реално бяха измерени средни размери за група 2 (инлеи по хибриден метод) – 126  $\mu\text{m}$ , а за група 3 (инлеи по дигитален метод) – 107  $\mu\text{m}$ .

Размерът на маргиналният процеп определя възможността за микропроницаемост, а оттам развитие на вторичен кариес и последващи увреждания на зъбната пулпа. По-голямата част от изследователите приемат за нормални стойности до 100–120  $\mu\text{m}$ , което определя нашите резултати като клинично приемливи. По отношение на гингивалния маргинален процеп група 3 (дигитален метод) показва най-добри резултати. От клинична гледна точка разликата между трите групи няма значение, тъй като резултатите за маргинален процеп са в границите на клинично приемливите стойности (група 1 –  $69.05 \pm 29.65 \mu\text{m}$ ; група 2 –  $82.00 \pm 30.72 \mu\text{m}$ ; група 3 –  $68 \pm 28.76 \mu\text{m}$ ) и трите отпечатъчни техники са достатъчно надеждни. Изследване, проведено от Цанова (2018), също потвърждава нашите резултати, че дигиталната отпечатъчна техника може да е клинична алтернатива на конвенционалната. Георгиева (2018) също потвърждава това твърдение, но не открива статистически значима разлика между конвенционалните и хибридните отпечатъчни методи.

При използването на лабораторен скенер се налага да се вземе стандартен отпечатък, който след това се превръща в дигитален модел. В проведеното изследване при група 2 (инлеи по хибриден метод) има възможност за повече грешки и неточности, свързани с прехвърлянето на отпечатъка от протезното поле в гипсов модел, а след това допълнителното сканиране с лабораторен скенер в дигитално копие. При този тип конструкции има няколко проблема: възможност за деформиране и свиване на отпечатъка, разширяване на гипса и деформация на образа при сканиране на модела.

По-голяма част от намерената в литературата информация относно точността на индиректни възстановявания потвърждава нашите резултати.

Pedroche и кол. (2016) оценяват маргиналната и вътрешната адаптация на циркониеви корони, изработени чрез сканиране с интраорален и лабораторен скенер. Конструк-

циите, изработени чрез директна дигитализация, показват статистически по-добри резултати за маргинална и вътрешна адаптация. Подобни резултати относно точността на интраоралните и лабораторните скенери установяват Ahrberg и кол. (2016) и Shimizu и кол. (2017). Техните проучвания показват, че има статистически значими преимущества за интраоралните скенери относно точността и прецизността на получения образ, което съвпада с нашите резултати.

Chang и кол. (2019) изследват маргинален процеп на Co-Cr-Mo метални корони, изработени чрез восьчен моделаж и CAD/CAM техника чрез лабораторен скенер. Първите показват статистически значим по-добър резултат, каквито са и резултатите от настоящото изследване. Средният МП за стандартните корони е  $76\pm 61$   $\mu\text{m}$ , а за CAD/CAM  $121\pm 98$   $\mu\text{m}$ .

Reich и съавт. (2008) съпоставят маргинален процеп при конвенционални и CAD/CAM керамични инлеи. Конвенционалните са изработени чрез двуфазов едноетапен А-силикон, а вторите – чрез CEREC 3D. Първите показват подобри резултати, каквито са и резултатите в настоящото изследване. Zarauz и кол. (2016) също изследват точността на корони чрез стандартен и дигитален (iTERo) отпечатък. Вторите са значително по-точни и с по-малък маргинален процеп. Директната дигитализация на оперативното поле е причина инлеите, изработени чрез дигитален отпечатък, да са по-точни в сравнение с фрезованите с CAD/CAM технология чрез лабораторен скенер, с което представените от нас резултати потвърждават част от намерените в литературата изследвания.

Други автори отчитат по-ниски стойности на маргинален процеп при използване на лабораторен скенер, сравнени с интраорален (Shembesh, 2017). Shembesh и съавт. съобщават за по-добри резултати на маргинален процеп при използване на лабораторен скенер 3M True Definition Scanner, сравнени с iTero (Cadent). Вероятно видът на сканиращото

устройство е причина за разликите в измерените стойности на маргинален процеп.

An и кол. (2014) изследват точността на циркониеви корони след изцяло дигитален отпечатък и сканиране на гипсов модел чрез iTero (Cadent). Те не откриват статистически значима разлика в размера на маргинални процеп при двете изследвани групи, което е в противовес с получените от нас резултати.

