

МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ
ФАКУЛТЕТ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА
КАТЕДРА „КОНСЕРВАТИВНО ЗЪБОЛЕЧЕНИЕ“
Ръководител: проф. д-р Радосвета Василева, дм

Д-р Виктория Пламенова Петрова-Пашова

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

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

София, 2022 г.

СЪДЪРЖАНИЕ

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ.....	4
I. ВЪВЕДЕНИЕ	5
II. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР	7
1. Витални зъби със значителни разрушения на твърдите зъбни тъкани. ОПРЕДЕЛЕНИЕ, МАТЕРИАЛИ, КРИТЕРИИ ЗА ПОДБОР НА ВЪЗСТАНОВИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ	7
2. Възстановяване на витални зъби със значителни разрушения на клиничната корона чрез естетични материали	8
2.1. Директни композиционни възстановявания.....	8
2.2. Индиректни композиционни възстановявания (инлей, онлей, овърлей).....	11
2.3. Композиционни материали за индиректни obturации.....	14
3. Кавитетна препарация за индиректни композитни възстановявания – особености	29
4. Имедиатно дентиново запечатване при индиректни композитни възстановявания	35
5. Отпечатъчни техники и материали	36
5.1. Стандартни отпечатъчни техники и материали	37
5.2. Дигитални отпечатъчни техники и материали	39
6. Циментиране на индиректни конструкции	45
6.1. Методи за обработка на вътрешната повърхност на конструкцията	45
6.2. Циментиращи средства.....	46
7. Анализ на литературния обзор	48
III. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ.....	51
СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ	52
IV. МАТЕРИАЛ	52
МАТЕРИАЛ ПО ЗАДАЧА № 1	52
МАТЕРИАЛ ПО ЗАДАЧА № 2	53
МАТЕРИАЛ ПО ЗАДАЧА № 3	54
МАТЕРИАЛ ПО ЗАДАЧА № 4	54
МАТЕРИАЛ ПО ЗАДАЧА № 5	55
V. МЕТОДИ	56
МЕТОД ПО ЗАДАЧА № 1	56
МЕТОД ПО ЗАДАЧА № 2	58
МЕТОД ПО ЗАДАЧА № 3	63
МЕТОД ПО ЗАДАЧА № 4	70
МЕТОД ПО ЗАДАЧА № 5	75
СТАТИСТИЧЕСКИ МЕТОДИ	80
VI. РЕЗУЛТАТИ	82
РЕЗУЛТАТИ ПО ЗАДАЧА № 1	82
АНКЕТНО ПРОУЧВАНЕ НА МНЕНИЕТО НА ЛЕКАРИТЕ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА ОТНОСНО ВЪЗСТАНОВЯВАНЕТО НА ВИТАЛНИ ЗЪБИ СЪС ЗНАЧИТЕЛНИ РАЗРУШЕНИЯ.....	82
РЕЗУЛТАТИ ПО ЗАДАЧА № 2	94

МИКРОТОМОГРАФСКО ИЗСЛЕДВАНЕ НА АДАПТАЦИЯТА НА ИНДИРЕКТНИ КОМПОЗИЦИОННИ ОБТУРАЦИИ КЪМ ТВЪРДИТЕ ЗЪБНИ ТЪКАНИ.	94
РЕЗУЛТАТИ ПО ЗАДАЧА № 3	101
IN VITRO ИЗСЛЕДВАНЕ НА МИКРОПРОНИЦАЕМОСТ НА ИНДИРЕКТНИ КОМПОЗИЦИОННИ ВЪЗСТАНОВЯВАНИЯ С ПРЕПАРАЦИОННА ГРАНИЦА В ЕМАЙЛ И ДЕНТИН.	101
РЕЗУЛТАТИ ПО ЗАДАЧА № 4	107
ОЦЕНКА НА СИЛАТА НА АДХЕЗИВНА ВРЪЗКА МЕЖДУ ЕМАЙЛ ИЛИ ДЕНТИН И ДВА ВИДА КОМПОЗИЦИОННИ МАТЕРИАЛИ, ПОДСИЛЕНИ С КЕРАМИЧНИ ЧАСТИЦИ – ЛАБОРАТОРНИ И БЛОКЧЕТА ЗА ФРЕЗОВАНЕ.....	107
РЕЗУЛТАТИ ПО ЗАДАЧА № 5	111
КЛИНИЧНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВИТАЛНИ ЗЪБИ С ГОЛЕМИ РАЗРУШЕНИЯ, ВЪЗСТАНОВЕНИ ЧРЕЗ ИНДИРЕКТНИ КОМПОЗИТНИ ОБТУРАЦИИ.	111
VII. ОБСЪЖДАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ	125
ОБСЪЖДАНЕ ПО ЗАДАЧА № 1	125
ОБСЪЖДАНЕ ПО ЗАДАЧА № 2	129
ОБСЪЖДАНЕ ПО ЗАДАЧА № 3	137
ОБСЪЖДАНЕ ПО ЗАДАЧА № 4	142
ОБСЪЖДАНЕ ПО ЗАДАЧА № 5	148
VIII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	155
IX. ИЗВОДИ	158
X. ПРЕПОРЪКИ КЪМ ЛЕКАРИТЕ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА	159
XI. КНИГОПИС	161
XII. ПРИЛОЖЕНИЯ	187

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

АОМР	Аксиален оклузален маргинален ръб
ГЙЦ	Глас-йономерен цимент
ГО	Гингивална основа
ДО	Дистооклузален
ЕЦГ	Емайло-циментова граница
КМТ	Компютърна микротомография
ЛДМ	Лекар по дентална медицина
ЛЕИДМ	Лаборатория за експериментално изследване на дентални материали
МО	Медиооклузален
МОД	Медио-оклузо-дистален
ПИКМ	Полимерно-инфилтрирана керамична мрежа
ТЗТ	Твърди зъбни тъкани
atm	атмосфера
Bis-EMA	Бисфенол-А-полиетилен гликол диетер диметакрилат
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 фрезование 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 obtурации чрез различни методи.

II. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

1. Витални зъби със значителни разрушения на твърдите зъбни тъкани. Определение, материали, критерии за подбор на възстановителни материали

Витални зъби със значителни разрушения са тези, при които има липсващ туберкул/туберкули и/или стена/стени. Трудностите, свързани с трайното obtуриране на такива зъби, са: обширна загуба на здрави твърди зъбни тъкани (ТЗТ); витална зъбна пулпа; трудно постигане на ретенционност и резистентност на бъдещото възстановяване.

Значителното разрушаване на целостта на зъба намалява устойчивостта му към фрактури. При отстраняване на кариозната лезия и изработване на кавитетната форма част от стените, които не са подплатени с дентин, са застрашени от фрактуриране. Al-Thobity и кол., Forster и кол. и Teixeira и кол. доказват, че с увеличаване на дълбочината и ширината на кавитета се намалява здравината на зъба и се увеличава стресът в оставащите структури [35, 115, 274].

Изборът на метод и средство за възстановяване се прави след анализ и оценка на механичната здравина на оставащите ТЗТ. Материалите, които се използват при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения, се делят на две групи: естетични и неестетични. Методите, чрез които се obtурират подготвените кавитети, са директни и индиректни [112, 199]. Съвременните тенденции в денталната медицина са за естетични и биомиметични възстановявания във всяка област на съзъбието [19, 23]. Лекарите по дентална медицина (ЛДМ) се насочват и търсят по-щадящи и биологично поносими естетични материали. Възстановителните средства трябва да търпят минимални обемни промени и да са с механична устойчивост на дъвкателното натоварване. Зъбите в

дисталната област са подложени на непрекъснато механично натоварване. Материалите, използвани за тяхното възстановяване, трябва да са устойчиви на дъвкателните сили и фрактури.

Критериите за подбор на възстановителен материал се разделят на две основни групи: общи и локални фактори. Общите фактори включват: възраст, орална хигиена, мотивация, кариес резистентност, хранителни навици, вредни навици и финансова възможност от страна на пациента. Към локалните фактори се отнасят: размер на кавитета, дебелина на оставащите стени, позиция на гингивалния ръб спрямо гингивалната папила, наличие на цервикални лезии, наличие на пукнатини, позиция на зъба, заболявания на пулпата и пародонта [286].

2. Възстановяване на витални зъби със значителни разрушения на клиничната корона чрез естетични материали

2.1. Директни композиционни възстановявания

Композиционните материали за директно obtуриране притежават предимства, като: естетика; ТЗТ се отстраняват щадящо при подготовка за obtуриране (адхезивен протокол за работа) [76]; подсилват оставащите зъбни структури [83]. Като техни недостатъци се посочват:

- полимеризационно свиване на материала [29, 119, 188, 243];
- възможна постоперативна чувствителност [10, 190, 277];
- трудности при възстановяване на оклузални и апроксимални контакти и контури [282];
- повишена честота на вторичен кариес [60, 95, 266];
- недостатъчна механична здравина [95, 188, 266];
- възможност за сенсibiliзиране към нереагиралите мономери [9, 24, 173, 174].

Противоречиви са данните относно причините за неуспех на директните методи за възстановяване на зъби със значителни разрушения. Demarco и кол. обобщават като главни причини за неуспех на директните методи на възстановяване: фрактура на obturацията и вторичен кариес [95]. Други автори в 10-годишни клинични проучвания установяват като главна причина за неуспеха на директните композиционни obturации **фрактури на възстановяванията**, а на второ място – вторичен кариес [87, 88, 217]. Bernardo, 2007, Soncini, 2007, Kohler, 2000 в 5- до 7-годишни клинични изследвания доказват, че вторичният кариес е главната причина за неуспеха на възстановяванията [60, 160, 265].

Demarco и съавт. съобщават, че: болка, постоперативна чувствителност, ендодонтски проблеми и незадоволителна естетика са второстепенни причини за неуспех едва в 5% от случаите [96].

Полимеризационното свиване е един от основните проблеми, свързани с употребата на директните композиционни материали, особено при големи кавитети и дефекти с висок C-фактор (фактор на кавитетната конфигурация, който се определя от съотношението между свързаната и свободната повърхност на кавитета) [91, 188, 210]. По литературни данни средните стойности на линейно полимеризационно свиване на Bis-GMA-базираните композиционни материали е между 0,3–1,5% [161], докато обемното свиване е между 1,5–3,5% [64]. Стресът, породен от свиването на материала, може да доведе до промяна във връзката между дентина и композиционния материал, а оттам до образуването на микропроцеп [12, 109, 205]. В зависимост от вида на използваните адхезивни системи при обширни кавитети свиването на материала причинява движение на туберкулите, деформации и пукнатини в оставащите ТЗТ [82, 140, 270, 273, 287].

За намаляване и контролиране на посоката на полимеризационното свиване се предлагат различни клинични техники:

- послойно нанасяне на материалите [13, 29, 77, 119];
- нанасяне на слой от течен композит върху гингивалната основа, като стрес-абсорбер [29, 119];
- поставяне на течен композит като подложка или използване на тънък слой модифициран глас-йономерен цимент (ГЙЦ) като лайнер [6, 13];
- различни техники на фотополимеризация, намаляващи стреса при полимеризация [11, 20].

Batalha-Silva и кол. изследват устойчивостта на умора и образуването на пукнатини при големи директни медио-оклузо-дистални (МОД) композиционни възстановявания и при фрезовани инлеи. Едва 13% от директните obturации са издържали теста за **устойчивост на умора**. Авторите доказват, че при значителни дефекти на ТЗТ, obturирани с директни композиционни материали, статистически достоверно се повишава образуването на пукнатини – 47% [55].

Dejak и Mlotkowski изследват стреса при възстановяване на молари с директни и индиректни obturации. Изследването доказва, че **стресът в оставащите твърди зъбни структури** е много по-голям при директни obturации, тъй като намалява устойчивостта на умора [99]. В контакта между obturацията и твърдите зъбни структури напрежението е значително и степента на микропросмукване е статистически по-висока [99].

Композиционните материали за директни obturации, независимо от промените в органичния и неорганичния им състав, са с недостатъчни: механична устойчивост, полимеризационно свиване, устойчивост на

умора [266, 277]. Приложението им при големи дефекти поражда стрес в оставащите твърди зъбни структури. Това ги прави несигурни при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения. Алтернативен подход са индиректните композиционни обтурации [112, 218].

2.2. Индиректни композиционни възстановявания (инлей, онлей, овърлей)

Индиректните естетични обтурации се определят като частични възстановявания на зъбната корона, направени от композит или керамика. Те се изработват извън устата на пациента, поставят се в кавитета пасивно и се свързват адхезивно с препаратията [286]. В литературата индиректните адхезивни възстановявания се срещат под името инлей, онлей и овърлей [268] в зависимост от това каква част от зъбната корона заместват. Изработват се чрез директен, директно-индиректен и индиректен методи [5].

За индиректни адхезивни възстановявания могат да се използват композитни и керамични материали [144, 178]. Нараства интересът към композиционните материали, тъй като керамичните са скъпи, крехки, неустойчиви на фрактури и оказват потенциално висок абразивен ефект върху естествените ТЗТ [54].

Индикации, контраиндикации, предимства и недостатъци на индиректните композиционни възстановявания

Индикациите за индиректни композиционни възстановявания са:

- Свързани с дефекта [4, 52, 112, 240, 285]:
 - широки II клас кавитети с покриване на туберкул (един или повече) (индикация при керамични и нови хибридни материали);

- възстановяване на цели оклузални повърхности при некариозни заболявания на ТЗТ;
 - кавитети, при които покриването на един или повече туберкули е препоръчително за подобряване на прогнозата на зъба;
 - синдром на пукнатия зъб, когато основната цел е да се запази виталитетът на зъба;
 - множество големи кавитети, разположени в един и същи зъбен квадрант;
 - възстановяване на оклузията чрез индиректни obturации в няколко квадранта.
- Свързани с пациента [4, 285]:
- клиничното състояние на наличните obturации в устата на пациента да е добро;
 - пациенти с добра орална хигиена;
 - целта на възстановяването е постигане на отличен естетичен резултат.

Според някои автори допълнителна индикация е наличието на шиечен емайл дори в малки размери (< 1 mm височина, 0,5 mm широчина) [286].

Контраиндикациите за индиректни композиционни възстановявания са [4]:

- алергия към композиционни материали;
- лоша орална хигиена;
- недобро състояние на останалите obturации в устата.

Предимствата на индиректните възстановявания пред директните са [16, 230]:

- по-кратки клинични процедури (при сравняване на времетраенето на директно възстановяване на зъб със значително разрушение);
- точно възпроизвеждане на анатомичните форми на оклузалната повърхност;
- отличен контрол на контактните точки в оклузална и апроксимална посока;
- намаляване на полимеризационното свиване (остава само в границите на цимента);
- висока степен на конверсия (преобразуването на двойни връзки от мономер в единични и включването му в крайния продукт);
- подобрени механични качества;
- позволява по-добри морфологични и цветови характеристики, отлична полируемост;
- съхраняване на повече ТЗТ при изработка на онлей в сравнение с обвивна корона.

Недостатъците на индиректните композиционни възстановявания са [23, 19]:

- висока цена (разход на материали, допълнителна апаратура и лабораторна изработка – CAD/CAM конструкции);
- прецизна кавитетна препарация, сравнена с кавитети за директни obturации;
- изискват повече посещения;
- допълнителна квалификация на ЛДМ.

2.3. Композиционни материали за индиректни obturации

2.3.1. Конвенционални лабораторни композиционни материали

Лабораторните композиционни материали са две поколения.

Първата генерация лабораторни композиционни материали е представена през 80-те години на миналия век от Touati и Morman (таблица 1) [195].

Табл. 1. Първа генерация лабораторни композиционни материали [230]

Материал	Производител
Concept	Ivoclar
Vasio-Gem	3M-ESPE
Brilliant	Coltene
SR Isosit	Ivoclar

Причина за незадоволителните резултати на този вид композити е недостатъчната връзка между органичния матрикс и неорганичните пълнители [203, 230]. Това увеличава честотата на фрактури, образуването на маргинален процеп, микропросмукването и некачествената адхезия на obturациите в дисталната област. За лабораторни композиционни материали от първо поколение се установява остатъчен мономер между 6–44%, якост на опън между 10-60 МПа, модул на еластичност между 2000–5000 МПа [47, 51, 111, 231].

Незадоволителните резултати при клиничните проучвания на тези композиционни материали налагат промени в състава и структурата им [279]. Създадени са **лабораторни композиционни материали от второ поколение** (таблица 2). В тези материали се променя полимеризационната техника и методи за създаването им, а някои от тях се подсилват с влакна [195].

Табл. 2. Втора генерация лабораторни композиционни материали

Материал	Производител	Мономер	Пълнител	Пълнител (тегловни %)
Targis	Ivoclar	Bis-GMA, UDMA	Бариев силикат	76
Artglass	Hereus/Kulzer	UDMA	Бариев силикат	70
Solidex	Shofu	UDMA	Преполимеризиран	78
Estenia	Kuraray	UDMA	Лантанов оксид	92
Belleglass	Kerr	Bis-GMA	Ba-silicate	78
Cristobal	Dentsply	Bis-GMA	Ba-silicate	74
Sinfony	3M-ESPE	Смес от алифатни и циклоалифатни мономери	Стронциево-алуминиево-боро-силикатно стъкло	50
Gradia Indirect	GC	UDMA	Преполимеризиран	75
Paradigm MZ100	3M-ESPE	Bis-GMA,TEGDMA	Циркониево-силициев	85
Vita Zeta HLC	Vivadent	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA	Силикон диоксид, фелдшпат	44,3
Premise Indirect	Kerr	Bis-GMA, TEGDMA	Преполимеризира, бариев силикат	84
Signum Ceramis	Hereaus/Kulzer	Полимер от мулти-функционални метакрилатни естери	Силициев	73
Ena Hri	Micerium	UDMA, BDMA, Bis-GMA	Циркониев оксид, стъклени частици	80
Tescera ATL	Bisco	Bis-GMA, UDMA	-	85
Pearleste	Tokuyama Dental	Bis-MPEPP, TEGDMA,UDMA	Силициево-циркониев	82

Лабораторните композиционни материали от втора генерация са описани като хибридни материали (композиционни материали с керамични частици) [186]. В действителност те са микрохибриди с размер на частиците 0.04-1 μm – силициеви, бариеви, алуминиеви, циркониеви.

В този вид лабораторни композиционни материали количеството на остатъчния мономер не е напълно редуцирано. Поради това са създадени методи за подобряване на степента на полимеризация: топлина, вакуум, налягане и безкислородна среда [282]. По този начин се намалява остатъчният мономер в крайния продукт [111].

Механични качества. Проведените проучвания на механичните качества на лабораторните композиционни материали от второ поколение показват, че повишаването на неорганичната съставка подобрява якостта на опън до 120-160 МРа и модула на еластичност до 8,5–12 GPa [154, 158, 195, 197, 203]. Основно влияние за подобряване на механичните качества имат съставът, размерът на частиците и разпределението им. Не е намерена връзка между количеството на остатъчните мономери и подобряването на механичните качества на материала. Neves и съавт. намират директна връзка между здравината и съдържанието на пълнителя [207].

В изследвания на Tanaka и съавт. е установено, че износването на антагонистите се повлиява от вида на пълнителя на лабораторния композиционен материал [272]. Конвенционалните лабораторни материали са по-малко резистентни на абразия и изтриват по-слабо емайла в сравнение с композиционните CAD/CAM блокчета [272]. Лабораторните композити за индиректни възстановявания показват по-ниска степен на износване, сравнени с тези за директни obturации [203]. Това ги прави подходящ материал за възстановяване на зъби с големи разрушения в дисталните участъци на съзъбието.

Друг проблем, свързан с композиционните материали, е **промяната в цвета**. Според Nakazawa и кол. промяната в цвета на композиционните материали се дължи на нереагиралите двойни връзки и непълната полимеризация [202]. При изследване на същия материал – Sinfony (3M ESPE, Seefeld, Germany), но с друга система за полимеризация – Hyper LII (Toho Dental Products, Urawa, Japan), се отчита промяна на цвета значително по-рано. Това се дължи на промени в материала от топлината, генерирана при високи нива на светлина при този вид полимеризация.

Промените в състава на материала водят до подобрени механични качества. Това от своя страна прави конвенционалните лабораторни композиционни материали подходящи за възстановяване на дистални витални зъби с големи разрушения.

Маргинална адаптация и микропроницаемост. Успехът на възстановяванията зависи и от тяхната маргинална адаптация [84]. Появата на маргинален процеп води до микропросмукване и задържане на плака в тази зона. От своя страна това предизвиква вторичен кариес, постоперативна чувствителност, дразнене на зъбната пулпа [206]. Данните в литературата относно адаптирането на индиректните конструкции към кавитета са противоречиви. Turk и кол. твърдят, че композиционни инлеи, направени чрез директна техника, имат по-малък маргинален процеп, сравнени с индиректните, с което се намалява дебелината на циментиращото средство [281]. Индиректните композиционни инлеи показват по-добра маргинална адаптация в сравнение с керамичните. Последните образуват микрофрактуре при изваждането им от огнеупорните модели, което предизвиква маргинален процеп [260].

Leinfelder и съавт. установяват, че топлинно третираните индиректни композиционни материали показват по-ниска степен на микропроницаемост в сравнение с директните композиционни материали [167, 168]. Същото потвърждават и Mileding и кол. [196]. В проучванията си Bedran и Hasanreisoglu не намират разлика в микропроницаемостта между индиректни и директни композиционни материали [56, 141].

За поява на микропросмукване между obturацията и кавитетните ръбове и стени от значение е нивото на гингивалния ръб спрямо емайло-циментовата граница (ЕЦГ).

Duquia и съавт. изследват микропросмукването при директни и индиректни композиционни obtурации (Artglass (*Heraeus/Kulzer, Hanau, Germany*), Belleglass HP (*Kerr, Bioggio, Switzerland*), с разположение на гингивалния ръб на obtурациите на различно ниво спрямо ЕЦГ (под и над) [107]. Те установяват, че директните obtурации показват по-слаби резултати, сравнени с индиректните, когато границата на obtурацията е над ЕЦГ [107]. Според Soares и съавт. директните възстановявания с граници на гингивалния ръб под ЕЦГ са с незадоволителен резултат. Получените резултати чрез два изследователски метода (сканиращ електронен микроскоп и стереомикроскоп) са идентични [260].

Предимства на лабораторните композиционни obtурации

Съвременните лабораторни композити, в сравнение с керамичните материали, създават условия за по-добро разпределение на дъвкателното налягане, възможност за репарирание, по-ниска себестойност и по-добри манипулационни свойства [230].