Печева (2020) установява, че CAD/CAM възстановяванията са по-прецизни по показател маргинална адаптация от прес-керамичните възстановявания.

Haddadi и кол. (2019) провеждат клинично изследване на маргинална и вътрешна адаптация на керамични корони чрез техника на силиконов дубликат. Резултатите за маргинален процеп при корони, изработени чрез стандартен отпечатък, са близки до резултатите, отчетени за конвенционални инлеи в настоящото изследване – 78  $\mu\text{m}$ . За разлика от проведеното от нас проучване, изработените чрез CAD/CAM технология и интраорален скенер, дават значително по-добри резултати.

Park и съавт. (2016) изследват маргинална и вътрешна адаптация на два вида CAD/CAM блокчета – Lava ultimate (LU, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) и нанокерамични композитни блокчета. Първите показват по-добри резултати за ОВП  $175.44 \pm 5.85 \mu\text{m}$ , АВП  $111.05 \pm 5.29 \mu\text{m}$ , а за ГМП  $48.72 \pm 4.07 \mu\text{m}$ . В проведеното от нас изследване стойностите на фрезованите CAD/CAM инлеи за ОВП и АВП са близки до техните, но за ГМП са по-високи, както за групата с лабораторен скенер, така и за тази и с интраорален. Това вероятно се дължи на различия в методиката на измерване. Park и съавт. измерват процепа чрез дигитални снимки, където възможността за грешка е по-голяма, за разлика от КМТ, използвана в настоящото изследване.

### Обсъждане по задача № 3

Микропросмукването остава основен проблем в оперативното зъболечение, въпреки напредъка в създаването на нови материали и техники. Под микропросмукване се разбира движението на бактерии, течности, молекули или йони между зъба и ръба на obtурацията. Вследствие може да възникнат вторичен кариес, свръхчувствителност, пулпно увреждане.

В литературата не съществува достатъчно информация относно сравняване на микропросмукване между инлеи, изработени по конвенционален метод или чрез фрезование. В повечето изследвания се сравнява между директни и индиректни obtурации. Soares и кол. (2005) съобщават, че микропросмукването между директни и индиректни obtурации при гингивален рѣб, завършващ в емайл, е без статистически значима разлика, но при гингивална основа в дентин – индиректните obtурации показват по-ниски стойности. В настоящото изследване статистически значима разлика бе отчетена при препарационна граница на гингивалната основа както в емайл, така и в дентин между Група 1 (инлеи по конвенционален метод) и Група 2 (инлеи по хибриден метод) и между Група 1 (инлеи по конвенционален метод) и Група 3 (инлеи по дигитален метод). При сравняване на двете групи CAD/CAM инлеи (група 2 и група 3) не се установи статистически значима разлика помежду им. При сравняване на резултатите на една и съща група, но с различно положение на ГО – в емайл и дентин, значима разлика не се установи. Разликата между отделните групи би следвало да се дължи както на различните техники на изработване на конструкциите и различните методи на вземане на отпечатък, така и на разлика в силата на адхезивната връзка между циментиращо средство и композиционен материал.

Подобно на нашите резултати отчита Георгиева (2018). В проведеното от нея изследване индиректните конструкции, изработени чрез дигитални технологии, показват статистически значима по-ниска степен на микропроницаемост.

Противоположно на нас Senol и съавт. (2021) съобщават, че нивото на гингивалната основа влияе върху степента на микропроницаемост, като при препарационна граница в дентин е по-висока.

Адхезията към дентина е силно затруднена и по-малко надеждна. Тази твърда зъбна тъкан се състои от тубули, които конвертират от емайло-дентиновата граница и от цименто-дентиновата граница към пулпата. Посоката на дентиновите тубули се определя от кавитетната подготовка. Тя може да се окаже определяща за силата на адхезивната връзка, но в литературата не съществуват достатъчно изследвания по проблема. Ето защо се препоръчва повдигане на нивото на гингивалната основа с композиционни материали за директно възстановяване, ГЙЦ или модифицирани ГЙЦ. Ние не открихме увеличаване на микропроницаемостта при разполагане на ГО в дентин, сравнена с ГО в емайл в нито една от изследваните групи, като при нас не е повдигана допълнително ГО, позиционирана в дентин.