Добре изработените индиректни възстановявания са с висока резистентност на абразия и отлични естетични качества [52, 203, 230]. Тъй като полимеризационно свиване се осъществява основно в тънкия слой цимент, одонтобластните израстъци се дразнят в по-малка степен, което води до по-ниска постоперативна чувствителност [52, 203]. Други предимства, сравнени с директните композиционни материали, са: възстановяване на прецизен контур, точен контакт и добра маргинална адаптация при възстановяване на големи дефекти на клиничната корона [203, 230]. **Индиректните obtурации показват добри клинични резултати при възстановяване на витални зъби с големи разрушения** [52].

Недостатъци на лабораторните композиционни obturации

При този тип obturации се изискват лабораторен етап и допълнителни клинични процедури (отпечатък, ажустирание, циментиране и др.). Това удължава времето за работа и повишава цената на конструкцията. Лабораторната работа зависи от зъботехника, неговите умения, знания, прецизност и сръчност.

2.3.2. Композиционни материали за CAD-CAM технология (фрезовани индиректни възстановявания)

От 1980 година се разработват CAD/CAM технологии за нуждите на денталната практика. Терминът CAD/CAM е акроним, съставен от първите букви на Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing (компютърно подпомогнат дизайн/компютърно подпомогнато изработване). Основоположник е Francois Duret, който конструира оптичен скенер. Благодарение на това устройство се сменя дигитален отпечатък и след това данните се прехвърлят на компютър [198]. Върху дигиталния образ се очертават границите на протезното поле и се моделира компютърно бъдещото възстановяване (дигитална технология). След това данните се подават към фрезоваща машина. Чрез специален набор от пилители, от предварително изработени блокчета или дискове, се изрязва възстановяването.

Естетичните материали, използвани за CAD/CAM конструкции, се делят на: керамични, циркониеви и композиционни [150, 244]. От събрана информация от литературни източници класификацията на CAD/CAM блокчетата обобщено се представя по следния начин [1, 23, 25, 26, 38, 150, 166, 192, 244]:

1. Керамични материали

➤ Фелдшпатовата керамика – Cerec blocs C (*Dentsply Sirona, Konstanz, Germany*), Cerec blocs C (*Dentsply Sirona, Konstanz, Germany*);

- Глас-керамика
 - Левцитно подсилена – GC Initial LRF Block (*GC Europe, Leuven, Belgium*);
 - Литиево дисиликатна – Tessera (*Dentsply Sirona, Konstanz, Germany*), IPS e.max CAD (*Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein*);
 - Литиево дисиликатна, подсилена с цирконий – Central Duo (*Dentsply Sirona, Konstanz, Germany*);
- 2. Циркониеви керамични материали – Katana zirconia block (*Kuraray Noritake, Ins, Tokyo, Japan*), Cerec MTL Zirconia (*Dentsply Sirona, Konstanz, Germany*);
- 3. Композиционни материали с керамика
 - **Композиционни блокчета с дисперсно разпръснати керамични частици** – Lava Ultimate (*3M ESPE, Seefeld, Germany*), Cerasmart (*GC Europe, Leuven, Belgium*), Katana Avencia block (*Kuraray Noritake, Ins, Tokyo, Japan*);
 - **Композиционни блокчета с керамична мрежа** – полимерно инфилтрирана керамична мрежа – Vita Enamic (*Vita Zahnfabric, Bad Säckingen, Germany*).

Някои от тези материали се нуждаят от допълнителна обработка след тяхното изрязване – печене и гланциране [63, 234], докато други, без допълнителна обработка, се поставят в устата на пациента [79].

Първите керамични материали (под формата на блокчета) са представени през 1985 г. [201] и са със сила на опън около 120 МПа. Те са използвани за инлеи, онлеи и фасети. По-късно през 1991 г. е въведена левцитна керамика [129]. Тя има износоустойчивост, близка до тази на емайла, и е подходяща за инлеи, онлеи, единични корони и фасети [117].

Керамичните материали показват високи естетични резултати, висока устойчивост на фрактури и добра износоустойчивост [291]. В други проучвания е установено, че поради тяхната крехка структура и потенциално високия абразивен ефект върху антагонистите са неподходящи при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения [50, 259].

Първите композиционни блокчета за масово приложение се предлагат през 2000 г. Първоначално те са аналогични по състав на съответния директен композиционен материал, но полимеризиран фабрично под действието на светлина [128, 219]. Тези материали са със значително износване, грапавост, нестабилност на цвета и фрактури [57, 101, 106].

Механичните качества на композиционните блокчета се повлияват по два начина – чрез промяна в техния състав [58] или в метода на полимеризация. С подобряването на керамичните блокчета се подобряват и композиционните такива – навлизат нанофилните и нанохибридните материали. Директните нанофилни композиционни материали са с механични качества, подобни на микрохибридните, което ги прави подходящи за дисталната област. Това налага приложението им след предварителна полимеризация чрез светлина и топлина за индиректни възстановявания [269]. За нуждите на CAD/CAM технологиите освен блокчета със същия състав като този на директните композити, се въвеждат и материали с полимерен матрикс и дисперсно разпръснати керамични частици. Някои автори определят последните като хибридни материали, макар те да са по-близки до композитните. Значителен напредък в механичните качества на композиционните блокчета има след въвеждането на полимеризацията им чрез топлина и налягане [209].

В литературата са недостатъчни изследванията, отнасящи се за приложението на CAD/CAM технологиите в денталната практика. Проучване на Makhiја и кол. показва, че литиевият дисиликат е материал на избор на 20% от лекарите по дентална медицина (ЛДМ) за корони в дисталната област и 55% за фронталната област [184]. У нас Печева проучва информираността на ЛДМ относно употребата на CAD/CAM технологиите за изработка на фасети [19]. В литературата не се намериха анкетни проучвания относно възстановяването на витални зъби със значителни разрушения чрез CAD/CAM методи.

Композиционни блокчета

Lava Ultimate

Lava Ultimate е създаден през 2012 г. и е първият представител на нанохбридните материали. Съдържа съчетание от индивидуално свързани наночастици и наночастични агломерати в кълъстери – всички, разположени в полимерен матрикс. Този материал е комбинация от 0,6–1,0 μm общ циркониево/силициев кълъстер (20 nm силициеви и 4–11 nm циркониеви частици) и несвързани 20 nm силициеви частици и 4–11 nm циркониеви наночастици. Те са обработени с подходящ силан-свързващ агент за химическа връзка с кръстосания полимерен матрикс [50]. Формулата на този материал използва заедно наномерните и нанокълъстерните пълнежи, даващи пълнежен състав, който възлиза на около 80% тегловни единици [50].

VITA ENAMIC

Предложен през 2013 г., VITA ENAMIC е първият материал с полимерно-инфилтрирана керамична мрежа (ПИКМ), наречена хибридна керамика. Произведена с двойна матриксна структура, VITA ENAMIC се състои от доминираща поръозна керамична мрежа, подсилена с полимерен

матрикс [50]. Двете мрежи проникват напълно взаимно една в друга. VITA ENAMIC предлага съществени предимства, като по-малка склонност към фрактуриране, в сравнение с конвенционалната керамика, и по-висока износоустойчивост, в сравнение с композитната [50]. Керамичната структура заема около 86% тегловни единици [50].

CERASMART

Създаден е през 2014 г. Той се състои от 71% тегловни единици силициеви (20 nm) и бариеви (300 nm) стъклени частици, които са свързани с полимерен матрикс (табл. 3). По състав се доближава до конвенционалните лабораторни композити. През 2021 г. се разработва Cerasmart 270, който е със същия състав, но чрез специална технология („full coverage silane coating”) се постига по-равномерно разпределяне на пълнителя.

Табл. 3. Композиционни CAD/CAM блокчета

Материал	Производител	Мономер	Пълнител	Пълнител (тегловни %)	Вид композиционно блокче
Paradigm MZ 100	3M ESPE	Bis-GMA	Zr/Si частици с размер 0.6 μm	85%	Композиционен материал с керамични частици
Lava Ultimate	3M ESPE	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA	SiO ₂ (20 nm), ZrO ₂ (4-11 nm), кълстери от ZrO ₂ / SiO ₂ (SiO ₂ =20 nm, ZrO ₂ =4-11 nm)	80%	Композиционен материал с керамични частици
Vita Enamic	Vita Zahnfabric	UDMA, TEGDMA	Фелдшпатовата керамика, подсилена с алуминиев оксид	86%	Композиционен материал с керамична мрежа
Cerasmart	GC	Bis-MEPP, UDMA, DMA	Силициеви частици (20 nm), бариево-стъклени частици (300 nm)	71%	Композиционен материал с керамични частици

Механични качества. Цел на денталната медицина е да се възстановят загубените зъбни структури с материали, притежаващи механични качества сходни до тези на естествените ТЗТ [259]. Якостта на опън на материалите се изразява в способността им да издържат на натоварване. Материали с по-високи стойности на този показател са по-малко крехки и по-гъвкави. Sismanoglu и кол. изследват якостта на опън на композиционни и фелдшпатови блокчета [259]. Според тях композиционните с керамични частици имат най-високи стойности на изследвания показател, следвани от композиционни с керамична мрежа и фелдшпатови. Awada и кол., в проведено от тях изследване, потвърждават получените резултати [50]. Авторите установяват, че композиционните блокчета с керамични частици имат значително по-високи стойности на якост на опън и модул на еластичност от керамичните [50]. Lawson и кол. изследват микроструктурата, якостта на опън, твърдостта и износването на няколко CAD/CAM блокчета [166]. Според авторите литиево-дисулфатните блокчета са с по-голяма якост на опън от композиционните с керамични частици, а те – от тези с полимерно-инфилтрирана керамична мрежа – е.max CAD 376.9 МПа, а Paradigm MZ 100 189.7 МПа, Cerasmart 234.5 МПа, Lava Ultimate 248.4 МПа, VITA ENAMIC 202.1 МПа [166].

Модулът на еластичност на дентина е между 16–20. 3 GPa, а на емайла – 48 до 105.5 GPa [259]. Композиционните цименти имат модул на еластичност, близък до този на ТЗТ. Ако възстановителният материал притежава модул на еластичност, подобен на ТЗТ, системата индиректно възстановяване – циментиращо средство – ТЗТ действа като моноблок, който се противопоставя на дъвкателните сили и преразпределя равномерно стреса [259]. При разлика в стойностите на този показател по-еластичният материал се деформира повече от по-нееластичния, което

предизвиква напрежение и разкъсване на адхезивните връзки [1]. Sismaonoglu и кол. изследват модулта на еластичност на различни CAD/CAM блокчета: композиционни с керамични частици, композиционни с керамична мрежа, фелдшпатови [259]. И двата вида полимерни блокчета имат стойности на този показател, по-близки до дентина, отколкото фелдшпатовите. Подобни са резултатите и на Lawson и съавт. Те съобщават, че композиционните блокчета имат модул на еластичност, близък до този на дентина, а литиево-дисиликатните имат по-висок [166]. Според Alamoush и кол. композиционните материали имат модул на еластичност, близък до този на ТЗТ [38].

Mendosa и кол. установяват, че композиционните блокчета притежават значително по-ниска твърдост и са по-устойчиви на фрактури от керамичните материали [192]. Alamoush и съавт. правят заключение от своето изследване, че твърдостта на материалите е пряко свързана с техния състав. Според тях композиционните материали за CAD/CAM имат твърдост, близка до тази на ТЗТ, и съчетават качествата на керамични и композиционни – висока устойчивост и ниска твърдост [38].

Lawson и съавт. изследват твърдостта и механизма на изтриване на материали и ТЗТ [166]. Според тях керамичните блокчета причиняват изтриване на емайла за разлика от композиционните.

Композиционни блокчета с керамични частици (Cerasmart) притежават механични качества, подходящи за възстановяване на големи дефекти. Имат висока якост на опън и модул на еластичност, близък до този на дентина.

Износоустойчивост. Зъбното износване представлява загуба на твърда зъбна тъкан, която е причинена от фактори, различни от зъбния кариес и фрактурите [143].

Композиционните блокчета показват по-слабо износване на емайла, сравнени с глас-керамика [166]. Композиционните блокчета с керамични частици причиняват по-незначително изтриване на антагонистите [165].

Lauvahutanon и съавт. изследват износването при композиционни с керамични частици, композиционни с керамична мрежа и фелдшпатови блокчета [164]. Авторите установяват, че износоустойчивостта на всички индиректни материали е повишена в сравнение с тази на директните композиционни материали. Също така съобщават, че композиционните блокчета с керамични частици са материал на избор при единични корони на премолари [164].

Хи и кол. изследват механизма на износване на композиционни блокчета с керамична мрежа в сравнение с механизма на износване на емайла [288]. Според тях твърдостта им по Викерс е подобна на емайловата, но модулът на еластичност е значително по-нисък. Износоустойчивостта на блокчетата е значително по-слаба, но механизмът, по който се износват, е подобен с този на емайла. При композитните блокчета с керамична мрежа първо се променя полимерната част, след което керамичната, като при емайла – първо интерпризматичните пространства, след което съответно емайловите призми [288].

Въз основа на по-горе изложените изследвания за композиционните блокчета с керамични частици (Cerasmart) се установява износоустойчивост, близка до тази на ТЗТ и на конвенционалните лабораторни композити.

Маргинална адаптация. Данните относно маргиналната адаптация на CAD/CAM конструкциите са противоречиви. Малко изследвания сравняват CAD/CAM композиционни блокчета с лабораторни композити.

Thongnup и кол. проучват маргиналната и вътрешната адаптация на литиево-дисиликатни керамични корони, направени чрез пресоване и чрез CAD/CAM технология. Те използват компютърна микротомография (КМТ). Резултатите показват, че и двата метода са в клинично допустимите граници – до 120 μm процеп. Доказват, че КМТ е съвременен метод за определяне на маргиналната и вътрешната адаптация с висока достоверност [276].

Други изследвания прилагат стереомикроскоп за определяне на маргиналната адаптация за сравнение на два метода за изработка на инлеи от левцитно подсилена глас-керамика – CAD/CAM и пресовани [155]. Установен е маргинален процеп до 100 μm . Инлеите, изработени чрез CAD/CAM технология, са статистически значимо по-точни от пресованите.

Homsy и съавт. изследват маргиналната и вътрешната адаптация на инлеи от литиев дисиликат, произведени чрез стандартна техника, CAD/CAM и чрез триизмерно принтиране [148]. За всяка една техника прилагат стандартен и дигитален отпечатъчен метод. Измерването на маргинална и вътрешна адаптация е чрез стереомикроскоп. CAD/CAM инлеите чрез дигитален отпечатък са с най-добър резултат за големина на процепа 24.3 μm . Инлеите, направени чрез стандартна техника и триизмерно принтиране, са с близки резултати [148].

Neves и съавт. изследват чрез КМТ маргиналната адаптация на литиево-дисиликатни корони, изработени по стандартна техника и с CAD/CAM технология [208]. Средните стойности, които получават за вертикално несъответствие за топлинно пресованите корони, са 36.8 ± 13.9 μm , а за тези с Cerec – 39.2 ± 8.7 μm .

Awada и кол. изследват неравностите по ръбовете на корони от различни материали – композиционни и керамични блокчета [50]. Тези, които са от композиционен материал, показват по-гладки ръбове, сравнени с керамичните.

Промяна в цвета. Asar и кол. изследват промяната на цвета на различни материали: нанофилни композити за директно obtуриране (Filtek Supreme Ultra Universal), композиционни блокчета с керамични частици (Lava Ultimate), блокчета с ПИКМ (Vita Enamic) и литиево-дисиликатна глас-керамика (IPS e.max CAD) [31]. Композиционните CAD/CAM материали показват видима, но клинично приемлива промяна в цвета, което ги прави подходящ материал за изработка на естетични конструкции.

Отделянето на мономер е проблем, свързан с директните композиционни материали. То се наблюдава и при новите поколения – нискосвиваемите [29]. Hussain и съав. изследват отделянето на мономер от няколко лабораторни композиционни материала и CAD/CAM композиционни блокчета. Не се установява отделяне на мономер [150].

Предимства на CAD/CAM технологии и материали

Едни от основните предимства на CAD/CAM конструкциите са свързани със скъсяване на клиничното време за отпечатък и изработка на възстановяването [21, 259]. Чрез навлизането на дигиталната технология в ежедневноната практика е възможно изпълнение на сложни лечебни процедури (инлей/онлей/овърлей) в едно посещение [21, 58, 259]. По този начин се намалява рискът от контаминация на дентинната рана с микроорганизми от устната кухина. Качеството на конструкциите е изключително високо поради прецизността на дигиталните системи за отпечатване и фрезование. Благодарение на дигитализацията на образа се анализират елементите на кавитета на екрана на компютъра и могат да се коригират, ако е необходимо [39, 153].

Недостатъци на CAD/CAM технологии и материали

Като един от основните недостатъци се отчита все още високата цена на цялото оборудване и необходимостта от обучение на лекаря по дентална медицина, за постигане на прецизност и точност на изработените конструкции [39, 153]. Срещат се затруднения при снемане на дигиталния отпечатък и контрола на течности (кръв, слюнка) в оперативното поле.

3. Кавитетна препарация за индиректни композитни възстановявания – особености

Кавитетната препарация е изключително важна за изработването на прецизни индиректни конструкции. Това изисква добро познаване на техниката за подготовка на ТЗТ за адхезивни възстановявания – инлей, онлей, овърлей. Основни цели [112, 240] са да се:

- осигури условие за подобряване качеството на адхезията (оптимизиране прерязването на емайловите призми и повишаване на свободната емайлова повърхност);
- минимизира оголването на дентин;
- щадят максимално ТЗТ.

Конфигурацията на кавитетната форма за композиционни инлеи зависи от вида на материала и техниката, чрез които ще бъдат изработени [236]. Кавитетите за композитни инлеи, изработени чрез класически метод, изискват **дивергенция на стените 8–12°**.

За фрезозаните (CAD/CAM) инлеи има специфични изисквания към препарацията [247]. Фрезозащата машина изработва готовата конструкция от блокчета с помощта на една или няколко фрези чрез отстраняване на материала. Диамантените пилители за фрезозъчни машини са с различна големина и форма. При остри ръбове и/или тънки граници по кавитетната препарация е възможно да се отчупят или да не се възпроизведат части от инлея, тъй като диамантените пилители не могат да ги изрежат. Най-критични са маргиналните зони, където са възможни фрактури. Поради

специфичния начин на изработка в тези случаи е необходима по-голяма **дивергенция на стените на кавитета до 12–17°**. Диамантените фрези не могат да изработват конструкции с остри ъгли, поради което **вътрекавитетните ъгли трябва да бъдат заоблени**. Така конструкцията ще може максимално точно да се адаптира към ТЗТ. **Стените на кавитета е необходимо да са гладки** и без неравности. Границите на кавитета да са **ясни, без фаза**. Препарацията да е удобна за вземане на отпечатък, циментиране и завършване на възстановяването [113].

Други изисквания към кавитети за индиректни композитни възстановявания са адекватна преценка на дебелина на оставащите ТЗТ и осигуряване на достатъчна дебелина на материала за туберкулно покритие.

Минималната дебелина на оставащите стени трябва да бъде ≥ 2.0 mm за витални зъби, за да се предпазят от фрактури [112]. Според Росса et al. (2015 г.) дебелината на оставащите стени може да бъде редуцирана до 1 mm [240].

Минималната дебелина на материала в зоните на туберкулно покритие е между **1–1.5 mm** [181, 240, 252] за композит и литиев дисиликат, а за левцитна и фелдшпатовата керамика – **2–2.5 mm**.

Широчината на оклузалния истмус трябва да е **по-голяма от 2 mm**. В интерпроксималната зона разстоянието не бива да е по-голямо от 2 mm, тъй като с нарастването му се увеличава рискът от фрактури на възстановения аксиален оклузален маргинален ръб (АОМР) [102].

При индиректните възстановявания на зъби със значителни разрушения на клиничната корона от основно значение е дебелината на оставащите ТЗТ.

Редукцията на оклузални стени зависи от 4 фактора [112, 240]:

- минималната дебелина на възстановителния материал да е 1 до 2 mm;

- емайлови ръбове, неподплатени с дентин, се редуцират или липсващият дентин може да бъде заменен от друг материал – глас-йономерен цимент или композиционен материал;
- да се прецени кои са зоните на оклузален стрес;
- кои туберкули са балансиращи и кои – работни.

Редуцирането на туберкули е свързано с това дали са работни или балансиращи. За дисталните зъби на горна челюст палатиналните туберкули се определят като работещи и е необходимо да бъдат редуцирани с 2.5 mm под наклон към централната фисура [216]. Балансиращите туберкули при горни зъби са вестибуларните. Препоръчително е да се намалят с 2 mm, като може да се изработи около него оклузално стъпало с помощта на цилиндричен диамантен борер със заоблен връх [216]. Всички вътрешни ъгли е необходимо да са заоблени.

При изработка на индиректни възстановявания с редукция на туберкули и/или стени на дъвкателни зъби на долната челюст работните туберкули са вестибуларните, а балансиращи – лингвалните. Първите се редуцират 2.5 mm, следвайки зъбната анатомия, с наклон към централната фисура. Лингвалните туберкули е препоръчително да се намалят с 2 mm, като може да се изработи оклузално стъпало [216].

При кавитетната препарация за овърлей се редуцират в по-голям размер работният и балансиращият туберкули и се изработват оклузални стъпала и на двата.

След редукция на стените на кавитетната форма е необходимо да се обработят подкопаните зони. Необходимо е да се прецени дебелината на възстановителния материал. При малки зони на подкопаване е възможно да се използват течни композити. При дълбоки цервикални дефекти, без нарушаване на биологичната ширина, се използва слой от подсилен течен композит в дебелина 1–1.5 mm [103, 104, 182]. Veneziani (2010 г.) предлага, когато гингивалният ръб е на ниво, на което не може да се

осъществи адекватна изолация и е нарушена биологичната ширина, да се приложи хирургичен подход [285]. Други автори са на мнение да се повдигне нивото на гингивалната основа [240].

Veneziani въвежда нова препарационна техника – морфологично водене [285]. Авторът предлага да се продължи наклонената равнина на кавитетните ръбове (вдлъбната фаза) на аксиалната стена, когато те са над нивото на екватора. Челна връзка с дебелина 1.2 mm се изработва при разположение на гингивалната основа и аксиалната стена под нивото на екватора. При редукция на оклузалната повърхност се препоръчва вдлъбната фаза по вестибуларна и палатинална повърхност на максиларни молари и премолари и вестибуларна повърхност на мандибуларни молари и премолари. По лингвалната повърхност на долни зъби се изработва челна връзка.

В литературата се предлагат различни трактовки относно кавитетната препарация за индиректни композитни възстановявания на дъвкателни зъби. Ferraris описва три типа препарации по оклузалната повърхност от клинична гледна точка – челна връзка, фаза, прагова [112]. Челната връзка изисква минимална препарация и е подходяща за индиректни адхезивни възстановявания. Тя се изработва при редукция на туберкули, като е продължение на оклузалната повърхност. Срезът на оклузалната повърхност не е изцяло хоризонтален, а по-скоро наклонен.