Alaghemand и кол. (2014) съобщават, че при CAD/CAM възстановяванията има по-тънък слой фиксиращ цимент в сравнение с конвенционалните, което трябва да доведе до намаляване на микропроницаемостта. Въпреки това Alaghemand и кол. не откриват статистически значима разлика между двата вида конструкции в проведеното от тях изследване на микропросмукването. В проведеното от нас изследване резултатите са сходни на техните. Ние обаче откриваме статистически значима разлика между конструкциите, изработени по конвенционален, хибриден или дигитален метод, при разположение на гингивалната основа както в емайл, така и в дентин. Една от причините е намаляването на маргиналия процеп, тъй като дигиталните технологии подобряват точността на конструкцията. В задача 2 се установи, че големината на маргиналия процеп е най-малка в групи 1 (инлеи по конвенционален метод) и 3 (инлеи

по дигитален метод). При конвенционално изработените инлеи влияние може да окаже опитът на зъботехника.

В настоящото изследване бе оценено микропросмукването при гингивален ръб, разположен в емайл и под емайло-циментовата граница. Макар че не се установи значима разлика при ГО в емайл и дентин при трите изследвани групи, в емайла степента на микропроницаемост е по-ниска.

Успехът на индиректните конструкции зависи от дълготрайността на адхезивната връзка между цимента и зъбната структура. За симулиране на условия, близки до тези на реалната орална среда, в настоящото изследване образците бяха подложени на термоциклично натоварване. След термоциклирането нито един от инлеите не се разциментира, което говори в полза на трайността на адхезията между циментиращото средство и зъбните структури – както емайл, така и дентин.

#### **Обсъждане по задача № 4**

В литературата са описани няколко количествени метода за определяне на силата на адхезивната връзка: якост на срязване, микроякост на срязване, якост на опън, микроякост на опън. Опитните постановки, които са свързани с макротестване, изискват площ на адхезия над  $3 \text{ mm}^2$ , докато микротестовите – под  $3 \text{ mm}^2$ . Според Griffit (1920) силата на измерена адхезивна връзка намалява с увеличаването на площта на тестваните образци. Различните методи за оценка на силата на адхезивната връзка също повлияват резултатите. Образците в настоящото проучване бяха изработени спрямо описаните в литературата стандартизирани насоки и методики от други подобни изследвания. Измерването на якост на микроопън е по-трудоемък процес, свързан с изработване на голям брой образци от по-малко количество материал. Осъществява се на по-малка площ, което допринася за равномерно разпределяне на стреса. На по-малката площ на гредичките се наблюдават по-малко дефекти в материала.

От намерените в литературата данни силата на адхезивната връзка варира между 9 и 45.3 МРа и зависи от метода на тестване и състава на композиционния материал. Получените от нас стойности се намират в този диапазон.

В проведеното от нас изследване образците от материал Cerasmart се свързват по-добре с емайл в сравнение с тези от материал Signum ceramis. В литературата не се намериха други подобни изследвания, сравняващи силата на микроопън на тези материали към емайла. Тъй като опитната постановка е извършена при едни и същи условия за двете групи, може да се твърди, че материалът Cerasmart се свързва по-силно със самоадхезивния цимент iCEM.

Съвременните самоадхезивни цименти не изискват предварителна киселинна обработка на емайловата повърхност, тъй като те съдържат киселинни метакрилатни групи. В проведеното от нас изследване сме спазвали този протокол на работа, както в повечето намерени в литературата изследвания. Въпреки това някои автори докладват за по-високи стойности на якост на микроопън след предварителна обработка на емайловата повърхност с 37% фосфорна киселина (De Munck, 2004).

В проведеното от нас изследване дентиновата повърхност не се обработи с ецваща киселина преди циментирането на композиционния материал, както е описано в указанията на производителя. Интерес представлява фактът, че стойностите за якост на микроопън на дентин, циментиран към композиционен материал 1 (Signum ceramis), са по-високи от тези към емайл. Подобни резултати се докладват в обзорно изследване от Scherrer и кол. (2010), както и от Bracher и съавт. (2018). Според авторския колектив резултатите са такива поради образуване на микропукнатини при рязане на емайловите гредички. De Munck и съавт. (2004) установяват, че самоадхезивните цименти се свързват по-добре с дентина, отколкото с емайл. Те предлагат селективно ецване само на емайловата повърхност, тъй като обработката на дентина дава

по-лоши резултати от тези на емайла. Бъдещи изследвания относно селективно ецване на емайловата повърхност биха подобрили протокола на циментиране на индиректни композиционни обтурации.

Интерес представлява фактът, че най-високи стойности на микроопън показяха образците от дентин и *Signum ceramix*. Дентиновата повърхност се свързва по-добре от емайловата с изследвания цимент. При образците от материал *Cerasmart* не се установи тази зависимост. Емайлът се свързва по-добре от дентина с циментиращото средство. Тъй като основна цел при кавитетната подготовка е максималното запазване на емайл в периферната връзка, циментирането на конструкции от *Cerasmart* биха дали по-надежден резултат.

Циментът, който използвахме, е самоадхезивен. Тази група фиксиращи материали са едни от последните представени. Те не налагат предварителна обработка на емайловата/дентиновата повърхност, с което улесняват протокола на работа и намаляват постоперативната чувствителност. Връзката, която образуват с ТЗТ, е микромеханична и химична. Последната се осъществява между мултифункционалните кисели мономери от цимента и хидроксилапатитните кристали от ТЗТ. В повечето проучвания авторите докладват, че въпреки добрите качества на самоадхезивните цименти, те все още имат по-слаба адхезивна връзка, сравнени с конвенционалните, които изискват предварително ецване и нанасяне на свързващ агент. Други изследвания показват (Magdy, 2017), че самоадхезивните цименти се свързват по-добре от тези, изискващи тотално ецване. Някои автори смятат, че киселините метакрилатни естери не могат да навлязат напълно в частично разтворения замърсяващ слой. В резултат се образуват празнини и се намалява силата на връзката между цимента и дентина.

Обработката на вътрешната повърхност на индиректните конструкции също повлиява силата на адхезивната връзка. Изработените от нас образци на композиционен

материал бяха подложени първо на пясъкоструене с  $Al_2O_3$ , с което се постига микромеханична връзка, а след това се нанесе силиан за осъществяване на химична. Повечето изследвания сочат, че това значително увеличава силата на връзката между ТЗТ и композиционния материал.

Термоциклирането е един от най-използваните методи, който наподобява клинични условия и предизвиква механичен стрес. В проведеното от нас изследване силата на адхезивната връзка закономерно намалява след термоциклиране. В три от изследваните групи тази зависимост е статистически значима – Signum ceramis/емайл, Cerasmart/емайл, Cerasmart/дентин. При образците Signum ceramis/дентин отново се наблюдава понижаване на силата на микроопън, но то не е статистически значимо. Abo-Namar и съавт. (2005) съобщават за значима промяна при термоциклиране на емайлови образци, но не и на дентинови. Цанова (2018) установява, че силата на адхезивната връзка не се променя значимо след изкуствено стареене, но също отчитат намаляване на стойностите на микроопън.

### **Обсъждане по задача № 5**

Подобно на *in vitro* проучванията в дисертационния труд, за целта на клиничното изследване използвахме същите групи материали и отпечатъчни техники. Signum ceramics е лабораторен композит, а Cerasmart е предварително полимеризиран хибриден композит под формата на блокче за фрезование. Разликата при двата материала е в начина на полимеризация – чрез светлина и топлина за Signum ceramics при послойно нанасяне и чрез висока температура във вид на предварително полимеризирани блокчета за Cerasmart. Поради сходния състав очакванията са двата материала да притежават подобни качества и разликите да се дължат на вида отпечатъчна техника за изработване на готовата конструкция.

В повечето *in vivo* проучвания се използват модифицирани USPHS критерии за оценяване на клиничните показатели на естетичните възстановявания в дисталната област. За да

бъде извършено сравняване с други подобни изследвания, ние също използвахме тези критерии при оценка на резултатите на индиректните възстановявания, изработени по три различни метода – конвенционален, хибриден и дигитален.

В проучване, извършено от Barone и кол. (2008), се изследва клиничният резултат на композиционни инлеи от материал Signum ceramis в рамките на 3 години. Те използват същите критерии за оценка и според тях 2.6% от общия брой инлеи не показват клинично задоволителен резултат. Derchi и съавт. (2019) изследват същия материал – Signum ceramis, но за по-дълъг период от време – 12 год. В тяхното проучване 88% от индиректните възстановявания показват задоволителен клиничен резултат за посочения срок. Според Derchi и кол. функционалните характеристики на конструкциите се запазват в по-дълъг период, а повърхностната текстура и маргиналната адаптация се променят с течение на времето. В проведеното от нас изследване 100% от обтурациите показват задоволителен клиничен резултат.