Фазата на емайловия ръб е подобна на препарацията при челна връзка с тази разлика, че има наклон обикновено около 45° и средната дължина е от 1 до 1.5 mm (за индиректни възстановявания) [112]. Тя обикновено се изработва по вестибуларната повърхност, но би могло и по палатиналната.

Прагова препарация се изработва по периферната част на кавитета, като тя е по-скоро дъговидна. В англоезичната литература се обозначава като „shoulder“. Обикновено централната част на кавитета е изградена от

възстановителен материал, най-често композиционен. Околовръстно на нея се изработва праговата препарация, която е около 1 mm широка.

Видовете „дизайн“ на емайловия ръб и индикациите за тяхната изработка са представени в таблица 4.

Табл. 4. Оформяне на емайловия ръб при кавитетна препарация за естетични индиректни възстановявания (по Ferraris) [112]

Видове „дизайн“ на емайловия ръб	Показания
Челна връзка	Класическа препарация за композиционни индиректни възстановявания
Оформяне на емайловия ръб с фаза	Подобряване на естетиката във видимата област Представяне на по-широка емайлова повърхност за подобряване на адхезията Създаване на повече място за възстановяването
Дъговидна препарация	По-дълбоки фрактури на зъбната корона до гингивалната трета Нужда от по-голяма защита и обхващане на цервикалната трета

Изработената конструкция трябва максимално да издържа на дъвкателното натоварване и да има висока устойчивост на фрактури. Индиректни възстановявания се изработват при зъби със значителна загуба на ТЗТ, при които механичните качества са силно намалени. Готовите конструкции трябва да могат да предпазват оставащите зъбни структури, като самите те също трябва да са достатъчно здрави. Teixeira и кол. изследват фрактурната устойчивост на конвенционални и фрезовани МОД инлеи с различни конфигурации на кавитетната форма [274]. Авторите установяват как различните материали за индиректни композитни възстановявания и различни видове на кавитетна препарация повлияват устойчивостта на фрактури при МОД инлеи [274]. Както кавитетната препарация, така и видът на възстановителното средство имат значение за здравината на конструкцията и максималното съхраняване на ТЗТ. Според Teixeira и съавт. инлеи с гингивална основа на 2 и 4 mm под

пулпната основа имат по-висока устойчивост на фрактури, сравнени с такива, при които гингивалната и пулпната основа са на едно ниво [274].

Други изследвания показват, че кавитетни препарации, при които са премахнати по-големи количества ТЗТ, са с по-ниска устойчивост на фрактури [264, 274]. Тъй като всички композиционни инлеи се свързват към ТЗТ чрез адхезия, не е необходимо допълнително разширяване с цел подобряване на ретенционността, както е при изработката на obturации от дентална амалгама.

От събраната информация от описаните по-горе литературни източници се извежда следният протокол за кавитетна препарация (табл. 5).

Табл. 5. Протокол за кавитетна препарация

	Кавитети за конвенционални композиционни инлеи	Кавитети за CAD/CAM композиционни инлеи
Дивергенция между кавитетните стени	8–12°	12–17°
Широчина на оклузалния истмус	> 2 mm	> 2 mm
Минимална дебелина на оставащите стени	≥ 2.0 mm	≥ 2.0 mm
Минимална редукция на работещ туберкул	2.5 mm	2.5 mm (според някои автори 1.5 mm)
Минимална редукция на балансиращ туберкул	2 mm	2 mm (според някои автори 1.5 mm)
Вътрекавитетни ъгли	Заоблени	Заоблени
Стени на кавитета	Гладки	Гладки
Граници на кавитета	Ясни, без неравности	Ясни, без неравности

Протоколът за кавитетна препарация е необходимо стриктно да се спазва съобразно избрания метод за изработка на индиректни композитни възстановявания. При възстановяване на зъби със значителни разрушения е важно максимално да се запазят ТЗТ – намалява се рискът от фрактури. Ретенционността се осъществява чрез адхезия.

4. Имедиатно дентиново запечатване при индиректни композитни възстановявания

Грижата за дентиновата повърхност след създаването на кавитета и циментирането на индиректното възстановяване е от решаващо значение за добрата адхезия. Прясно препарираният дентин е най-добрият субстрат за адхезивна връзка. Поради това дентиновата повърхност се запечатва с адхезивен агент след обработката ѝ, преди да се вземе отпечатък за индиректни възстановявания (имедиатно дентиново запечатване (IDS) или resin coating technique (RCT) [16, 179]. Процедурата подобрява силата на връзката и адаптацията, намалява образуването на процеп, бактериалното просмукване и дентиновата чувствителност [16, 179]. Основни проблеми, свързани с дентиновата повърхност, са замърсяването ѝ от временните цименти и оралната среда, и чувствителността на хибридният слой при полимеризация. Ето защо при композитни и керамични индиректни възстановявания се препоръчва имедиатното дентиново запечатване преди вземане на отпечатък [177]. Преди тази стъпка може да се запълнят подмоли и да се възстановят части от липсващи ТЗТ. По този начин се намалява дебелината на индиректната конструкция, с което би могло да се осигури цялостна светлинна полимеризация на циментиращото средство [85].

В част от намерената достъпна литература се препоръчва затварянето на дентиновите тубули да се извършва чрез адхезивни системи от типа „ецване и промиване“ [179]. Двустъпковите и тристъпковите адхезивни системи са еднакво ефективни. Двустъпковите образуват по-голямо количество излишен полимерен слой, което налага допълнителна корекция на кавитета [86]. Magne и кол. изследват силата на връзката при имедиатно дентиново запечатване с тристъпкова адхезивна

система и отложено дентиново запечатване. Първото дава резултат 58.25 МРа, а второто – 11.58 МРа [179]. При изследване с тристъпкова и двустъпкова адхезивна система не се намира съществена разлика – силата на връзката е както при контролната група на директно възстановяване и доближава 45 МРа. Не се установява промяна до 12^{-ия} месец от изследването [180]. Групата на отложеното дентиново запечатване в същото изследване показва най-ниски стойности на здравина на адхезивна връзка – 1.81 МРа.

Paul и кол. показват, че има значително намаляване на силата на адхезия при изследване на дентинова повърхност, замърсена с цимент, в сравнение с прясно препарирана [61, 222].

При полимеризиране на адхезива първоначално се увеличава силата на връзката в сравнение с изследвания, проведени с едновременно полимеризиране на адхезива и цимента [179]. Това се обяснява със свиването на хибридният слой, породено от натиска при циментиране [179].

Основавайки се на факта, че временните възстановявания пропускат бактерии и повишават дентиновата чувствителност, през 1992 г. Pashley и кол. предлагат дентиново запечатване при подготовка за обвивни корони [224].

Имайки предвид гореизложеното, необходимо е да се използва имедиатно дентиново запечатване при бъдещи изследвания.

5. Отпечатъчни техники и материали

Точността на изработената конструкция зависи от отпечатъчните материалите и техниката на приложението им. Използват се два метода за предоставяне на информация за кавитета в лабораторията: стандартен или дигитален (чрез лабораторен или интраорален скенер).

5.1. Стандартни отпечатъчни техники и материали

Техниките, които се използват за снемане на стандартен отпечатък от операционното поле, са: едноетапна двуфазова (двойно вискозна техника), двуетапна двуфазова (компресионно-корекционна) и монофазна. Всяка една от тях има своите предимства и недостатъци. За стандартен отпечатък се предпочитат цели метални лъжици и регистрат на захапката в централна оклузия [5].

Едноетапната двуфазова техника намалява времето за снемане на отпечатък. Тестото и коректурата се поставят едновременно в отпечатъчна лъжица, с което се намалява рискът от неточности.

При двуетапната методика се взема отпечатък от операционното поле първо с тестообразна маса. След пълното втвърдяване на силикона се изважда от устата на пациента, изрязва се част от материала под формата на улеи с цел да се направи място за повторен отпечатък с кремообразна маса. Критични моменти, касаещи точността на отпечатъка, са неправилното позициониране на лъжицата, недостатъчният натиск, недостигането на материал до гингивалния сулкус и т.н.

Монофазната отпечатъчна техника има предимството, че използва само един вид материал. По този начин се избягва проблемът от смесване на материали с различен вискозитет. Този материал не е достатъчно напълнен, има по-голямо свиване и течливост и е с по-нисък вискозитет сравнен с тестообразните маси [267]. От друга страна, по-плътната му консистенция, сравнена с кремообразните маси, ограничава проникването му до гингивалния сулкус и детайлното отпечатване на кавитета.

Литературните данни сочат, че видът на отпечатъчната техника оказва влияние върху индиректните конструкции [34, 110, 152, 211, 248]. Резултатите от проведените изследвания върху отпечатъчните техники са

противоречиви и не може еднозначно да се определи коя е най-точна. Al Vakri и кол. изследват разликите в точността на модели, отлети след 4 различни метода на отпечатък. Статистически значимо резултатите са по-лоши при едноетапните и монофазните техники [34]. Потвърждение за големи неточности на едноетапната методика има и в лабораторни изследвания на Nissan, Saunders [211, 248]. Други, намерени в литературата *in vitro* проучвания, доказват, че едновременното вземане на отпечатък с тестообразна и кремообразна маса дава по-добри резултати [110] или не се открива статистическа разлика в точността при различни отпечатъчни техники [152]. Изследванията показват, че едноетапната създава по-малко предпоставки за възникване на грешки, особено при кавитети с гингивална основа под ЕЦГ.

Материалите за снемане на отпечатък за индиректни конструкции се разделят в няколко групи: полисулфиди, полиетери и силикони (кондезируеми и адитивни). Точността им се определя от промените при втвърдяването. При образуването на полимерни вериги се установява свиване на материала. **Единствено полиетерните и адитивните силикони (А-силикон) притежават всички необходими качества за прецизен отпечатък при изработка на индиректни обтурации.** Физичните характеристики на тези материали са: вискозитет, хидрофилност, манипулационно време, устойчивост на разкъсване и възстановяване, пространствена стабилност [275]. Полиетерите притежават полимеризационно свиване около 0.2–0.25%, а адитивните силикони 0.14–0.17%, процент на еластично възстановяване 98.5–98% за първите и 99.9–99.6% за вторите [267].

5.2. Дигитални отпечатъчни техники и материали

Приложението на дигиталните технологии в денталната медицина се увеличава. Усъвършенстват се дигиталните апарати за нуждите на денталните практики и зъботехническите лаборатории – разработват се лабораторни и интраорални сканиращи устройства [81].

Маргиналната адаптация на индиректните конструкции е пряко свързана със снемането на прецизен и точен отпечатък от протезното поле (стандартен или дигитален). 3D скенерите са електронни устройства, чрез които информацията от протезното поле се приема и обработва, така че да се получи 3D модел на сканирания обект. Те се делят на базата на различни признаци: тип на скенер и начин на заснемане на образа; вид на излъчваната светлина; архитектура (отворен или затворен/заклучен тип) [271], единични устройства за сканиране или цялостна система за сканиране, моделиране на 3D образ и фрезоваща машина. Върху избора на скенер влияние оказват следните фактори: размер на ръкохватката или на лабораторния скенер, нуждата от покриващ агент, метод на сканиране, възможност за улавяне на цветовете и заснемане на видео.

В денталната медицина съществуват две възможности за изграждане на 3D образи: директно чрез интраорален скенер или индиректно чрез лабораторен скенер [81]. Дигитализацията на образеца е два вида: директна или индиректна. Директната дигитализация намалява неточностите, свързани с техниката на снемане на отпечатък и отливане на гипсови модели [65]. Тя позволява да се откриват неточности (подмоли, неясни граници) и грешки на препарацията, които се коригират без повторен разход на материал. Други предимства на тази техника са увеличаването на комфорта на пациентите по време на дентално лечение (особено при пациенти с повишен рефлекс за гадене), визуализацията,

мотивацията и възможността за изясняване на конкретния случай с пациента и съкращаване на времето за работа [33, 81, 225, 290]. Високата цена на интраоралните камери и недостатъчните литературни данни относно качествата и предимствата им са причини за ограниченото разпространение на този метод [80]. При използването на лабораторен скенер се взема стандартен отпечатък, който след това се превръща в цифров (дигитален) модел. Този метод не премахва проблемите, свързани с деформацията на отпечатъчния материал.

Фрезованите дентални конструкции притежават висока прецизност и адаптация към протезното поле. В настоящия момент има разлика в точността на сканиращите устройства – интраорални и лабораторни скенери.

Лабораторни скенери (benchtop)

В зависимост от начина на получаване на образа лабораторните скенери се делят на два вида: контактен (тактилен) и безконтактен (оптичен). Първият, чрез механичен контакт между него и гипсовия модел, получава информация за обекта. Характеризира се с изключителна точност – в порядъка на 1–2 μm . Основен недостатък е дългото времетраене за получаване на образ и възможността моделът да даде дефект в резултат на механичния контакт. Тези неточности се пренасят върху създавания образ [131].

Вторият вид лабораторни скенери са безконтактни (оптични). Те използват електромагнитни вълни, обикновено светлина, за да възприемат информацията от моделите. Процесът е значително по-бърз и не се нарушава целостта на сканираните обекти, тъй като скенерът не се допира до повърхността им [131, 233].

В зависимост от вида на лъчението, което се използва за сканиране, лабораторните скенери са три вида: използващи структурирана светлина; лазерни лъчи; конфокални [131].

Скенерите, използващи структурирана светлина, се състоят от проектор, който се намира централно срещу обекта. Светлинният източник изпраща до обекта серия от шаблони, състоящи се от вертикални и хоризонтални успоредни светли и тъмни ивици, генерирани от специален софтуер. Проектираните шаблони се деформират на базата на различната характеристика на повърхността на сканирания обект. След това фоточувствителна камера, разположена на една линия с проектора, но отдалечена от него, приема сигнала и на базата на получената информация се реконструира обектът. Когато лъчите минават покрай обекта, без да се отразят, се налага последният да се наклони под ъгъл, за да може повърхността му да бъде осветена и да се приемат отразените лъчи. Скенери от този тип са: Cara Scan (Kulzer, Hanau, Germany), D2000 (3Shape, Copenhagen, Denmark), inEos X5 (Dentsply/Sirona, Bensheim, Germany), Evolution Plus (Zfx, Munich, Germany) [131]. Точността на сканиране на обекти с тези устройства варира от 2.1 μm за inEos X5 (Dentsply/Sirona, Bensheim, Germany), 9 μm Evolution Plus (Zfx, Munich, Germany) до 15 μm за Cara Scan (Kulzer, Hanau, Germany) [131].

Лазерните скенери, чиято работа се основава на принципа на прожектиране на точка или линия от светлина, регистрират позицията на осветеното поле с помощта на две камери. Софтуер обработва данните и създава 3D обект на принципа на триангулацията. Използването на светлинна линия съкращава времето за създаване на тримерния обект. Недостатък на тези скенери е, че точността им при заснемане зависи от качествата на използваната дифракционна решетка. Пример за такива

устройства са ConoScan 4000 (Optimet, Jerusalem, Israel), OpenScan 100 (LaserDenta, Berghain, Germany), Zeno scan S 100 (Wieland, Pforzheim, Germany). Точността на тези скенери е значително по-ниска – 15 μm за ConoScan 4000 (Optimet, Jerusalem, Israel) и 50 μm за Zeno scan S 100 (Wieland, Pforzheim, Germany) [131].

Конфокалните скенери са вид скенери, използващи структурирана или лазерна светлина. Те позволяват да се възпроизведат малки детайли от обект, използват оптическа техника, с която се увеличават резолюцията и контрастът. Характеризират се с голяма точност – 1–2 μm за Procera Forte (Renishaw, Gloucestershire, UK) [131].

От описаните по-горе литературни данни се вижда, че лабораторните скенери, използващи принципа на структурирана светлина, са с висока точност.

Интраорални скенери

Интраоралните скенери са представени за целите на денталната практика от Mormann и Brandestini през 1980 г. [278]. Независимо от тях F. Duret представя идеята за CAD/CAM системите през 1971 г. Тези устройства елиминират необходимостта от използване на отпечатъчни лъжици, премахват неточностите, свързани с дозиране и втвърдяване на материала, дезинфекциране на отпечатъка и пренасянето му до лабораторията. Благодарение на тяхното използване се подобрява колаборацията по линията лекар-зъботехник [43, 293]. Интраоралните скенери позволяват да се регистрират неточности или грешки след кавитетна препарация, които се коригират преди окончателно снемане на отпечатък.

Интраоралните скенери се разделят в две групи: използващи покриващ агент (прахови) и без покриващ агент (безпрахови). Първите са

монохроматични, а вторите могат да бъдат цветни. Интраоралните скенери използват различни технологии за получаване на 3D образ: конфокална микроскопия, оптична кохерентна томография, активна и пасивна триангулация, активна вълнова технология, фотограметрия, интерферометрия [3, 171]. Според вида на светлинния източник те могат да работят с лазерно лъчение, структурирана, видима и LED светлина. Всички тези принципи на действие оказват влияние върху получаването и изграждането на образа, а оттам и на моделирането и точността на бъдещата конструкция.

Интраоралните скенери, използващи покриващ агент, са първите, прилагани за целите на денталната медицина. Използва се спрей от титанов оксид, за да се намали отразяването на светлината от зъбната повърхност и меките тъкани и така се увеличава прецизността на образа. Този тип скенери са базирани на два принципа на работа – чрез активна триангулация или активна вълнова технология. Те са изключително точни, но основните им недостатъци са неприятното усещане от страна на пациента и нежелани реакции от покриващия агент, както и грешките, предизвикани от липсата или натрупване на по-голямо количество пудра по сканираната повърхност. По-новите скенери работят без необходимостта от поставяне на покриващ агент върху сканирания обект.

Скенерите, работещи на принципа на класическата оптика, фокусират, като използват вълновата технология. Те се основават на улавяне на образа чрез система от лещи. Ако обектът се намира на фокус, разстоянието до него се свързва с фокусното. В противен случай се използват математически формули, за да бъде изчислено реалното разстояние.

Активната триангулация се базира на принципа на проектиране на модели от линии върху обекта. Тя е най-често използваният метод при интраоралните скенери и показва най-висока прецизност [220].

Последно създадените интраорални скенери пресъздават образ от сканиран обект, без да има нужда последният да бъде покриван с пудра. Получените 3D копия могат да бъдат и цветни. Тези интраорални скенери са създадени на принципа на конфокалната микроскопия, използващи ултрабърза секционна технология, пасивна триангулация. Те са с изключително висока точност, тъй като не изискват определено разстояние за фокусиране [48, 220].

Процесът на сканиране е чувствителен към манипулирането с интраоралния скенер [126, 127, 235]. Проведени проучвания показват, че колкото по-голям опит има лекарят по дентална медицина, толкова по-точен е полученият 3D образ [126]. Точността на сканиране силно се влияе от фактори, като наличие на слюнка и меки тъкани около обекта. За да не се получават грешки, е необходимо оперативното поле да бъде изолирано от устните и бузите, да бъде поставена ретракционна корда при граница на конструкцията около гингивата. Наличието на слюнка и/или кръв са сред най-често срещаните причини за неточности при сканирането. Ето защо трябва да се обърне специално внимание на осигуряване на сухо оперативно поле. При използването на интраорални скенери все още се отчита затруднение в получаването на точен образ от субгингивални ръбове на протезното поле особено в дисталната област. За подобряване точността на бъдещата конструкция е необходимо използване на ретракционна корда [187].

6. Циментиране на индиректни конструкции

Микропросмукването между ръбовете на кавитета и възстановяването зависи не само от точността на готовата индиректна конструкция, но и от адхезията към ТЗТ. То, от своя страна, зависи от два фактора – обработката на вътрешната повърхност на възстановяването и циментиращото средство. Циментът свързва две различни по своята същност структури: композиционен материал и ТЗТ (емайл и дентин).

6.1. Методи за обработка на вътрешната повърхност на конструкцията

Обработката на вътрешната повърхност на индиректните естетични възстановявания цели подобряване на силата на адхезивната връзка между конструкцията и цимента, а с това намаляване на микропросмукването [258]. В литературата са описани няколко техники за подготовка на вътрешната повърхност на индиректните конструкции: ецване с киселина (фосфорна, флуороводородна), пясъкоструене, използване на силан, трибохимична обработка (покриване на повърхността със средство на базата на силициев диоксид), лазерна обработка, механично разграпяване [23, 85, 124, 261, 289]. Материалът за индиректна конструкция определя избора на метод за функционализация. Що се отнася до композиционните материали, по-голямата част от намерените в литературата изследвания сочат, че най-подходящи за тях са пясъкоструенето, прилагането на силан или комбинацията от двете [68, 74, 85, 149, 172, 261]. D'Arcangelo и кол. изследват разликите в якостта на микроопън при различни протоколи на третиране на композитната повърхност [85]. Авторите получават най-добри резултати при самостоятелна обработка с Al_2O_3 и в комбинация със силан. Не се наблюдава промяна на силата на връзката след ецване с HF киселина.

Подобни резултати са получени от Soares и кол., 2004 г., като в тяхното изследване комбинацията от пясъкоструене и силан дава статистически по-добри резултати [261]. Размерът на частиците на Al_2O_3 е 50 μm , а налягането варира от 2 до 4 bar. Това ни дава основание да предложим при циментиране на композиционни индиректни конструкции, изработени по конвенционален, хибриден или дигитален метод, да се използва обработка с Al_2O_3 и последващо нанасяне на силан.

6.2. Циментиращи средства

За естетичните материали е от значение използването на подходящ цимент и спазване на точен протокол за работа. Изискванията към циментите са: добри оптически качества; подобрени механични свойства; свързване към два различни субстрата [191]. Цименти като цинк-фосфатните не удовлетворяват тези изисквания. За циментиране на естетични индиректни конструкции се прилагат композиционни цименти, модифицирани ГЙЦ, компомери и конвенционални композити (предварително затоплени) [86, 191, 228].

Композитните цименти притежават висока естетика и добра биосъвместимост [45]. За подобряване на устойчивостта към фрактури на възстановените зъби, ретенционността на възстановяването, намаляване на постоперативната чувствителност и удължаване живота на възстановяването основно значение има свързването на цимента към ТЗТ и материала [86, 194, 228].

Композиционните цименти могат да се класифицират според механизма на втвърдяване на светлиннополимеризиращи, самополимеризиращи и двойнополимеризиращи, а според протокола за работа – с тотално ецване (тип „etch and rinse”), самоадхезивни и

самоецващи [176]. Самоадхезивните композиционни цименти могат да се поставят в групата на „all in one” или универсални цименти.

Първите създадени композиционни цименти използват агенти за адхезия към емайла и дентина. В сравнение с цинкфосфатните и глас-йономерните, те са с подобрени механични качества и надеждни дългосрочни клинични резултати [229]. Недостатъците им са свързани със затруднения в протокола за работа, особено с изолиране на оперативното поле при и субгингивални дефекти [258].

Самоецващите цименти използват допълнително киселинен праймер. Протоколът за работа е по-лесен и бърз, намалява се рискът от грешки [80]. Клинични проучвания показват, че имат по-слаба връзка с емайла, сравнени с тези, при които се прилага тотално ецване [80].

Самоадхезивните композиционни цименти са най-широко употребяваните. Имат добра адхезия към емайла и дентина и към керамични и композитни конструкции, без допълнителни адхезивни агенти [58, 146]. Самоадхезивните цименти се свързват към нетретираната дентинова повърхност без допълнителна обработка. В началната фаза на полимеризация те имат качествата на самоецващи материали и предизвикват повърхностна деминерализация (ниско рН, висока хидрофилност) [191]. В късните етапи на полимеризация киселинността намалява, поради взаимодействието с апатитните кристали и металните оксиди от базата [175].

Както споменахме по-горе, ретенционността на индиректните конструкции се осъществява основно чрез адхезия. Ето защо интерес представлява свързването на самоадхезивните цименти както към ТЗТ – емайл/дентин, така и към различните типове композиционни материали – лабораторни композити за послойно нанасяне и блокчета за фрезование.

7. Анализ на литературния обзор

Възстановяването на витални зъби с големи разрушения е сериозен проблем за лекарите по дентална медицина. Директните естетични възстановявания на такива дефекти затрудняват прецизното пресъздаване на оклузалната морфология и периферния контур. Същевременно те притежават редица несъвършенства, като: недостатъчни абразивоустойчивост, фрактурна резистентност и устойчивост на умора; липса на биоинертност; неблагоприятно влияние на полимеризационно свиване. За постигане на по-добри и клинично трайни естетични резултати при obtуриране на сложни и обширни дефекти на твърдите зъбни тъкани, вниманието се насочва към индиректните естетични възстановявания.

Методите за изработка на индиректните композитни възстановявания са:

1. Конвенционален или **класически метод** (стандартен отпечатък и конвенционална изработка в лаборатория).
2. **Дигитален метод** (дигитален отпечатък, компютърен моделаж и фрезование на CAD/CAM машина).
3. **Хибриден метод** – комбинация от двата метода (стандартен отпечатък и дигитализирането му чрез лабораторен скенер, компютърен моделаж и фрезование на CAD/CAM машина).

Бурното развитие на дигиталните технологии в денталната медицина изисква сравнение на индиректните конструкции, изработени чрез класически, дигитален и хибриден метод.

Материалите за изработването на индиректни композитни obtурации по класически, дигитален и хибриден методи са свързани с нови дентални композити с подобрени механични качества. Те показват отлична здравина, естетика, притежават възможност за възстановяване на

големи разрушения и са максимално щадящи към оставащите ТЗТ. В намерените в литературата изследвания основно се разглеждат конструкции от литиев дисиликат. Единични са съобщенията, отнасящи се до композитите за индиректни възстановявания. Анализът на направения литературен обзор ни изправя пред редица частично решени и нерешени проблеми, свързани с употребата им. Необходими са допълнителни изследвания, касаещи микропросмукването и маргиналната адаптация на индиректните obturации, изработени чрез класически, хибриден и дигитален метод. Необходимо е да се проучи как се свързват към емайла и дентина чрез циментиращия агент различните нови материали – лабораторни композити и композитните блокчета с керамични частици.

Определящи за дълготрайността на една obturация са нейната точност, адхезията към ТЗТ и микропроницаемостта. Данните в намерените от нас литературни източници, свързани с тези проблеми, касаят главно керамични възстановителни материали, докато информацията относно композиционните материали с керамични частици е недостатъчна и понякога противоречива.

С развитието на дигиталната дентална медицина се налагат дигиталните отпечатъчни техники. Точността на индиректните obturации до голяма степен зависи от отпечатъчната техника. Малко са изследванията, сравняващи стандартен с дигитален отпечатък чрез лабораторен или интраорален скенер, а данните от тях са противоречиви.

Адхезията на конвенционалните и CAD/CAM конструкциите е пряко свързана с циментирането им към ТЗТ. За клинициста интерес представлява силата на адхезивната връзка, както и промяната ѝ, свързана с процеси на умора на материала, така и зъбната структура, към която е циментирано индиректното възстановяване. Липсват данни в

литературата, свързани с изследване на силата на адхезивната връзка на новите композиционни материали (конвенционални и блокчета за фрезование) след термоциклиране, а тези относно връзката с различни зъбни структури – емайл и дентин, са недостатъчни. Необходимо е да се направи сравнително проучване на силата на връзката към емайла и дентина, осъществена чрез циментиращия агент при различните нови материали – лабораторни и CAD/CAM композитни блокчета.

Тъй като дигиталният и хибридният метод за изработка на индиректни композиционни конструкции се използват отскоро, липсват достатъчно клинични резултати за качествата и дълготрайността им в ежедневната дентална практика.

Новите материали и техники за изработка на индиректни естетични възстановявания представляват теоретичен и клиничен интерес. Тяхното сравнително и систематизирано проучване ще даде яснота за подбора на подходяща отпечатъчна техника, ще позволи да се оцени точността на индиректните конструкции, изработени чрез класически, дигитален и хибриден методи. Резултатите от тези изследвания ще дадат възможност да се подбере подходящ клиничен протокол, улесняващ практикуващите лекари по дентална медицина в подбора на предсказуема и надеждна индиректна методика за възстановяване на витални зъби с обширни дефекти на твърдите зъбни тъкани.

Това ни дава основание да представим нашето научно проучване в настоящия дисертационен труд.

III. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

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

Задачи

За постигане на настоящата 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 obtурации към твърдите зъбни тъкани.

3. *In vitro* изследване на микропроницаемост на индиректни композиционни възстановявания с препарационна 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 obtурации чрез различни методи.

СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

IV. МАТЕРИАЛ

За целта на дисертационния труд са проведени анкетни, лабораторни и клинични проучвания.

В дисертационния труд са включени 300 анкетни карти на лекари по дентална медицина (ЛДМ), 220 екстрахирани зъба – 107 са селектирани като подходящи за целите на изследванията, прегледани са 140 пациенти – на 48 от тях са изработени индиректни композиционни възстановявания.

Материал по задача № 1

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

В анкетното проучване са включени 300 ЛДМ с различен трудов стаж, практикуващи на територията на Република България (приложение 1). 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 6.

Табл. 6. Материали, включени в изследванията

Материал	Състав
Лабораторен композит Signum ceramis (<i>Heraeus Kulzer, Hanau, Germany</i>)	Мономер: 27 тегл. % мултифункционални метакрилатни естери; Пълнител: 73 тегл. % силициеви частици
Блокчета за фрезване Cerasmart (<i>GC Europe, Leuven, Belgium</i>)	Мономер: 29 тегл. % Bis-MEPP, UDMA, DMA Пълнител: 71 тегл. % силициеви частици (20 nm), барието-стъклени частици (300 nm)
Композиционен самоадхезивен цимент iCEM (<i>Heraeus Kulzer, Hanau, Germany</i>)	Мономер: 51 тегл. % уретан и ди-, три- и мултифункционални акрилатни мономери Пълнител: 49 тегл. % пълнежни частици
Силан Silan IT (<i>ITENA, Paris, France</i>)	Етанол (96%), силан (4%)
Адхезив Prime&Bond Universal (<i>Dentsply Sirona, Germany</i>)	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 пясък с 99.7% съдържание на Al_2O_3 и размер на частиците 50 μm 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

Микротомографско изследване на адаптацията на индиректни композиционни obtурации към твърдите зъбни тъкани.

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

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

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 obturirani 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

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

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

Клинично изследване на витални зъби с големи разрушения, възстановени чрез индиректни композитни obturации.

За целите на клиничното изследване са включени 48 пациенти на възраст от 18 до 60 години, живеещи в град София. Те са запознати с целите на изследването и предварително са подписали информирано съгласие и декларация за защита на личните данни (Приложение 2).

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. 7.

Табл. 7. Критерии за подбор на пациенти и дефекти

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

V. МЕТОДИ

Метод по задача № 1

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

За целите на задача 1 е използван анкетен метод – писмено допитване до участници по едни и същи въпроси, структурирани в анкетна карта. Последната се състои от 17 въпроса, на част от които може да се посочи повече от един отговор. Четири от въпросите са със свободен отговор (Приложение 1). Въпросите са насочени към субективната оценка на всеки лекар за материалите и методите за възстановяване на витални зъби със значителни разрушения в дисталната област.

Единици на наблюдение

Лекар по дентална медицина, попълнил до края анкетната карта.

Място на наблюдение

Анкетите са разпространявани на територията на София в кабинети по дентална медицина на хартиен носител и на територията на България чрез електронна поща – Google Forms (*Google LLC, California, USA*).

Време на наблюдение

юни 2019 – януари 2020

Източници на информация

Източник на информация са 300 броя анкетни карти, от които са установени какви са използваните материали при възстановяване на витални зъби с големи дефекти от ЛДМ с различен трудов стаж.

Признаци на наблюдение

ЛДМ изказват своето мнение по 17 въпроса относно:

1. Използване на материали и техники при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения.
2. Проблеми и дълготрайност на директните композиционни obtурации.

3. Предпочитани материали и циментиращи средства за индиректни възстановявания.

4. Недостатъци, затруднения и дълготрайност на индиректните възстановявания.

За целите на задачи 2, 3 и 5 са изработени индиректни конструкции по три различни метода – конвенционален (група 1), хибриден (група 2) и дигитален (група 3). В таблица 8 са описани основните етапи при изработка на obtурациите от всяка група.

Табл. 8. Основни етапи при изработка на индиректни композиционни obtурации по три различни метода – конвенционален, хибриден и дигитален

Метод Етап	Индиректни obtурации по конвенционален метод	Индиректни obtурации по хибриден метод	Индиректни obtурации по дигитален метод
Особеност при кавитетна препарация	Дивергенция на кавитетните стени 8–12°	Дивергенция на кавитетните стени 12–17°	Дивергенция на кавитетните стени 12–17°
Вид отпечатък	Стандартен/едноетапен двуфазов на цяла горна и долна челюст	Стандартен/едноетапен двуфазов на цяла горна и долна челюст	Дигитален на цяла горна и долна челюст
Лабораторен модел	Гипсов модел	Гипсов модел, който се сканира с лабораторен скенер и се превръща в дигитален модел	Дигитален модел
Моделиране	Послойно нанасяне на лабораторен композиционен материал	Дигитален дизайн на индиректната конструкция	Дигитален дизайн на индиректната конструкция
Изработка	Полимеризиране с лампа и пещ	Фрезоване от блокче на машина	Фрезоване от блокче на машина
Завършване	Полиране и финиране, оцветяване	Финиране, оцветяване	Финиране, оцветяване
Циментиране	Пясъкоструене на готовата конструкция, нанасяне на силан и циментиране към кавитета	Пясъкоструене на готовата конструкция, нанасяне на силан и циментиране към кавитета	Пясъкоструене на готовата конструкция и нанасяне на силан

Метод по задача № 2

Микротомографско изследване на адаптацията на индиректни композиционни obturации към твърдите зъбни тъкани.

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° . За постигане съпоставимост на кавитетите за препарацията 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 конструкциите

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, Ostarock, Kulzer). Върху така подготвените модели са изработени инлеи от

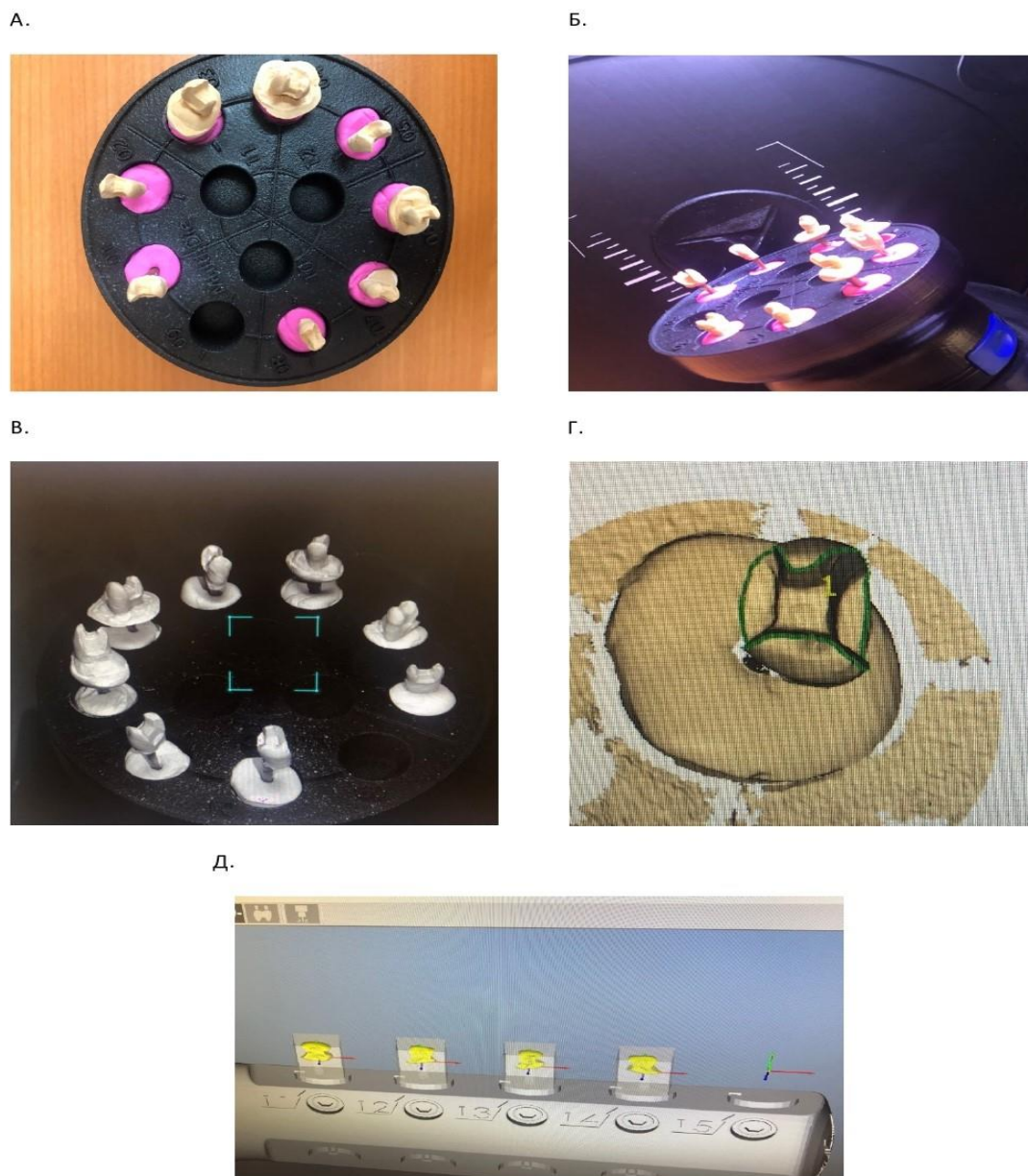
лабораторен композит Signum ceramis (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*). Материалът е нанесен послойно, с цвят А3, като е използвана моделираща течност (C&B liquid, *Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*). За осъществяване на максимална полимеризация, след нанасянето на всеки слой лабораторен композит, моделът е поставян в печ *Hi Light power 3D* за 6 s. След завършване на инлея се извършва окончателна обработка в печта 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 μm . Чрез 5-осна машина за фрезование Zfx in house 5x (*Zimmer Biomet*) от композиционни блокчета CERASMART (*GC Europe, Leuven, Belgium*) са фрезовани 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 μm . Готовата конструкция е фрезована 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 пънчета 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

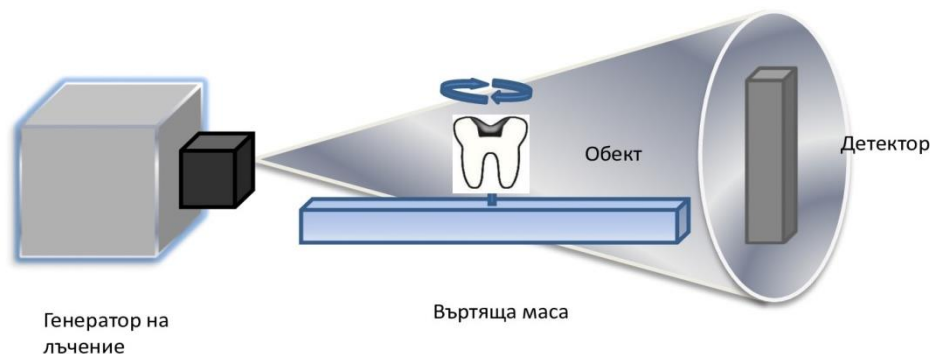
Готовите конструкции са ажустирани върху естествените зъбни модели и са фиксирани със самоадхезивен цимент iCEM Self adhesive (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*) според инструкциите на производителя. Вътрешната повърхност на инлеите е обработена чрез пясъкоструене ($50 \mu\text{m Al}_2\text{O}_3$), след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

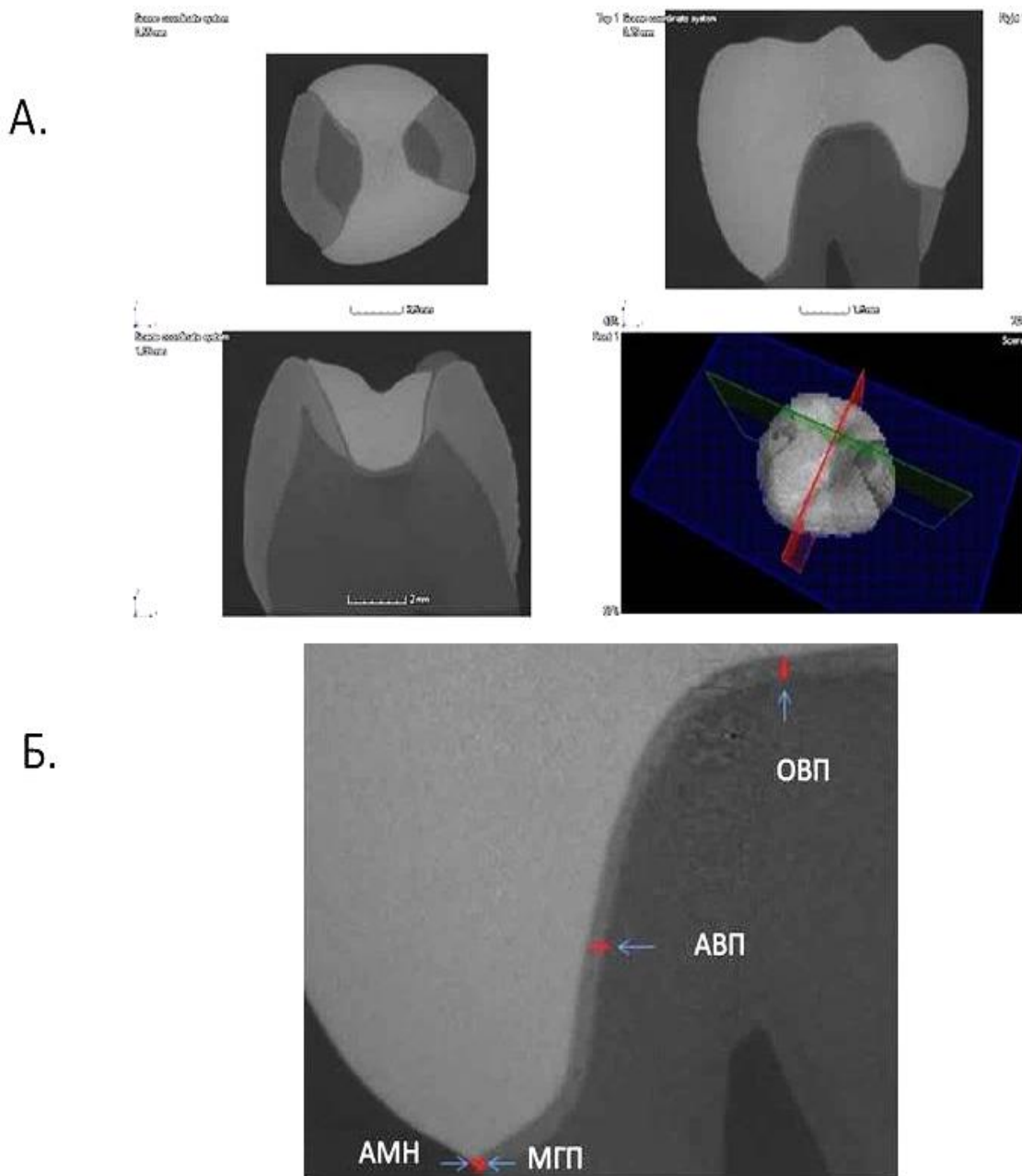
визуализират данните от КМТ. След сканирането е използван софтуер СТАн (*Bruker, Kontich, Belgium*), за да се възпроизведе образ.



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 (фиг. 3).



Фиг. 3. Компютърно рентгеново микротомографско изследване: А) Срезове по зъбната повърхност; Б) Подготвени за измерване образци

Метод по задача № 3

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

Зъбите са почистени с ултразвуков апарат от меки тъкани и са изследвани под увеличение $\times 9$ със стереомикроскоп Leica S6 (*Leica Microsystems, Wetzlar, Germany*). Отстранени са зъби с дефекти –

хипоплазии и фрактури. Избраните образци са съхранявани в 0.1% разтвор на тимол. По време на експеримента изготвените образци са съхранявани в термостат при 37°C.

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 емайло-циментовата 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 емайло-циментовата 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, Ostarock, 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 композитните инлеи

Група I (конвенционален метод). След изготвянето на кавитетните форми от естествените зъби са взети отпечатьци с А силикон Variotime (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*) по едноетапен двуфазов метод. Изготвени са модели от твърд гипс с подвижни пънчета (IV клас гипс, Ostarock, 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&B liquid, *Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*). За осъществяване на максимална полимеризация, след нанасянето на всеки слой лабораторен композит, моделът е поставян в печка Hi Light power 3D за 6 s. След завършване на инлея се извършва окончателна обработка в печка 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.