Съвпадението на цвета на обтурацията и този на ТЗТ може да се окаже трудно постижимо, тъй като възстановяването се извършва извън устата на пациента в лаборатория. При възстановяванията по конвенционален метод (първа група) може да се използва послойно нанасяне и различни маси от материала. При CAD/CAM конструкциите цветовото съвпадение може да се окаже по-трудно поради монохроматичността на блокчетата за фрезоване. Днес се предлагат различни оцветители, с помощта на които допълнително може да бъде допълван цветът на готовата конструкция в определени граници. Fasbinder и съавт. (2005) проучват клиничните характеристики на инлеи от композиционни CAD/CAM блокчета Paradigm (3M, ESPE) и керамични Vita Mark II за период от 3 години. Първоначално и двата материала показват съвпадение на цвета на възстановяването с този на ТЗТ, но след тригодишно проследяване, керамичните конструкции показват по-добри резултати. В проведе-

ното от нас изследване две от конвенционалните композитни индиректни възстановявания показват на 6 месеца резултат Bravo по отношение на съвпадение на цвета, а на 12 месеца – три. Тази промяна би могла да се дължи на биодеградация на материала. След 24 месеца не се отчете промяна. В двете групи фрезованите композитни индиректни възстановявания имат съвпадение на цвета.

Увеличаването на маргиналния процеп между конструкцията и ТЗТ може да доведе до деградация на циментиращото средство, а това от своя страна – до микропроницаемост и вторичен кариес. Fasbinder и съавт. (2005) съобщават за сходство в първоначалната маргинална адаптация между композиционни и керамични инлеи. Manhart и кол. (2000) изследват клинично също композиционни и керамични инлеи за период от 2 години. Те оценяват с Bravo по-голяма част от конструкциите по отношение на „Маргинална адаптация“. За период от 2 години всички оценени от нас индиректни конструкции показват резултат Alfa по отношение на „Маргинална адаптация“.

По отношение на критерия „Маргинално оцветяване“ в проведеното от нас проучване група 1 (обтурации по конвенционален метод) показва промяна. Още на 6<sup>-ия</sup> месец 4 обтурации се оценяват с резултат Bravo. Същото се запазва и на 12<sup>-ия</sup> месец. След 24 месеца промяна се отчита както при група 1 (индиректни възстановявания по конвенционален метод), така и при група 2 (индиректни възстановявания по хибриден метод) и 3 (индиректни възстановявания по дигитален метод). В подобни проучвания за 1 година конвенционалните композиционни инлеи не показват промяна в цвета. Промяната в маргиналното оцветяване може да се дължи на биодеградация на материала – циментиращо средство/композит, или на отчупване на тънки участъци от ръбовете на обтурацията, които припокриват кавитетните ръбове. Двойнополимеризиращите цименти съдържат третични амини и бензоил-лов пероксид като инициатори на полимеризацията. Именно

те са причина за стареене на цимента и промяна в цвета му по маргиналните граници на възстановяването.

При нито една от обтурациите не се установи наличие на вторичен кариес за двугодишния период на наблюдение. Вторичният кариес е пряко свързан с маргиналната адаптация и маргиналното оцветяване. Именно клинично приемливите стойности на тези два критерия не предразполагат към микропросмукване и развитие на вторичен кариес.

По отношение на анатомичен контур и апроксимален контакт се наблюдава динамика единствено в група 1 (индиректни възстановявания по конвенционален метод). При конвенционалните и CAD/CAM конструкциите много по-лесно се възпроизвеждат точни контакти и контури, сравнени с директните обтурации. Композиционните материали за директно обтуриране не могат да се кондензират плътно към съседните стени и да се изгради плътен контакт със съседния зъб. Съвременните дигитални технологии ни позволяват много точно да определим контакта със съседния зъб и с антагонистите. Промяната в анатомичния контур е възможно да се дължи на износване на материала – зависи от качествен/количествен състав и начин на разпределение, и от степента на полимеризация – по-ниската степен може да доведе до биодеградация.