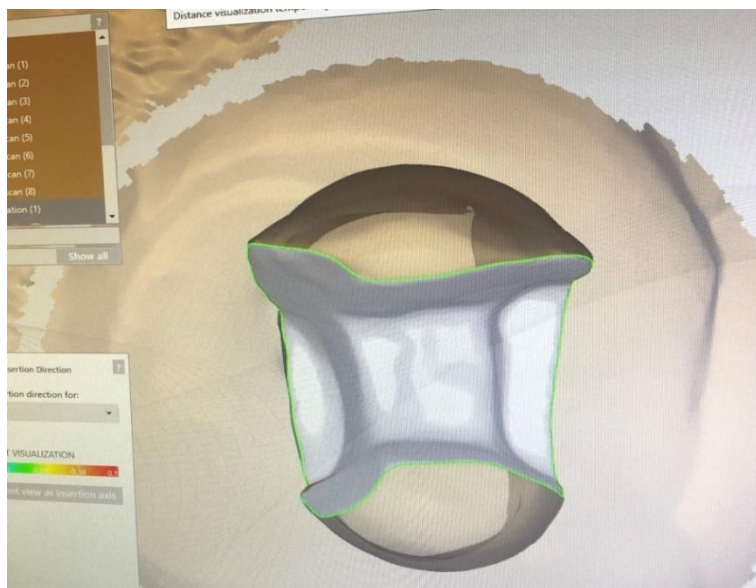
Група II (хибриден метод). След изготвяне на кавитетните форми върху естествените зъби са взети отпечатьци с А силикон Variotime (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*) по едноетапен двуфазов метод. Изготвени са модели от твърд гипс с подвижни пънчета (IV клас гипс, Ostarock, *Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*). Същите са сканирани с лабораторен скенер Evolution Zfx (*Zimmer Biomet*) по метода Multi-Die (едновременно сканиране на всички образци). Върху така изготвените дигитални модели са изработени дигитални инлеи чрез софтуерна програма – Software Zfx Exocad (*Zimmer Biomet*), в CAD/CAM технологичен център към ФДМ – София (фиг. 4).



Фиг. 4. Multi-Die сканиране на гипсови пънчета

Изготвените проекти на инлеи са подадени електронно на 5-осна машина Zfx in house 5x (*Zimmer Biomet*). Машината изработва по зададената ѝ програма инлеи от CAD/CAM блокчета (*CERASMART, GC Europe, Leuven, Belgium*). Процесът отнема около 60–65 минути за инлей. Машината използва охлаждане с масло. След отстраняване на маслената течност, инлеите са ажустирани към гипсовите модели и са полирани.

Група III (дигитален метод). След изготвянето на кавитетните форми върху естествените зъби са взети дигитални отпечатьци с интраорален скенер Intra scan Zfx (*Zimmer Biomet*). Върху така изготвените дигитални модели са изработени дигитални инлеи чрез софтуерна програма – Software Zfx Exocad (*Zimmer Biomet*) в CAD/CAM технологичен център към ФДМ – София (фиг. 5).



Фиг. 5. Снимка на дигитален отпечатък на кавитетна подготовка

Изготвените проекти на инлеи са подадени електронно на 5-осна машина Zfx in house 5x (*Zimmer Biomet*). Машината изработва по зададената ѝ програма инлеи от CAD/CAM блокчета (*CERASMART, GC Europe, Leuven, Belgium*). Процесът отнема около 60–65 min за инлей. Машината използва охлаждане с масло. След отстраняване на маслената течност, инлеите са ажустирани към гипсовите модели и са полирани.

Ажустиране и циментиране на готовите композиционни инлеи

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 на конструкцията към кавитета.

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.

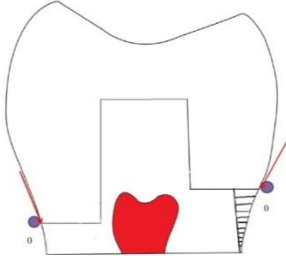
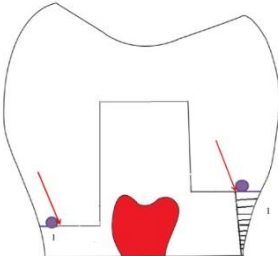
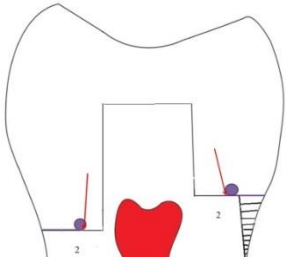
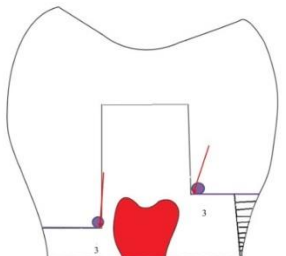
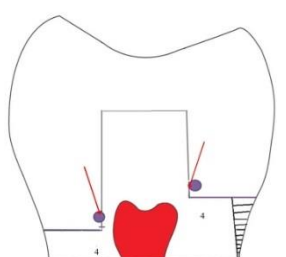
Образците са включени в епоксидни блокчета и са срязани надлъжно с микротом Leica SP 1600 (*Leica Microsystems, Wetzlar, Germany*) в медио-дистално направление през центъра на обтурацията. Двете половини са изследвани със стереомикроскоп Leica S6 (*Leica Microsystems, Wetzlar, Germany*) под увеличение 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) (табл. 9)

Критериите, които са използвани за оценка, са следните:

Табл. 9. Ска̀ла 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	

Метод по задача № 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.

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 отпечатьци (матрици). Получените модели от тях са поставени в тестообразен 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

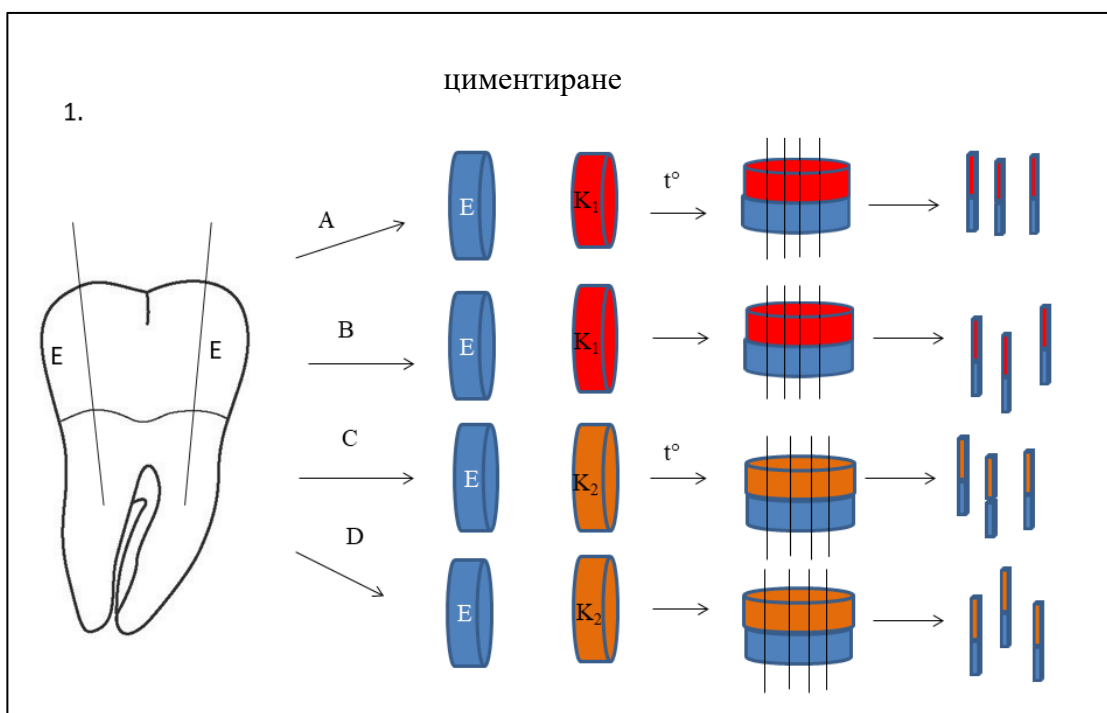
На 16 молара букално и лингвално е отделена емайловата повърхност с помощта на диамантен пилител, като условно и накратко ще ги наречем „емайлови плочки“. След това те са разделени в четири равни групи (x4 образца във всяка). Към група А и В са циментирани композиционни блокчета с височина 4 mm от лабораторен 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.

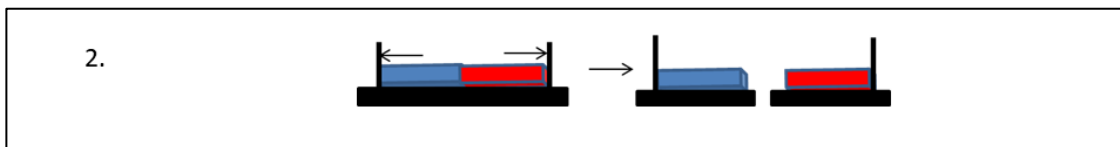
След етапа на термоциклиране всяко пробно тяло е включено в епоксиден блок. С помощта на микротом Leica SP 1600 (*Leica*) този блок, при непрекъснато водно охлаждане, е разрязван в три взаимно перпендикулярни равнини до получаване на миниатюрни пробни тела (гредички) за физико-механични изпитвания. Размерите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

За оценка на якостта на опън (фиг. 6) изработените по горесъщото 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 МРа.



Фиг. 6(1). Схема на изработване на емайлови образци за тестване на микроопън



Фиг. 6(2). Тестване на якост на микроопън

Легенда: E – емайл, K₁ – композит 1 (Signum ceramis), K₂ – композит 2 (Cerasmart), t° – термоциклиране.

Изработване на дентинови образци

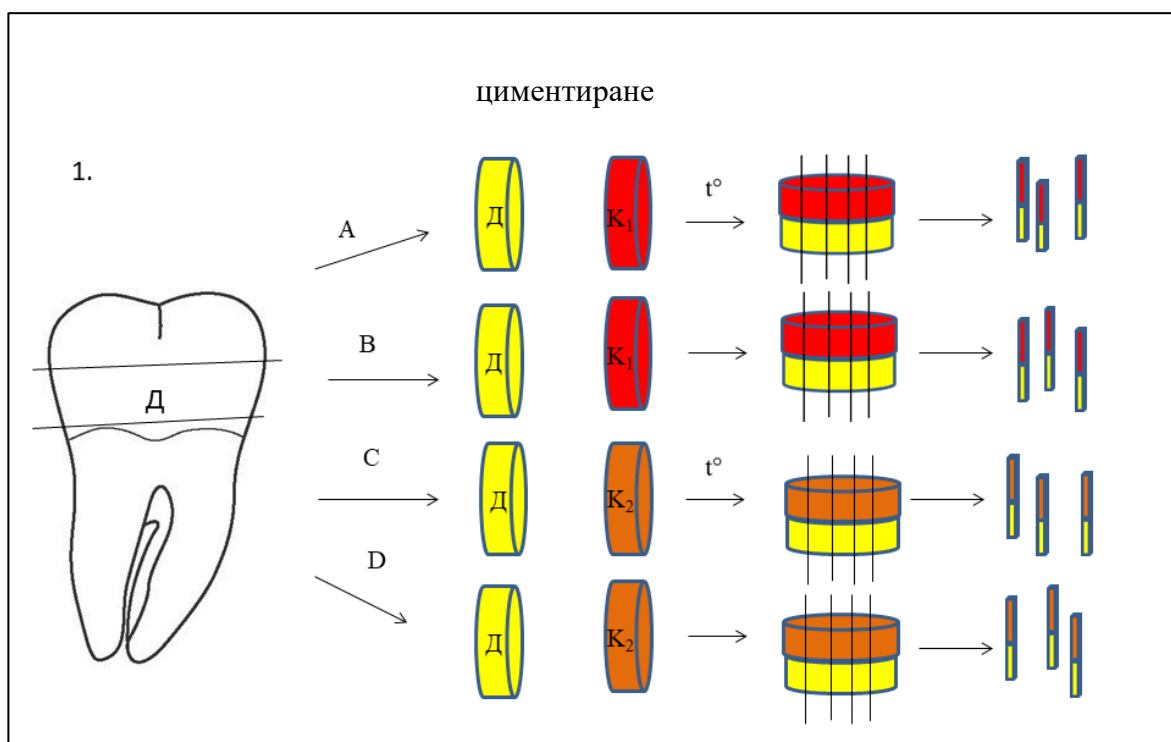
На 16 от зъбите с помощта на диамантен пилител е отстранена оклузалната трета. Цели се разкриване на дентина. След това е отстранена и долната третина на короната, за да се получи своеобразна „дентинова плочка“. Дентиновата повърхност е обследвана с помощта на увеличение (x9) за липсата на емайл и пулпна тъкан. Така подготвените дентинови образци са разделени в четири равни групи (x4 образеца 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 силан.

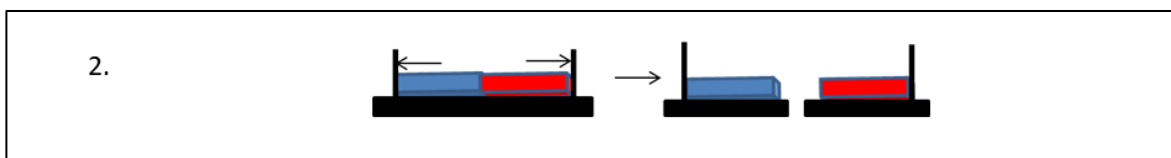
Попадналите в групи E и F „дентинови плочки“ аналогично са циментирани към 8 композитни еталона Signum ceramis, а попадналите в групи G и H – към 8 еталона от CERASMART (с помощта на самоадхезивен цимент iCEM Selfadhesive (*Heraeus Kulzer, Hanau, Germany*)).

Както при емайлите 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 (фиг. 7).



Фиг. 7(1). Схема на изработване на дентинови образци за тестване на микроопън

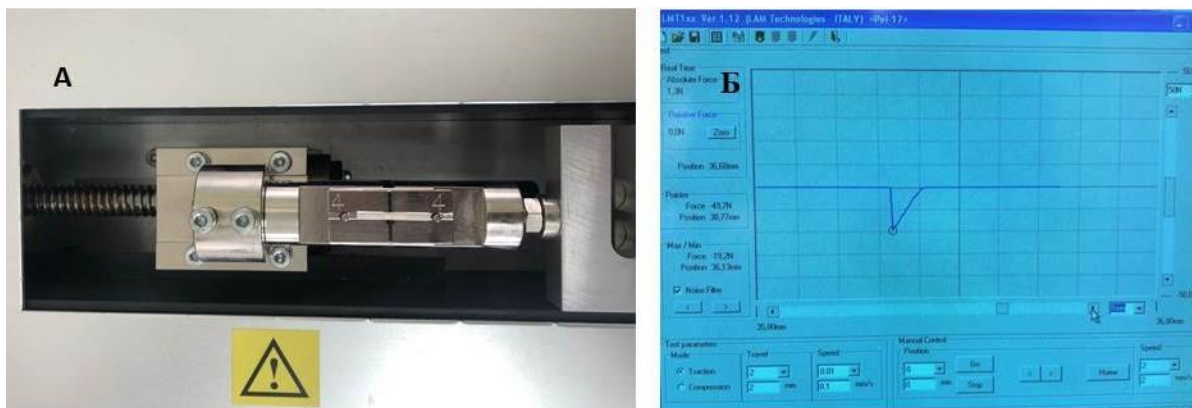


Фиг. 7(2). Тестване на якост на микроопън

Легенда: Д – дентин, K₁ – композит 1 (Signum ceramis), K₂ – композит 2 (Cerasmart), t° – термоциклиране.

На фигура 8А 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. 8Б).



Фиг. 8. 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

Метод по задача № 5

Клинично изследване на витални зъби с големи разрушения, възстановени чрез индиректни композитни obtурации.

В изследването са включени два материала за индиректни obtурации: 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.

Критериите за подбор на пациенти са описани в раздел Материал по задача 5. Obtурациите се изработиха в периода декември 2017–август 2018 г.

Клиничните етапи за изработка на индиректните obtурации са:

Първи клиничен етап:

1. Определяне на вида на конструкцията и материала, от които 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 μm и финирни борери – 25 μm .

- 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. Имедиатно 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 безвгенолов 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 подготовка:

- Изолация на работното поле.
 - Почистване на кавитета с кислородна вода и спирт.
 - Подсушаване.
 - Аплициране на самоадхезивен цимент върху повърхността на кавитетната препазация 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 μm и 15 μm .
 5. Полиране с полирни дискове, ленти и гуми Diapol (*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. 10), а резултатите се нанасят в предварително изготвена за целта карта на пациента (Приложение 3). В началното състояние на 6^{-и}, 12^{-и} и 24^{-ти} месец се изследва виталитетът на зъбната пулпа чрез електроодонтодиагностика по следната методика:

- пациентът задържа пасивния електрод в дясната си ръка;
- дават се инструкции на пациента при най-слабото дразнене в зъба да натисне бутона на пасивния електрод;
- изследваният зъб се изолира от слюнката с ролки;
- изследваният зъб се подсушава с въздух;
- позиционира се върхът на активния електрод перпендикулярно върху зъбната шийка на отстояние 2 mm от гингивалния ръб;
- стартира се измерването чрез натискане на бутона върху активния електрод на апарата за ЕОД;

– при най-слабото дразнене в зъба, пациентът натиска бутона на пасивния електрод, който се намира в дясната ръка;

– отчита се резултатът от изследването, който е запаметен на екрана на апарата.

Табл. 10. Модифицирани USPHS критерии

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

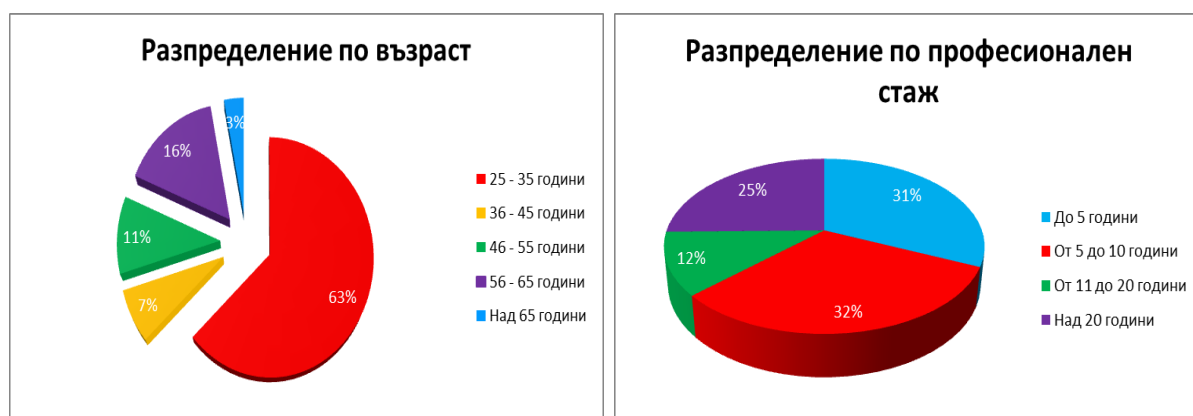
VI. РЕЗУЛТАТИ

Резултати по задача № 1

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

От раздадените 300 анкетни карти 285 или 95% са коректно попълнени и резултатите от тях са обработени. При някои от променливите броят на отговорите е по-голям от броя на респондентите, защото е било възможно да се даде повече от един отговор на въпрос. Разпределението на резултатите е представено чрез едномерни честотни фигури. Жените са 57% от анкетираните, а мъжете – 44%.

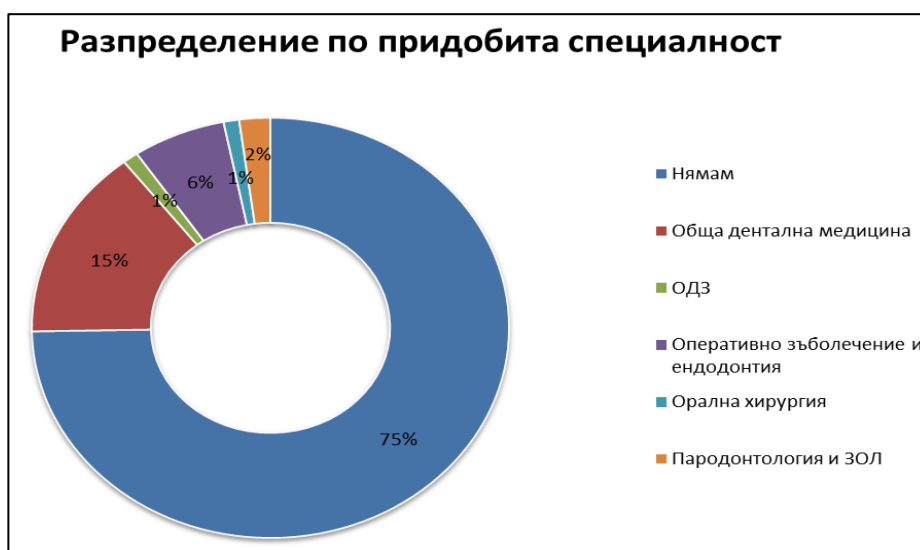
Преобладаващата част от анкетираните (63%) са на възраст до 35 години, а 35% имат клиничен стаж от 5 до 10 години (фиг. 9). Повечето от тях са с адрес на дентална практика в гр. София (69%) (фиг. 10). Мнозинството респонденти нямат придобита специалност (75%). „Обща дентална медицина“ имат 15% от анкетираните, 6% – „Оперативно зъболечение и ендодонтия“, 2% – „Пародонтология и заболявания на оралната лигавица“, 1% – „Орална хирургия“ и 1% – „Обществено дентално здраве“ (фиг. 11).



Фиг. 9. Честотно разпределение на анкетираните лекари по дентална медицина по възраст и професионален стаж



Фиг. 10. Честотно разпределение по местоположение на денталната практика на анкетираните



Фиг. 11. Честотно разпределение по придобита специалност

Резултатите от проведената анкета показват, че 62% от анкетираните имат затруднения при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения, докато 38% нямат такива.

Най-голям процент от анкетираните предпочитат директните КМ за възстановяване на витални зъби със значителни разрушения – 88% (252 анкетирани), следвани от КМ за индиректни конструкции – 46% (132), ГЙЦ – 18% (51). Прави впечатление, че денталната амалгама все по-малко се използва – едва 5% (15) (фиг. 12).



Фиг. 12. Разпределение на предпочитан материал за възстановяване на зъби с големи разрушения на клиничната корона

Резултатите относно предпочитана техника при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения са представени на фигура 13. Те показват, че най-често се изработват директни obturации.



Фиг. 13. Разпределение по предпочитана техника

Прилагане на директна техника с възстановителен материал посочват 85% (243 анкетиранни); 42% (120 анкетиранни) предпочитат използването на обвивна корона; 36% (102 анкетиранни) посочват прилагане на индиректна техника.