Промени в повърхностната текстура отново се отичат единствено в група 1 (обтурации по конвенционален метод). Промените отново настъпват на 12<sup>-ия</sup> месец след циментирането на обтурацията. Най-вероятно разликата в типа полимеризация и връзката между органичния матрикс и неорганичните частици са определящи за настъпилите промени в лабораторния композит. Големината на пълнежните частици също има роля в образуването на грапавини по повърхността на възстановяванията.

При възстановяване на витални зъби с големи разрушения фрактури на ГЗТ или обтурацията са основни причини за подмяна на конструкцията. До този извод достигат не само

автори на други клинични проучвания, но и анкетираните от нас лекари по дентална медицина. По отношение на загуба на обтурацията или части от нея Signum ceramics показва подобри резултати. Всички възстановени зъби са със запазен виталитет за проследявания период от време.

## **VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **По задача № 1**

Анализът на данните по задача 1 ни дава основание да направим следните констатации:

1. Най-честите причини за неуспех на директните обтуриации за възстановяване на значителни разрушения на витални зъби, според анкетираните лекари по дентална медицина, са фрактура на обтурация и/или на ТЗТ.

2. Основен недостатък на индиректните конструкции са клиничното време и цената им.

3. Дълготрайността на директните обтуриации е около 5 години, а на индиректните – 10 години.

4. Блокчетата за фрезование са по-малко използвани в сравнение с лабораторните композити за индиректните конструкции за възстановяване на значителни разрушения на витални зъби.

5. Анкетираните с по-голям клиничен стаж използват по-често индиректни техники на работа за възстановяване на значителни разрушения на витални зъби. Липсата на допълнителна квалификация влияе върху избора на материал и техника при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения.

6. Местоположението на денталната практика оказва влияние върху вида използвани материали и индиректни техники при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения.

### **По задача № 2**

Анализът на данните по задача 2 ни дава основание да направим следните констатации:

1. Инлеите по конвенционален и дигитален метод имат статистически значима по-добра маргинална и вътрешна адаптация в сравнение с тези по хибриден метод.

2. Предварително зададеното отстояние между дигиталните конструкции и ТЗТ е по-голямо от действително отчетеното при конструкциите, изработени по хибриден и дигитален метод.

### **По задача № 3**

Анализът на данните по задача 3 ни дава основание да направим следните констатации:

1. Инлеите, изработени по конвенционален метод, показват по-висока степен на микропросмукване.

2. Разположението на гингивалната основа (емайл/дентин) не оказва влияние върху степента на микропросмукване на изследваните инлеи, независимо от използвания метод за изработка.

### **По задача № 4**

Анализът на данните по задача 4 ни дава основание да направим следните констатации:

1. Силата на микроопън между изследваните от нас композиционни материали и емайл/дентин е подобна на намерените в литературата стойности за други композиционни материали.

2. Термичната умора на материала води до понижаване на стойностите на микроопън за всички изследвани материали.

3. Дентинът се свързва по-добре с конвенционалните лабораторни композити.

4. Емайлът се свързва по-добре с композиционните блокчета за фрезоване.

### **По задача № 5**

Анализът на данните по задача 5 ни дава основание да направим следните констатации:

1. Всички изследвани индиректни obtурации показват задоволителен клиничен резултат за проследявания период от 24 месеца.

2. Проведеното клинично проучване показва, че съвременните методи за изработка на индиректни композиционни конструкции в дисталната област са достатъчно надеждни. Тези възстановявания дават предвидим резултат както по отношение на естетика и функционална годност. Създават се условия за запазване на виталитета на зъбната пулпа.

3. Най-често се наблюдава изменение в показателя „Маргинално оцветяване“ в трите изследвани групи, което е статистически значимо при възстановявания на витални зъби със значителни разрушения, изработени по конвенционален и дигитален метод.

4. По показател „Анатомичен контур“ индиректните obtурации на витални зъби със значителни разрушения, изработени по хибриден и дигитален метод, показват статистически значимо по-добри резултати в сравнение с obtурации, изработени по конвенционален метод.

5. При изработените obtурации на витални зъби – инлеи, онлеи, овърлеи (56 на брой), за периода на наблюдение от 24 месеца не наблюдавахме фрактурирани твърди зъбни тъкани, загуба на obtурацията и загуба на виталитета на зъбната пулпа.

## **VIII. ИЗВОДИ**

1. За възстановяване на витални зъби със значителни разрушения от анкетираните лекари по дентална медицина се предпочитат директните композитни obtурации.