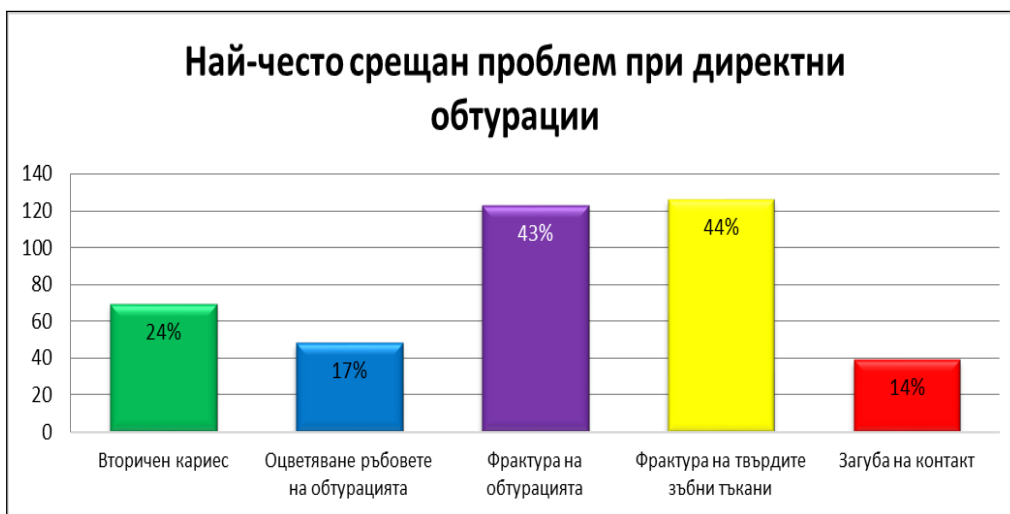
Относно запитването с какво е свързан изборът на възстановителна техника, анкетираните можеха да посочат няколко отговора: по-лесен протокол за работа, по-евтина или по-добре позната техника или комбинация от тях. Резултатите се представени на фигура 14 и са, както

следва: 66% (189 анкетирани) посочват „по-добре позната техника“, 43% (123 анкетирани) – „по-лесен протокол“, 12% (33 анкетирани) – „по-евтина техника“. По-голяма част от анкетираниите (66%) предпочитат протоколи за работа, които са много добре проучени във времето от тях и не изискват нови познания, свързани с различни техники.



Фиг. 14. Причина за избор при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения

Резултатите от обработката на данните относно проблемите, свързани със загуба на директни композиционни obtурации на витални зъби със значителни разрушения, са показани на фигура 15.



Фиг. 15. Причини за загуба на obtурации на витални зъби със значителни разрушения

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

По-голяма част от анкетираните – 80% (228), познават и прилагат индиректни техники при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения, а 20% (57 анкетирани) не ги използват. Техните отговори относно вида на материала за индиректна техника, циментиращите средства, затрудненията и недостатъците на метода са представени на фигури 16, 17, 18, 19.

За избор на материал можеше да се избере между метална сплав (МС), лабораторен композит (ЛК), циркониева керамика за CAD/CAM (ЦК), хибридни композити за CAD/CAM (ХК). Най-голям процент 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. 16).



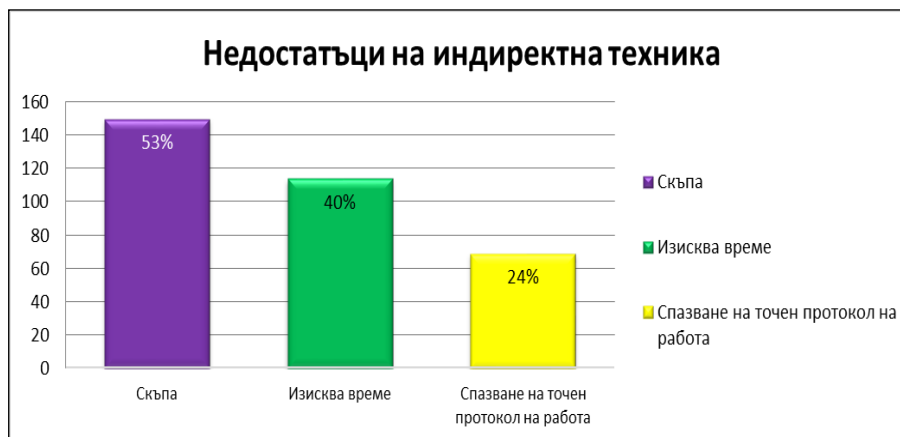
Фиг. 16. Честотно разпределение на предпочитан материал за индиректна техника

Що се отнася до циментиращите средства, отново можеше да се посочи повече от един отговор. Най-голям брой от анкетираните използват единствено композиционен цимент (КЦ) – 59% (168 анкетирани), следван от глас-йонимерен (ГЙЦ) – 41% (117 анкетирани). Цинк-фосфатният цимент се използва от по-малък брой анкетирани – 16% (45 анкетирани) (фиг. 17).



Фиг. 17. Предпочитано циментиращо средство

На въпроса, свързан с недостатъците на индиректната техника, анкетираните можеха да посочат: цена, време, протокол за работа или комбинация от тях. Като основен недостатък 53% (150 анкетирани) определят цената на индиректната конструкция, а 40% (114 анкетирани) – цената и отделеното време. Най-малко анкетирани – 24% (69), посочват изискванията за спазване на точен протокол за работа (фиг. 18).



Фиг. 18. Недостатъци, свързани с индиректната техника на работа

На въпроса за затрудненията, свързани с индиректната техника на работа, анкетираните можеха да дадат свободен отговор. След това отговорите им бяха разгледани и разпределени в няколко групи: специфичен протокол, много посещения; препарация на кавитета; точен отпечатък; ажустиране на конструкцията; циментиране и изолация на оперативното поле; колаборация със зъботехника; други. На този въпрос 30% (84 анкетирани) от респондентите не могат да отговорят, а 16% (45 анкетирани) имат затруднения при циментиране на индиректната конструкция, 10% (27 анкетирани) – проблеми с отпечатъчната техника. Честотното разпределение на всички затруднения е представено графично на фигура 19.



Фиг. 19. Затруднения, свързани с индиректната техника

Дълготрайността при директните и индиректните възстановявания на витални зъби в дисталната област е представена по следния начин – продължителност до 5 години (1), между 5 и 10 години (2), над 10 години (3). В случаите, когато лекарят не е сигурен и няма наблюдения, има опция, че не може да прецени (4). Тук сумарният сбор до 100% се получава по вид възстановяване (директно или индиректно) (фиг. 20).



Фиг. 20. Процентно разпределение на мнението на лекарите за дълготрайността при големите директни и индиректни възстановявания на витални зъби в дисталната област

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.

Най-често посоченият отговор на респондентите за директните възстановявания е, че дълготрайността им е до 5 години. При индиректните възстановявания преобладаващото мнение е, че те издържат повече – над 10 години.

Тъй като продължителността на възстановяване е представена под формата на качествена променлива на ординалната скала, за да се

установи дали има разлика в дълготрайността на двата вида конструкции, се използва непараметричен метод за статистическата обработка. Резултатите показват разлика между две свързани извадки (Wilcoxon signed rank test). От анализа са изключени отговорите на лекарите, които са посочили, че не могат да преценят. Резултатите от статистическата обработка са представени на таблица 11.

Табл. 11. 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	

Равнището на значимост е по-малко от приетия риск за грешка 0.01, следователно има статистически значима разлика в мненията относно дълготрайността при директните и индиректните възстановявания на дистални зъби. Този извод може да се твърди с вероятност за сигурност от 99%.

Въз основа на Хи-квадрат анализ бе направена статистическа обработка на резултатите, като се потърси дали съществува връзка (табл. 12) между професионалния трудов стаж и:

1. вид на използваните материали;
2. приложение на индиректна техника за възстановяване;
3. вид на предпочитаните материали при индиректна техника;
4. предпочитани циментиращи средства.

Табл. 12. Резултати от статистическата обработка за наличие на връзка на показател „трудов стаж“ с останалите посочени показатели

Отчетена връзка между показател „трудов стаж“ и посочените показатели	Характеристики	Години професионален трудов стаж
Вид на използваните материали	N	450
	p	p<0.01
Индиректна техника за възстановяване	N	285
	p	p<0.01
Вид на предпочитаните материали при индиректна техника	N	384
	p	p<0.01
Предпочитани циментиращи средства	N	330
	p	p<0.01
Използван метод	Хи-квадрат анализ	

Резултатите показват наличие на статистически значима връзка между трудовия стаж и останалите променливи. Всички връзки са доказани при риск за грешка от 1%.

При трудовия стаж и вида използван материал връзката се дължи на закономерността с нарастване на трудовия стаж лекарите да използват все по-малко композиционни материали за директни възстановявания за сметка на индиректните. При използването на индиректни техники се наблюдава същата закономерност. С увеличаване на трудовия стаж използването на индиректни техники се увеличава с изключение на лекарите с трудов стаж над 20 години. При тях процентът на използване на индиректни техники намалява спрямо предходните категории стаж. По отношение на използваните материали за индиректни възстановявания също има промяна при лекари с трудов стаж над 20 години. При трудовия стаж и вида на предпочитания материал при индиректна техника, връзката се дължи на предпочитанието на лекарите с по-голям трудов стаж да

използват повече метални сплави и по-малко хибридни композиционни блокчета за CAD/CAM. При циментиращите средства с увеличение на стажа предпочитанията на лекарите да използват ГЙЦ нарастват.

Въз основа на Хи-квадрат анализ бе направена статистическа обработка на резултатите, за да се установи дали има връзка (табл. 13) между местоположението на денталната практика и:

1. вид на използваните материали;
2. приложение на индиректна техника за възстановяване;
3. вид на предпочитаните материали при индиректна техника;
4. предпочитани циментиращи средства.

Табл. 13. Резултати от статистическата обработка за наличие на връзка на показател „местоположение“ с останалите посочени показатели

Отчетена връзка на показател „местоположение“ с посочените показатели	Характеристики	Местоположение на денталната практика
Вид на използваните материали	N	450
	P	p<0.01
Индиректна техника за възстановяване	N	285
	P	p<0.01
Вид на предпочитаните материали при индиректна техника	N	384
	P	p>0.05
Предпочитаните циментиращи средства	N	330
	P	p>0.05
Използван метод	Хи-квадрат анализ	

Резултатите показват наличие на статистически значима връзка между местоположението на практиката и две от изследваните променливи: вид на използваните материали и използване на индиректна техника за възстановяване. Връзката при тях се доказва при риск за грешка от 1%.

При търсене на връзка – местоположение на денталната практика и вид използван материал, се установява, че с разрастване на населеното място лекарите използват все по-малко композиционни материали за

директни възстановявания. При използването на индиректни техники се наблюдава същата закономерност. С разрастването на населеното място използването на индиректни техники се увеличава, а на директните – намалява.

При търсенето на зависимост – местоположение на населеното място и вид на предпочитания материал при индиректна техника, връзката остава недоказана. Там предпочитанията на лекарите за материали остават едни и същи, независимо от населеното място.

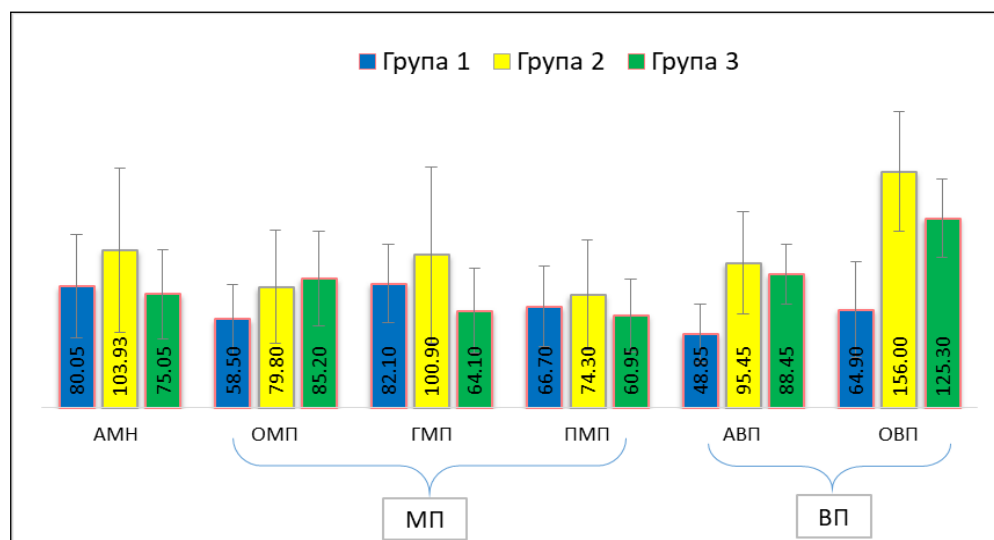
Връзката с циментиращите средства също остава недоказана, макар да се доближава много близо до границата за приемане на такава. ЛДМ от различните типове населени места предпочитат различни циментиращи средства, но тези разлики се оказват статистически незначими.

Резултати по задача № 2

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

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

Графично и таблично са представени средните стойности на маргинален и вътрешен процеп на трите групи композиционни инлеи (изработени по конвенционален, хибриден и дигитален метод). На фигура 21 са показани средните стойности на отделните групи маргинален (МП) и вътрешен (ВП) процеп, както и на абсолютното маргинално несъответствие (АМН) в μm при трите изследвани групи.



Фиг. 21. Средни стойности на процеп (в μm), измерен в различни области, при трите групи инлеи

Легенда: Група 1 – конвенционален метод; Група 2 – хибриден метод; Група 3 – дигитален метод; АМН – абсолютно маргинално несъответствие; ОМП – оклузален маргинален процеп; ГМП – гингивален маргинален процеп; ПМП – проксимален маргинален процеп; МП – маргинален процеп; АВП – аксиален вътрешен процеп; ОВП – оклузален вътрешен процеп; ВП – вътрешен процеп.

От представените резултати става ясно, че и при трите изследвани групи – маргиналният процеп е в границата на клинично приемливата стойност до 120 μm .

След статистически анализ с тест на Колмогоров–Смирнов се установи, че разпределението в изследваните групи е различно. Затова допълнително се направи непараметричен статистически тест – Kruskal–Wallis H test, който сравнява средни стойности между повече от две групи, а чрез Post hoc тест може да се определи между кои групи се е появила статистически значимата разлика. Резултатите от анализа са представени в таблица 14. Дескриптивен статистически анализ показва средните стойности и стандартното отклонение на АМН, ОМП, ГМП, ПМП, АВП и ОВП.

Табл. 14. Статистически анализ на абсолютното маргинално несъответствие, вътрешен и маргинален процеп между изследваните групи. Резултати от средни стойности на изследваните параметри

Изследвани групи	Параметри	Характеристики	Видове изследвани параметри				
			Абсолютно маргинално несъответствие	Оклузален маргинален процеп	Гингивален маргинален процеп	Проксимален маргинален процеп	Аксиален вътрешен процеп
Група 1 Инлеи по конвенционален метод	Mean	80.05^A	58.50^A	82.10^A	66.70^A	48.85^A	64.90^A
	SD	34.01	22.89	26.18	26.60	19.57	31.40
	N	400	100	100	200	200	200
	%	33.33	33.33	33.33	33.33	33.33	33.33
Група 2 Инлеи по хибриден метод	Mean	103.93^B	79.80^B	100.90^B	74.30^B	95.45^B	156.00^B
	SD	54.12	37.58	18.26	36.20	33.70	39.74
	N	400	100	100	200	200	200
	%	33.33	33.33	33.33	33.33	33.33	33.33
Група 3 Инлеи по дигитален метод	Mean	75.05^A	85.20^B	64.10^B	60.95^A	88.45^B	125.30^B
	SD	29.61	31.16	27.89	24.14	19.72	25.70
	N	400	100	100	200	200	200
	%	33.33	33.33	33.33	33.33	33.33	33.33
Общо	N	1200	300	300	600	600	600
	%	100	100	100	100	100	100
Kruskal-Wallis H test	P	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01

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

Статистическият анализ доказва, че във всеки изследван параметър се наблюдава статистически значима разлика между изследваните групи.

Този извод може да се твърди с вероятност от 99%. Post hoc тестът 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 групи 1 и 3 такава не е открита ($p=0.083$);

– **оклузален маргинален процеп** – доказана е статистически значима разлика между **група 1 и група 2 ($p=0.000$)** и **група 1 и група 3 ($p=0.000$)**, но между групи 2 и 3 такава не е открита ($p=0.221$);

– **гингивален маргинален процеп** – доказана е статистически значима разлика между **всички групи – група 1 и група 2 ($p=0.001$)**, **група 1 и група 3 ($p=0.002$)** и **между група 2 и 3 ($p=0.000$)**;

– **проксимален маргинален процеп** – доказана е статистически значима разлика между **група 2 с група 1 ($p=0.010$)** и **група 3 ($p=0.000$)**, но между група 1 и 3 такава не е открита ($p=0.051$);

– **аксиален вътрешен процеп** – доказана е статистически значима разлика между **всички групи: между група 1 и група 2 ($p=0.000$)**, **група 1 и група 3 ($p=0.000$)** и **между група 2 и 3 ($p=0.006$)**;

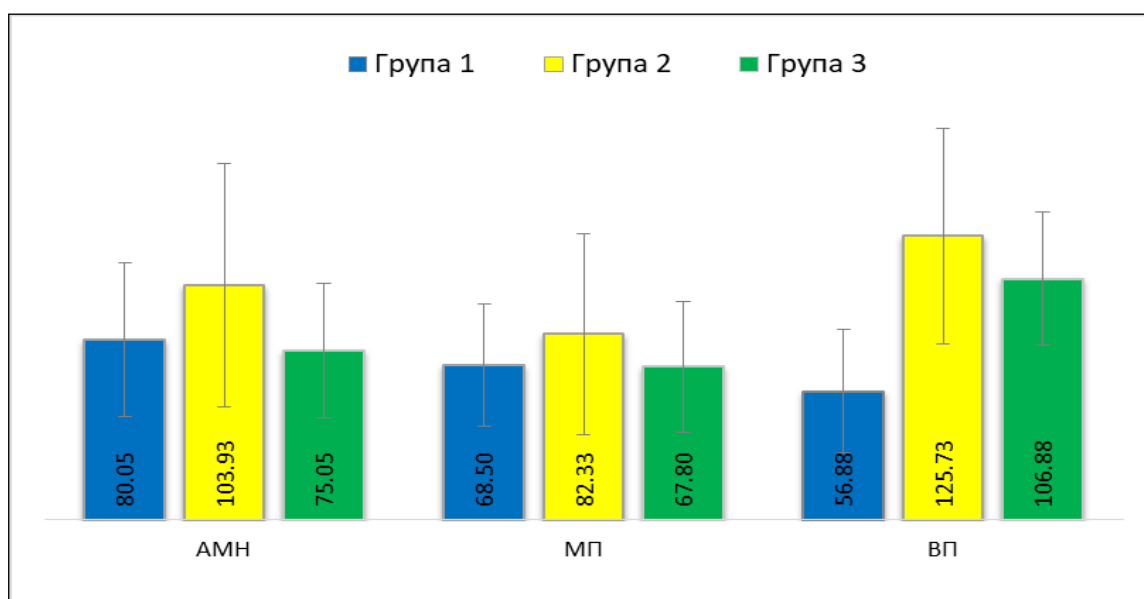
– **оклузален вътрешен процеп** – доказана е статистически значима разлика между **всички групи: между група 1 и група 2 ($p=0.000$)**, **група 1 и група 3 ($p=0.000$)** и **между група 2 и 3 ($p=0.000$)**.

Измерените стойности могат да бъдат обобщени в три групи:

– Абсолютно маргинално несъответствие (AMH).

- Маргинален процеп (МП).
- Вътрешен процеп (ВП).

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 (АВП) и оклузалния вътрешен процеп (ОВП) (фиг. 22).



Фиг. 22. 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 теста на Колмогоров–Смирнов, се използва непараметричният тест на Kruskal–Wallis H test и Post-hoc тест. Резултатите от анализа са представени в таблица 15.

Табл. 15. Статистически анализ на абсолютното маргинално несъответствие, вътрешен и маргинален процеп между изследваните групи. Резултати от средните стойности на изследваните параметри

Изследвани групи \ Параметри	Характеристики	Видове изследвани параметри		
		Абсолютно маргинално несъответствие	Маргинален процеп	Вътрешен процеп
Група 1 Инлеи по конвенционален метод	Mean	80.05^A	69^A	57^A
	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^B	82^B	126^B
	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^A	68^A	107^B
	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 процеп също се оказва статистически значима. Този извод може да се твърди с вероятност от 99%. Post Hoc анализът показва:

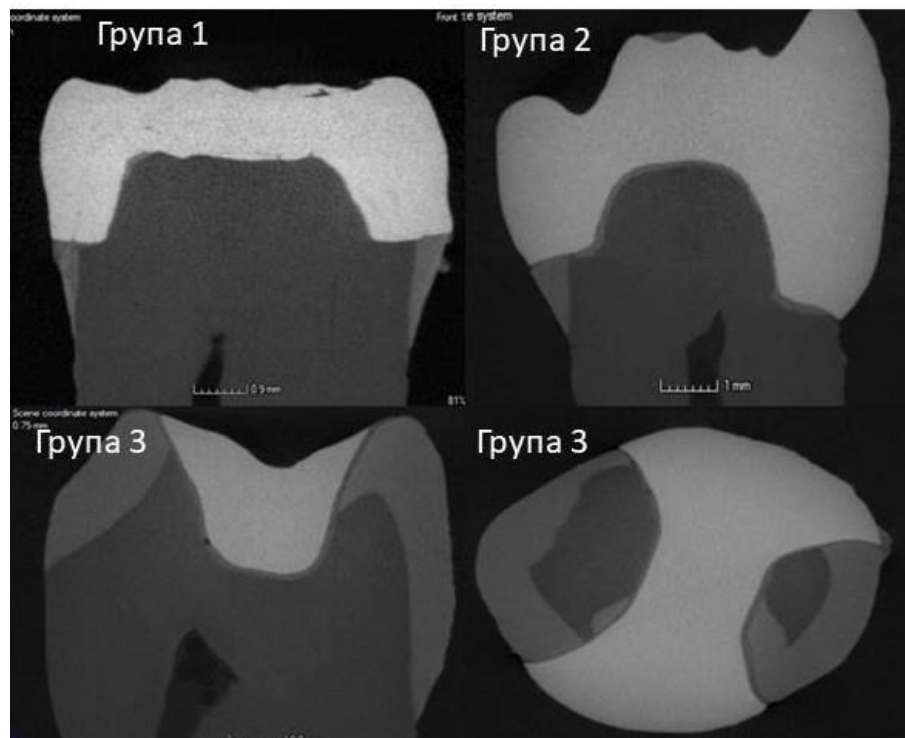
– **абсолютно маргинално несъответствие** – доказана е статистически значима разлика между **група 2 и група 1 (p=0.000)** и **група 2 и група 3 (p=0.000)**, но между група 1 и 3 такава не е открита (p=0,083);

– **маргинален процеп** – 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);

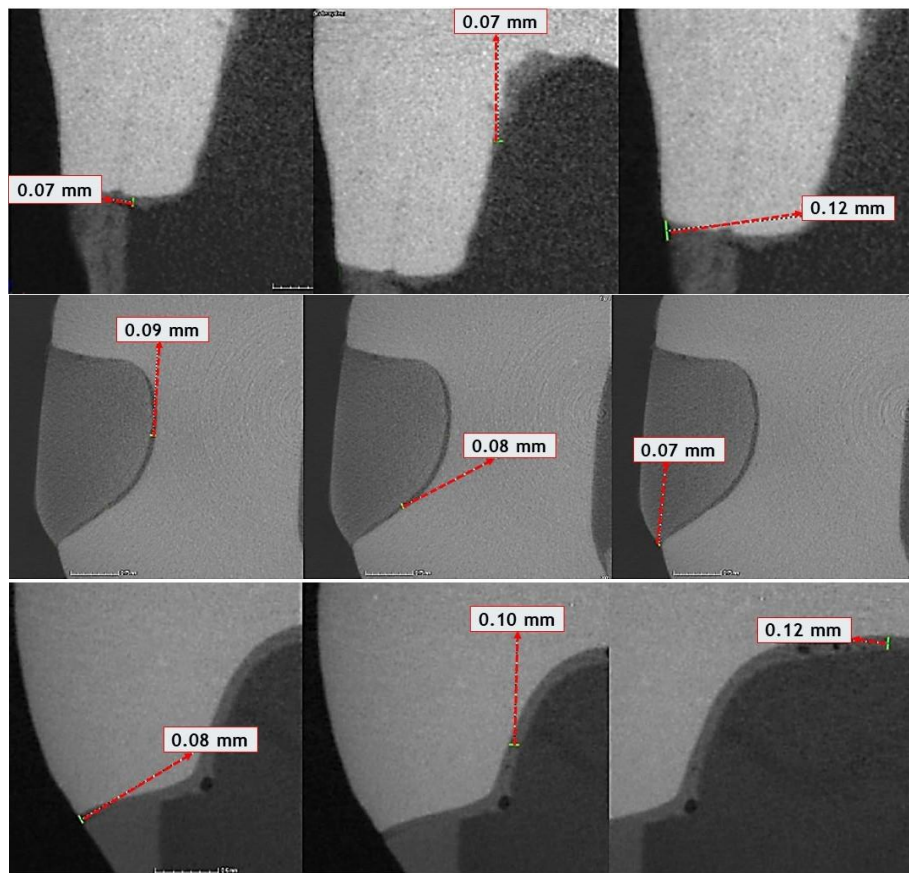
– **вътрешен процеп** – доказана е статистически значима разлика между **всички инлеи: между група 1 и група 2 (p=0.000), група 1 и група 3 (p=0.000) и между група 2 и 3 (p=0.000).**

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 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 23 са представени дигитални срезове в различни равнини от микротомографско изследване на циментирани индиректни конструкции, а на фигура 24 – дигитални срезове с измерени стойности за процеп.