2. Основна причина за неуспех на директните възстановявания от анкетираните лекари по дентална медицина са фрактурите на твърдите зъбни тъкани и на obtурациите.

3. Конструкции, изработени по конвенционален и дигитален метод, показват статистически по-добри резултати при измерване на маргинален и вътрешен процеп, сравнени с инлей, изработени по хибриден метод.

4. Конструкцията, изработена по хибриден и дигитален метод, има по-ниска степен на микропросмукване както в емайл, така и в дентин.

5. Емайлът се свързва по-добре с композиционни CAD/CAM блокчета, а дентинът с конвенционален лабораторен композит.

6. Индиректните конструкции за възстановяване на витални зъби със значителни разрушения, изработени чрез компютърно-асистирани технологии по хибриден и дигитален метод, показват по-добри клинични резултати, сравнени с конвенционалните.

7. CAD/CAM методите могат пълноценно да заменят конвенционалните методи за изработка на индиректни конструкции (инлей, онлей, овърлей) за възстановяване на витални зъби със значителни разрушения.

## **IX. ПРИНОСИ**

### **Приноси с оригинален характер**

1. За първи път у нас е проведено анкетно проучване сред лекарите по дентална медицина относно информираността им за изработка на индиректни композиционни възстановявания в дисталната област на витални зъби със значителни разрушения.

2. За първи път у нас са сравнени маргиналната адаптация и микропросмукването на индиректни композиционни възстановявания, изработени по три различни метода (конвенционален, дигитален и хибриден).

3. За първи път е оценена силата на адхезивната връзка на два различни композиционни материала за индиректни възстановявания към емайл и дентин.

4. За първи път у нас е проведено двугодишно клинично изследване, проследяващо промените в качествата на индиректните композитни възстановявания, използвани за obtуриране на обширни дефекти на витални дъвкателни зъби.

5. Изработен е протокол за кавитетна препарация за конвенционални и дигитални индиректни композиционни obtурации на витални зъби със значителни разрушения за лекарите по дентална медицина.

### **Приноси с потвърдителен характер**

1. Компютърно-асистираните технологии са надежден заместник на конвенционалните методи за изработка на индиректни възстановявания на витални зъби със значителни разрушения.

2. Директната дигитализация на кавитетната форма е по-добра, сравнена с индиректната.

3. Дигитално моделираните конструкции за индиректни възстановявания от композити, подсилени с керамични частици, при големи разрушения са с отличен клиничен резултат.

4. Индиректните композитни обтурации от Signum ceramis и Cerasmart са надеждна клинична алтернатива за възстановяване на витални дъвкателни зъби с големи разрушения.

5. Потвърдихме чрез компютърна микротомография стойностите, приети за норма, за маргинален и вътрешен процеп на индиректни възстановявания.

## **Х. НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ И УЧАСТИЯ В НАУЧНИ ПРОЕКТИ И НАУЧНИ ФОРУМИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

### **Научни публикации в специализирани издания**

1. **Петрова В**, Василева Р, Кирилова Ж. Съвременни композиционни материали за индиректни възстановявания – I част. Дент. мед., 2019; 101(1): 59–64.

2. **Petrova V**, Kirilova J. Microleakage of laboratory-fabricated and CAD/CAM composite inlays. Probl Dent Med, 2019; 45(2): 7–12.

3. **Petrova V**, Vassileva R, Kirilova J. Influence of the impression techniques on the accuracy of dental restorations. MedInform 2020; 7(1): 1184–1189.

### **Участия в научни форуми**

1. Petrova V, Kirilova J. Comparison of indirect tooth-coloured restorations – clinical investigation. 29-th Annual Assembly of IMAB, 09–12 May, 2019; Varna, Bulgaria. (PP)

2. Kirilova. J, Petrova V, Yovkova D. Investigation of cavity preparation for indirect tooth-coloured restorations. 29-th Annual Assembly of IMAB, 09–12 May, 2019; Varna, Bulgaria. (PP)

### **Участия в научни проекти**

1. **Проект „Грант 2019“** на тема „Компютърно рентгеново микротомографско изследване на адаптацията на композитни инлеи към твърдите зъбни тъкани, изработени по три различни метода“, финансиран от МУ – София. (Отлична оценка.)

2. **Програма „Млади учени и постдокторанти“**, 2019 г. на тема: „Определяне на микропропускливост на композиционни индиректни обтурации чрез ин витро методи“, финансирана от МОН.