Фиг. 23. Дигитални срезове в различни равнини на трите групи инлеи



Фиг. 24. Дигитални срезове с измерен процес

Резултати по задача № 3

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

В таблици 16 и 17 са представени резултатите от оценката на микропросмукване на багрило по гингивалната основа (ГО) в посока аксиалната стена на кавитета.

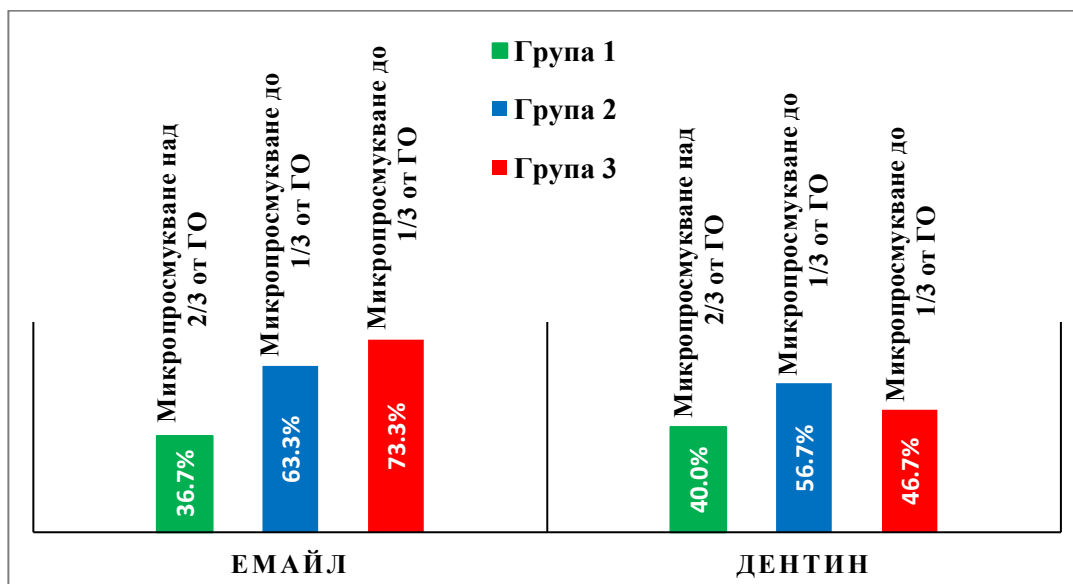
Табл. 16. Разпределение на отчетеното микропросмукване на багрило при препарационна граница на ГО в емайл

Стойности на микропроницаемост	Група 1 Инлеи по конвенционален метод (n=30)		Група 2 Инлеи по хибриден метод (n=30)		Група 3 Инлеи по дигитален метод (n=30)	
	N	%	N	%	N	%
Няма микропросмукване	0	0	1	3.33	2	6.67
Микропросмукване до 1/3 от ГО	4	13.33	19	63.33	22	73.33
Микропросмукване от 1/3 до 2/3 от ГО	10	33.33	3	10.00	6	20
Микропросмукване над 2/3 от ГО	11	36.67	7	23.33	0	0
Микропросмукване по аксиалната стена	5	16.67	0	0	0	0

Табл. 17. Разпределение на отчетеното микропросмукване на багрило при препарационна граница на ГО в дентин

Стойности на микропроницаемост	Група 1 Инлеи по конвенционален метод (n=30)		Група 2 Инлеи по хибриден метод (n=30)		Група 3 Инлеи по дигитален метод (n=30)	
	N	%	N	%	N	%
Няма микропросмукване	2	6.7	1	3.3	3	10
Микропросмукване до 1/3 от ГО	6	20	17	56.7	14	46.7
Микропросмукване от 1/3 до 2/3 от ГО	7	23.3	8	26.7	9	30
Микропросмукване над 2/3 от ГО	12	40	2	6.7	4	13.3
Микропросмукване по аксиалната стена	3	10	2	6.7	0	0

За да се направи тази съпоставка, се анализира наличието на статистически значима разлика между трите групи инлеи при препарационна граница емайл и дентин. Използвайки медианата, това сравнение може да се представи визуално по следния начин (фиг. 25):



Фиг. 25. Модален отговор във всяка група (представен в %). Група 1 – конвенционален метод; Група 2 – хибриден метод; Група 3 – дигитален метод

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.

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.

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. Резултатите от статистическата обработка са представени на таблица 18.

Табл. 18. 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	Микропросмукване над 2/3 от ГО ^А	Микропросмукване над 2/3 от ГО ^А	
	N	30	30	
	%	33.33	33.33	
Група 2 Инлеи по хибриден метод	Median	Микропросмукване до 1/3 от ГО ^Б	Микропросмукване до 1/3 от ГО ^Б	
	N	30	30	
	%	33.33	33.33	
Група 3 Инлеи по дигитален метод	Median	Микропросмукване до 1/3 от ГО ^Б	Микропросмукване до 1/3 от ГО ^Б	
	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.

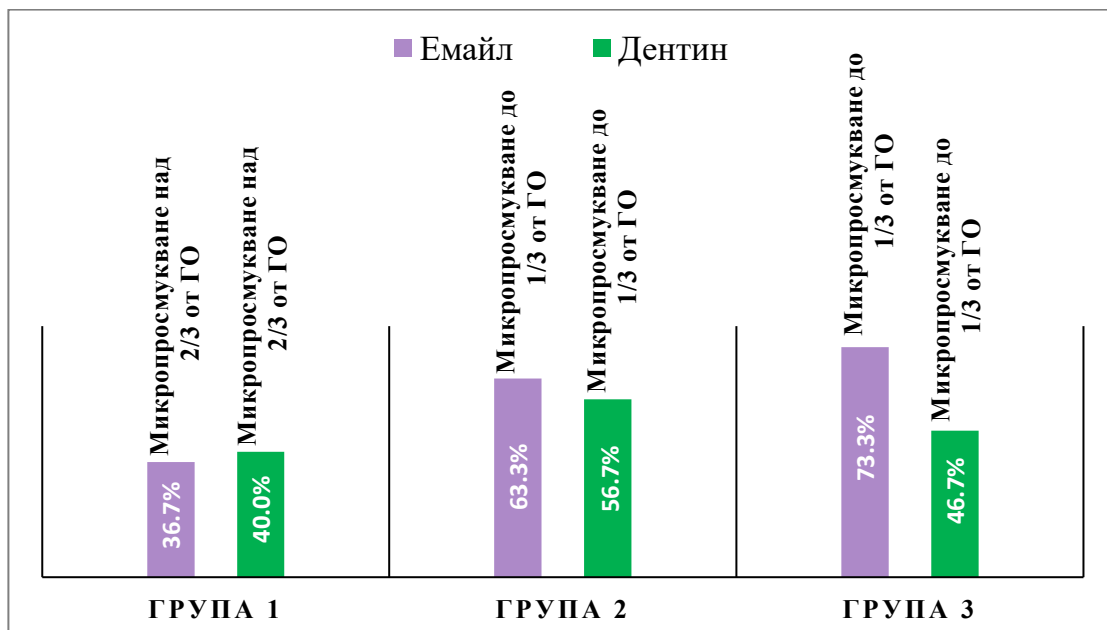
Резултатите от статистическата обработка показват, че и при двете граници на ГО има статистически значима разлика между пропускливостта на трите изследвани групи инлеи. Този извод може да се твърди с вероятност от 99%. Post hoc тестът показва:

– За ГО в **емайл** – доказана е статистически значима разлика в пропускливостта между **група 1 и група 2 (p=0.000)**, както и между **група 1 и група 3 (p=0.000)**, но между група 2 и 3 статистически значима разлика не е открита (p=0.399).

– За ГО в **дентин** – доказана е статистически значима разлика в пропускливостта между **група 1 и група 2 ($p=0.019$)**, както и между **група 1 и група 3 ($p=0.011$)**, но между група 2 и 3 статистически значима разлика не е доказана ($p=1.000$).

В обобщение може да се каже, че независимо от границата на ГО, най-голяма пропускливост се наблюдава в първата група (инлеи по конвенционален метод). Останалите две групи имат приблизително една и съща, но по-малка пропускливост в сравнение с първата група. Между инлеите, изработени по дигитален и хибриден метод, не е установена статистически значима разлика.

Статистическа обработка е направена на резултатите от една и съща група при препарационна граница на ГО в емайл и дентин. Използвайки медианата, това сравнение може да се представи визуално по следния начин (фиг. 26).



Фиг. 26. Модален отговор по вид инлей при разположение на ГО в емайл и дентин (представен в %). Група 1 – конвенционален метод; Група 2 – хибриден метод; Група 3 – дигитален метод

При всички двойки групи пропускливостта според най-често получения резултат е една и съща. За обработка на резултатите се използва непараметричен аналог. Резултатите от статистическата обработка са представени на таблица 19.

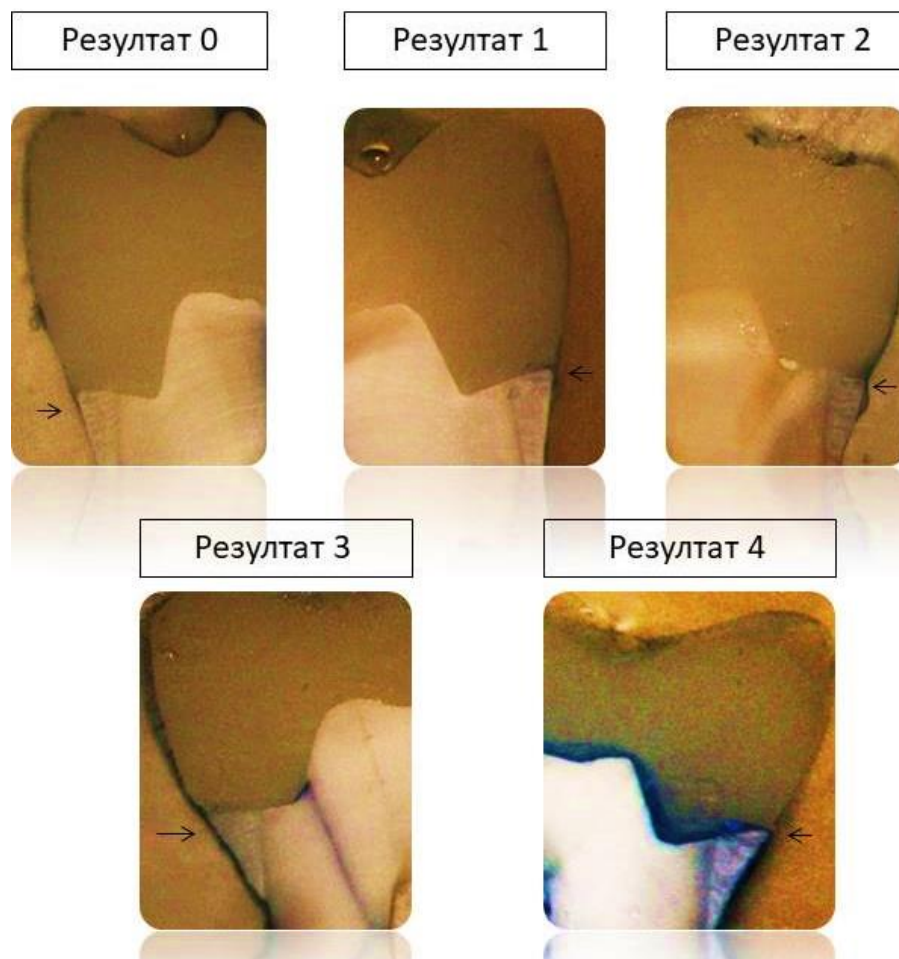
Резултатите от обработката на данните доказват, че **няма статистическа разлика** между различното разположение на ГО в една и съща група. Тези изводи могат да се твърдят с вероятност от 95%.

На фигура 27 са представени различни степени на проникване на багрило по ГО.

Табл. 19. Резултати от статистическата обработка за разликата в пропускливостта между трите групи инлеи

Изследвани групи	Характеристики	Групи инлеи		
		Група 1 Инлеи по конвенционален метод	Група 2 Инлеи по хибриден метод	Група 3 Инлеи по дигитален метод
		Пропускливост		
Параметри				
Емайл	Median	Микропросмукване над 2/3 от ГО ^A	Микропросмукване до 1/3 от ГО ^A	Микропросмукване до 1/3 от ГО ^A
	N	30	30	30
	%	50	50	50
Дентин	Median	Микропросмукване над 2/3 от ГО ^A	Микропросмукване до 1/3 от ГО ^A	Микропросмукване до 1/3 от ГО ^A
	N	30	30	30
	%	50	50	50
Общо	N	60	60	60
	%	100	100	100
Mann-Whitney test	P	p>0.05	p>0.05	p>0.05

*С еднаква буква се означават групи, при които не се отчита статистически значима разлика.

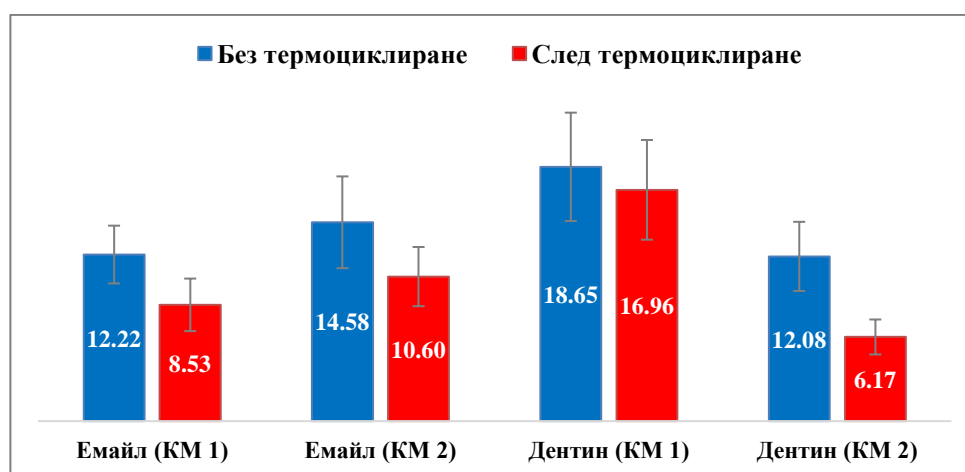


Фиг. 27. Различни степени на микропросмукване по ГО в посока аксиалната стена

Резултати по задача № 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.

На фигура 28 са отразени 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. В таблица 20 са представени резултатите от статистическата обработка на същите данни.



Фиг. 28. Средни стойности на якост на микроопън на връзката емайл/дентин с композиционен материал без и след подлагане на термична умора (в МПа)
Легенда: KM 1 – композиционен материал 1 (Signum ceramis), KM 2 – композиционен материал 2 (Cerasmart)

От изображението ясно се вижда, че за всяка двойка (група) средните нива на микроопън при нетермоциклираните образци са по-високи от термоциклираните.

След статистически анализ е установено, че разпределението в групите е нормално, а разсейването им – еднакво. Резултатите са представени в таблица 20.

Резултатите от статистическата обработка показват, че единствено между термоциклираните и нетермоциклирани образци стойностите за оценка на якост на микроопън между дентин и композит 1 (Signum ceramis) няма статистически значима разлика. Статистически значима

разлика, която може да се твърди с 95%, съществува между термоциклирани и нетермоциклирани гредички от емайл и композит 2 (Cerasmart). При останалите образци: емайл с композит 1 и дентин с композит 2, също се потвърждава статистически значима разлика с вероятност 99%.

Табл. 20. Резултати от статистическата обработка на разликата между силата на опън при термоциклирани и нетермоциклирани образци

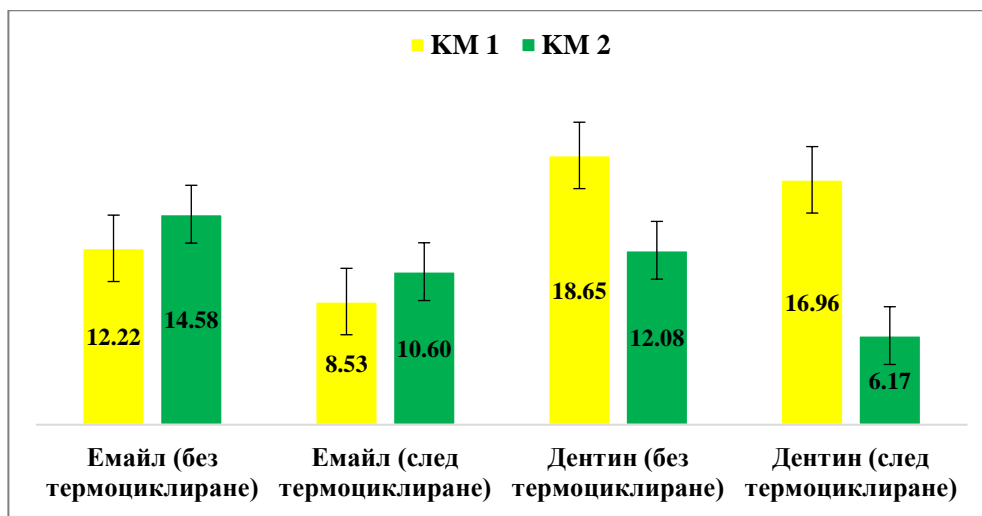
Тествани променливи		Проверявани групи	Характеристика	Термоциклиране		Общо	P
				Да	Не		
Сила на опън [MPa]	Емайл	Композит 1 (Signum ceramis)	Mean	8.53 ^A	12.22 ^B	-	<0.01
			SD	1.93	2.12		
			N	10	10	20	
			%	50	50	100	
		Композит 2 (Cerasmart)	Mean	10.60 ^A	14.58 ^B	-	<0.05
			SD	2.17	3.37		
			N	10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

Извърши се сравняване на резултатите между образци емайл/дентин с/без термоциклиране, циментирани към двата вида композиционен материал. Резултатите са представени графично на фигура 29.

От изображението се вижда, че при емайлите образци якостта на опън е по-висока при композит 2 (Cerasmart). При дентиновите образци данните показват обратното – якостта на опън е по-висока при композит 1 (Signum ceramis). Извърши се статистическа обработка на тези данни.

Установи се, че разпределението в групите е нормално, а разсейването им – еднакво. Резултатите са представени в таблица 21.



Фиг. 29. Средни стойности на якост на опън на връзка емайл/дентин с КМ 1/КМ 2 при едни и същи условия (в МПа)

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

Табл. 21. Резултати от статистически анализ на разликата между силата на опън при композит 1 и композит 2

Тествани променливи			Проверявани групи	Характеристика	Композит		Общо	P
					1	2		
Сила на опън [МПа]	Емайл	Термоциклиран	Mean	8.53 ^A	10.60 ^A	-	>0.05	
			SD	1.93	2.17			
			N	10	10	20		
			%	50	50	100		
		Нетермоциклиран	Mean	12.22 ^A	14.58 ^A	-	>0.05	
			SD	2.12	3.37			
			N	10	10	20		
			%	50	50	100		
	Дентин	Термоциклиран	Mean	16.96 ^A	6.17 ^B	-	<0.01	
			SD	3.66	1.28			
			N	10	10	20		
			%	50	50	100		
		Нетермоциклиран	Mean	18.65 ^A	12.08 ^B	-	<0.01	
			SD	3.98	2.53			
			N	10	10	20		
			%	50	50	100		

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

Резултатите от статистическата обработка показват, 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%.

Обобщавайки изводите, може да се каже, че термоциклирането води до умора на връзката твърди зъбни тъкани/композиционен материал и до намаляване на якостта на микроопън. Тази разлика се проявява статистически при 3 от 4-те проверявани групи зъби. Тя не се проявява единствено при връзката дентин и композит Signum ceramis. В същото време се наблюдават най-ниски стойности на якост на микроопън след термоциклиране на образците, изработени след циментиране на дентина към композитно блокче Cerasmart. Композиционен материал 1 (Signum ceramis) има по-силна адхезивна връзка към дентина, а композиционен материал 2 (Cerasmart) – към емайла.

Резултати по задача № 5

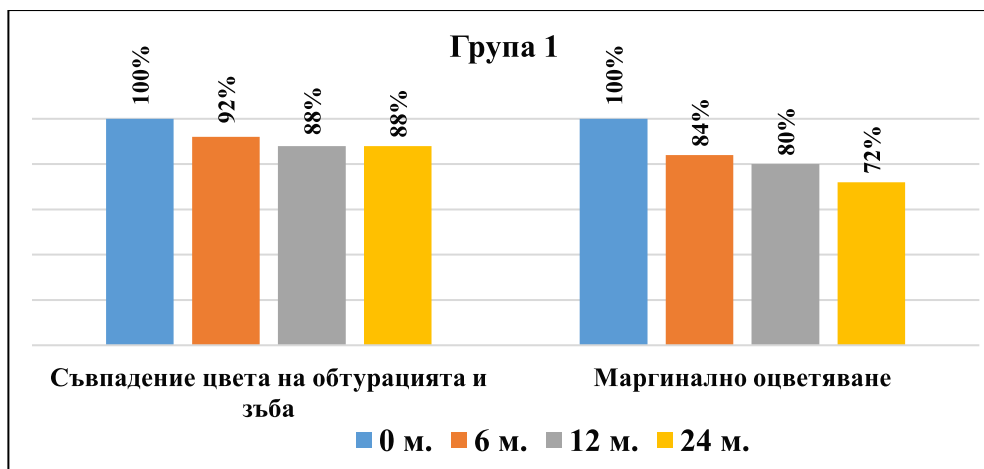
Клинично изследване на витални зъби с големи разрушения, възстановени чрез индиректни композитни obtурации.

Тъй като състоянието на obtурациите е измерено на ординална ска̀ла (метод за представяне на качествена променлива, която има градация с течение на времето), за резултатите от статистическата обработка е използван непараметричният метод на Friedman.

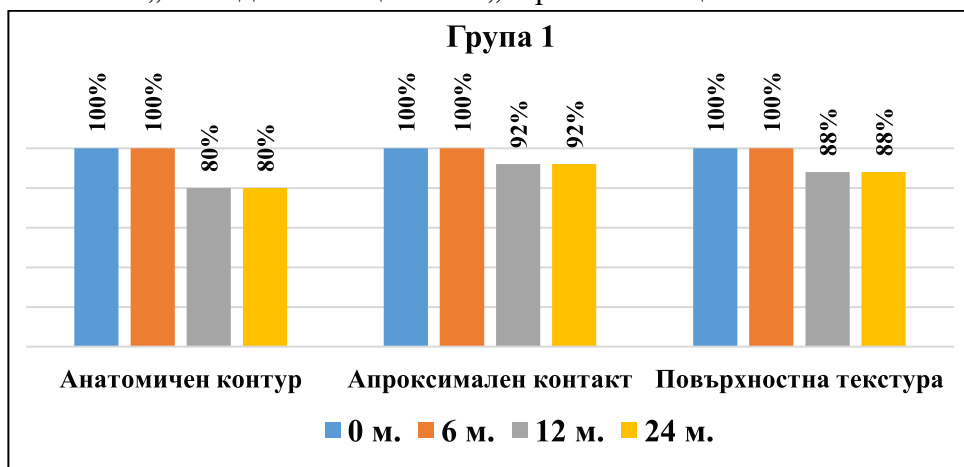
Всички индиректни obtурации, след циментирането им, са с характеристики Alfa.

На фигури 30, 31 и 32 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.

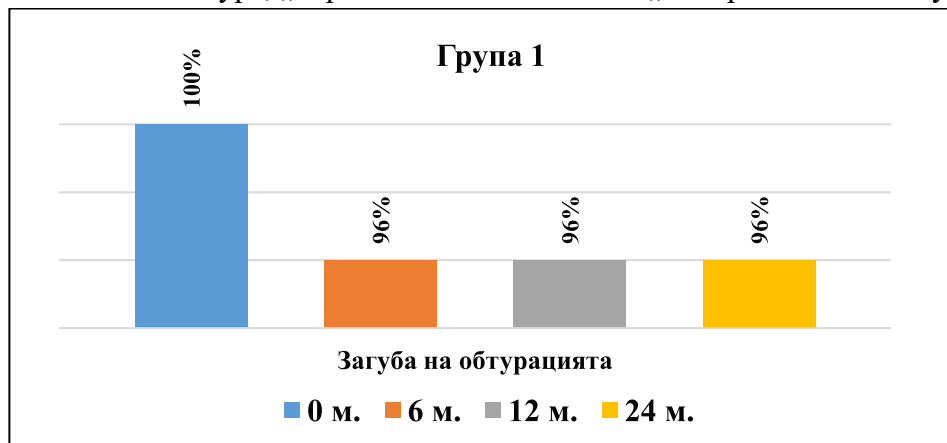
Състоянието на индиректните възстановявания след шест месеца отчита намаляване на показатели „Съвпадение на цвета на obtурацията и на зъба“, „Маргинално оцветяване“ и „Загуба на obtурацията“. След 12 месеца се наблюдава и намаляване на някои показатели като „Анатомичен контур“, „Апроксимален контакт“, „Повърхностна текстура“. След 24 месеца се наблюдава промяна в показател „Маргинално оцветяване“ спрямо предходния период. При показателите с промяна в състоянието на obtурациите ще се анализира дали това изменение с течение на времето е статистически значимо. При два от показателите „Маргинална адаптация“ и „Вторичен кариес“ не се наблюдава промяна в състоянието на obtурациите. Резултатите от статистическата обработка са представени в таблица 22.



Фиг. 30. Промяна в броя индиректни възстановявания в група 1 (по конвенционален метод) за различни периоди от време след циментирането им (в %) по показатели „съвпадение на цвета“ и „маргинално оцветяване“



Фиг. 31. Промяна в броя индиректни възстановявания в група 1 (по конвенционален метод) за различни периоди от време след циментирането им (в %) по показатели „анатомичен контур“, „апроксимален контакт“ и „повърхностна текстура“



Фиг. 32. Промяна в броя индиректни възстановявания в група 1 (по конвенционален метод) за различни периоди от време след циментирането им (в %) по показател „загуба на обтурация“

Табл. 22. Резултати от статистическата обработка за разлика в състоянието на индиректните обтурации след циментиране 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 ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
	N		25	23	22	22
	%		100	92	88	88
Friedman test	P		p>0.05			
Маргинално оцветяване	Median		Alfa ^A	Alfa ^B	Alfa ^B	Alfa ^B
	N		25	21	20	18
	%		100	84	80	72
Friedman test	P		p<0.05			
Анатомичен контур	Median		Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^B	Alfa ^B
	N		25	25	20	20
	%		100	100	80	80
Friedman test	P		p<0.05			
Маргинална адаптация	Median		Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
	N		25	25	25	25
	%		100	100	100	100
Friedman test	P		p=1.00			
Вторичен кариес	Median		Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
	N		25	25	25	25
	%		100	100	100	100
Friedman test	P		p=1.00			
Апроксимален контакт	Median		Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
	N		25	25	23	23
	%		100	100	92	92
Friedman test	P		p>0.05			
Повърхностна текстура	Median		Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^B	Alfa ^B
	N		25	25	22	22
	%		100	100	88	88
Friedman test	P		p<1.00			
Загуба на обтурацията	Median		Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
	N		25	24	24	24
	%		100	96	96	96
Friedman test	P		p>0.05			

* С еднакви букви са означени периоди без статистическа разлика.

Резултатите от статистическата обработка, отчитащи разлика в състоянието на obtурациите след циментиране през различните периоди от време, по изследваните показатели показват:

– показател **„Съвпадение на цвета на obtурацията и на зъба“** – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=0.097$);

– показател **„Маргинално оцветяване“** – доказана е статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди за **0 м. и 6 м. ($p=0.045$), 0 м. и 12 м. ($p=0.025$) и за 0 м. и 24 м. ($p=0.008$)**, но между 6 м. и 12 м. ($p=0.317$), между 6 м. и 24 м. ($p=0.084$) и между 12 м. и 24 м. ($p=0.157$), няма статистически значима разлика;

– показател **„Анатомичен контур“** – доказана е статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди за **0 м. и 12 м. ($p=0.025$), за 6 м. и 12 м. ($p=0.025$), 0 м. и 24 м. ($p=0.025$) и за 6 м. и 24 м. ($p=0.025$)**, но между 0 м. и 6 м. и между 12 м. и 24 м. съществена разлика не е открита ($p=1.00$);

– показател **„Маргинална адаптация“** – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=1.00$);

– показател **„Вторичен кариес“** – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=1.00$);

– показател **„Апроксимален контакт“** – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=0.135$);

– показател **„Повърхностна текстура“** – доказана е статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди за **0 м. и 12 м. ($p=0.048$), за 6 м. и 12 м. ($p=0.048$), 0 м. и 24 м. ($p=0.048$) и за 6 м. и 24 м.**

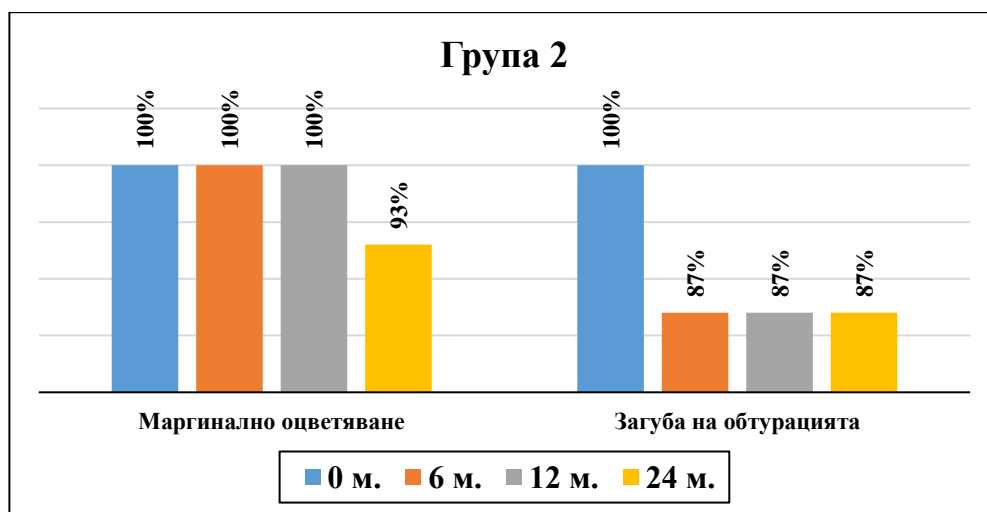
($p=0.048$), но между 0 м. и 6 м. и между 12 м. и 24 м. съществена разлика не е открита ($p=1.00$);

– показател „Загуба на obtурацията“ – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=0.368$).

Тези изводи могат да се твърдят с вероятност от 95%.

Статистически значима разлика в състоянието на obtурациите има в „Маргинално оцветяване“, „Повърхностна текстура“ и „Анатомичен контур“. Няма разлика в състоянието на obtурациите в показателите „Маргинална адаптация“ и „Вторичен кариес“.

На фигура 33 са изобразени показатели, при които се наблюдава разлика в различен интервал от време в група 2 (изработени по хибриден метод). Броят на obtурациите, които имат оценка Alfa, са представени процентно.



Фиг. 33. Индиректни obtурации след циментиране в група 2 (изработени по хибриден метод), при които има промяна в изследваните показатели през различните периоди от време (в %)

Състоянието на индиректните конструкции е променено при показателите маргинално оцветяване и загуба на obtурацията. При

останалите показатели такава разлика не се наблюдава. Резултатите от нея са представени в таблица 23.

Табл. 23. Резултати от статистическата обработка за разлика в състоянието на индиректните конструкции след циментиране през различните периоди от време по изследваните показатели

Показатели	Период от време	Характеристики	Състояние на индиректните obturации в различен период от времето			
			0 м.	6 м.	12 м.	24 м.
Съвпадение на цвета на obturацията и на зъба		Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
		N	15	15	15	15
		%	100	100	100	100
Friedman test		P	p=1.00			
Маргинално оцветяване		Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
		N	15	15	15	14
		%	100	100	100	93
Friedman test		P	p>0.05			
Анатомичен контур		Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
		N	15	15	15	15
		%	100	100	100	100
Friedman test		P	p=1.00			
Маргинална адаптация		Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
		N	15	15	15	15
		%	100	100	100	100
Friedman test		P	p=1.00			
Вторичен кариес		Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
		N	15	15	15	15
		%	100	100	100	100
Friedman test		P	p=1.00			
Апроксимален контакт		Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
		N	15	15	15	15
		%	100	100	100	100
Friedman test		P	p=1.00			
Повърхностна текстура		Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
		N	15	15	15	15
		%	100	100	100	100
Friedman test		P	p=1.00			
Загуба на obturацията		Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
		N	15	13	13	13
		%	100	87	87	87
Friedman test		P	p>0.05			

* С еднаква буква са означени периодите без статистически значима разлика.

Резултатите от статистическата обработка показват разлика в състоянието на индиректните конструкции през различните периоди от време. Изследваните показатели сочат следното:

– показател „**Съвпадение на цвета на обтурацията и на зъба**” – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=1.00$)

– показател „**Маргинално оцветяване**” – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p>0.05$);

– показател „**Анатомичен контур**“ – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=1.00$);

– показател „**Маргинална адаптация**” – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=1.00$);

– показател „**Вторичен кариес**” – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=1.00$);

– показател „**Апроксимален контакт**” – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=1.00$);

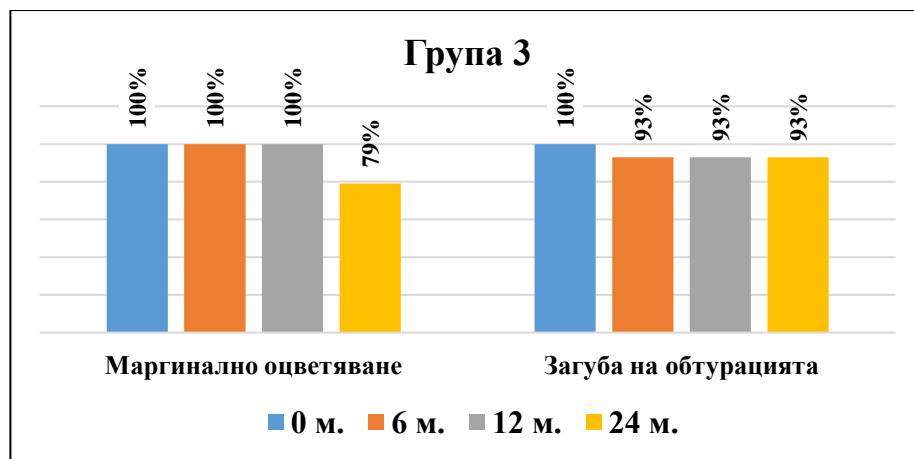
– показател „**Повърхностна текстура**” – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=1.00$);

– показател „**Загуба на обтурацията**” – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=0.112$).

Тези изводи могат да се твърдят с вероятност от 95%.

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

На фигура 34 са представени процентно броят на обтурациите по показатели, при които е отчетена разлика през различен интервал от време в група 3 (изработени по дигитален метод).



Фиг. 34. Индиректни obtурации след циментиране в група 3 (изработени по дигитален метод) през различни периоди от време (в %)

Динамика в състоянието на obtурациите има при показателите „Маргинално оцветяване“ и „Загуба на obtурацията“. При останалите параметри такава разлика не се наблюдава. Резултатите от статистическата обработка са представени в таблица 24.

Резултатите от статистическата обработка за разлика между състоянието на obtурациите през различни периоди от време по изследваните показатели сочат:

- показател „Съвпадение на цвета на obtурацията и на зъба“ – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=1.00$)
- показател „Маргинално оцветяване“ – доказана е статистически значима разлика на **24 м. и всички предходни ($p=0.48$) obtурации.** Между 0 м., 6 м. и 12 м. статистически значима разлика не е доказана;
- показател „Анатомичен контур“ – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=1.00$);
- показател „Маргинална адаптация“ – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=1.00$);
- показател „Вторичен кариес“ – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=1.00$);

Табл. 24. 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	Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
	N	14	14	14	14
	%	100	100	100	100
Friedman test	P	p=1.00			
Маргинално оцветяване	Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^B
	N	14	14	14	11
	%	100	100	100	79
Friedman test	P	p<0.05			
Анатомичен контур	Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
	N	14	14	14	14
	%	100	100	100	100
Friedman test	P	p=1.00			
Маргинална адаптация	Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
	N	14	14	14	14
	%	100	100	100	100
Friedman test	P	p=1.00			
Вторичен кариес	Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
	N	14	14	14	14
	%	100	100	100	100
Friedman test	P	p=1.00			
Апроксимален контакт	Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
	N	14	14	14	14
	%	100	100	100	100
Friedman test	P	p=1.00			
Повърхностна текстура	Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
	N	14	14	14	14
	%	100	100	100	100
Friedman test	P	p=1.00			
Загуба на обтурацията	Median	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A	Alfa ^A
	N	14	13	13	13
	%	100	93	93	93
Friedman test	P	p>0.05			

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

– показател „Апроксимален контакт“ – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди (p=1.00);

– показател „**Повърхностна текстура**” – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=1.00$);

– показател „**Загуба на обтурацията**” – не е доказана статистически значима разлика в проследяваните времеви периоди ($p=0.392$).

Тези изводи могат да се твърдят с вероятност от 95%.

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

Направен е сравнителен анализ между състоянието на обтурациите в трите групи в крайния момент от изследването (след 24 месеца) по признаци, при които бе отчетена разлика:

- Съвпадение на цвета на обтурацията и на зъба.
- Маргинално оцветяване.
- Анатомичен контур.
- Апроксимален контакт.
- Повърхностна текстура.
- Загуба на обтурация.

От статистическия анализ установихме разлика само при анатомичния контур. Резултатите са показани в таблица 25.

Табл. 25. Резултати от статистическата обработка, отчитащи разлика между изследваните групи за период от 24 месеца

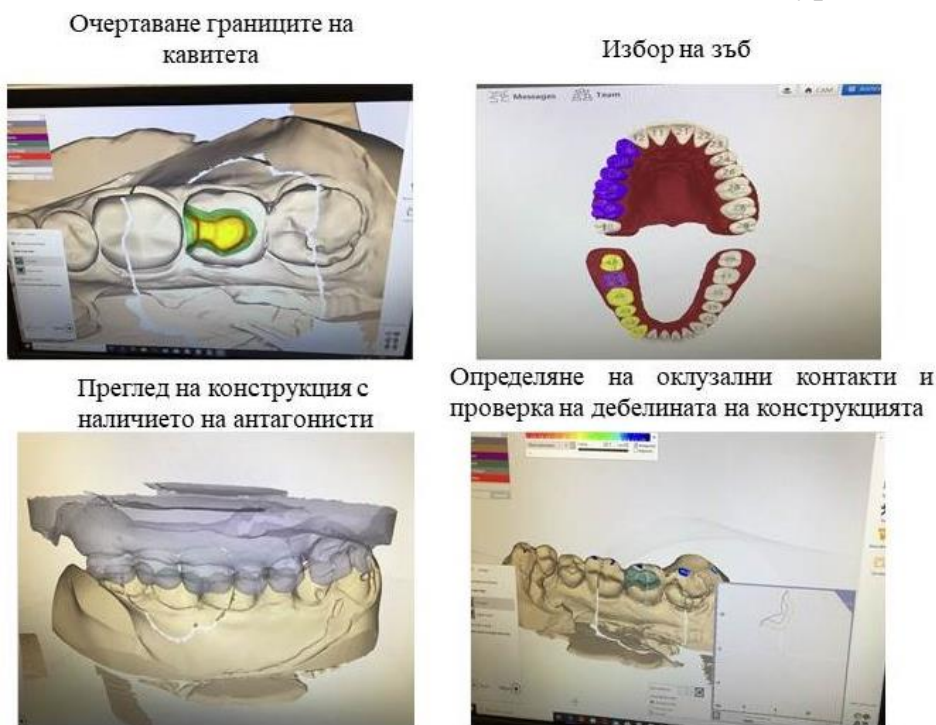
Проверявани Групи	Анатомичен контур					
	Група 1 Индиректни възстановявания по конвенционален метод		Група 2 Индиректни възстановявания по хибриден Метод		Група 3 Индиректни възстановявания по дигитален метод	
	Alfa		Alfa		Alfa	
	N	%	N	%	N	%
Време						
Начало	25	100	15	100	14	100
24 месеца	20	80	15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

След 24 месеца броят на индиректните обтурации по показател „Анатомичен контур“ със състояние Alfa намалява от 100 на 88% в група 1. При останалите групи няма изменение в състоянието на нито едно от

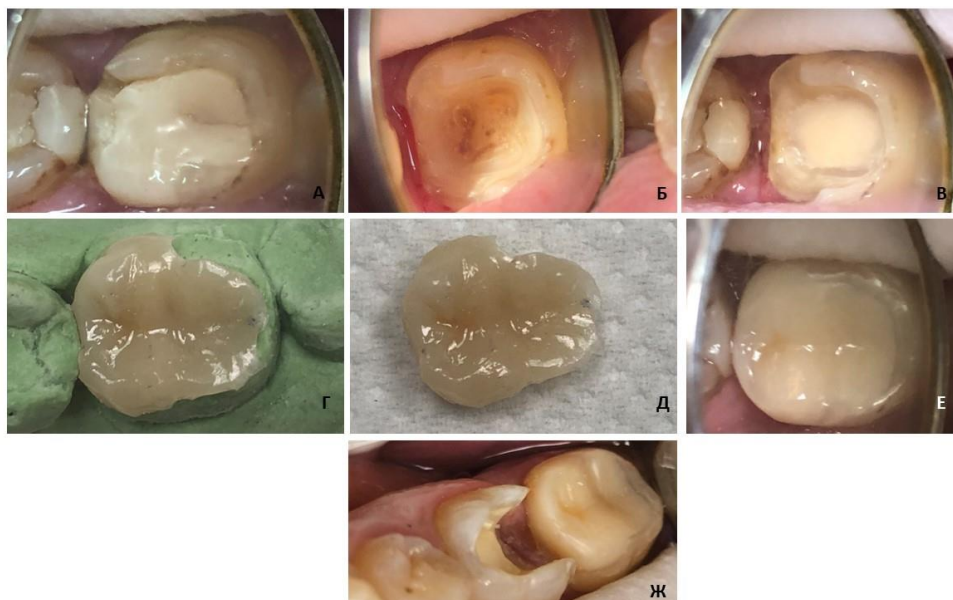
индиректните възстановявания. Статистическият тест показва, че това изменение в група 1 е съществено спрямо останалите групи ($p=0.043$). Това означава също, че по анатомичен контур резултатите в **група 2 и група 3 са статистически значимо по-добри от група 1.**

Като обобщен извод може да се каже, че в група 2 не се наблюдава съществено изменение в състоянието на обтурациите за изследвания период. Такива промени обаче, се наблюдават при показателите „Маргинално оцветяване” в група 1 и 3 и „Анатомичен контур“ и „Повърхностна текстура“ от група 1. При сравняване между трите изследвани групи единствено по признака „Анатомичен контур“ групи 2 и 3 показват статистически значими по-добри резултати.

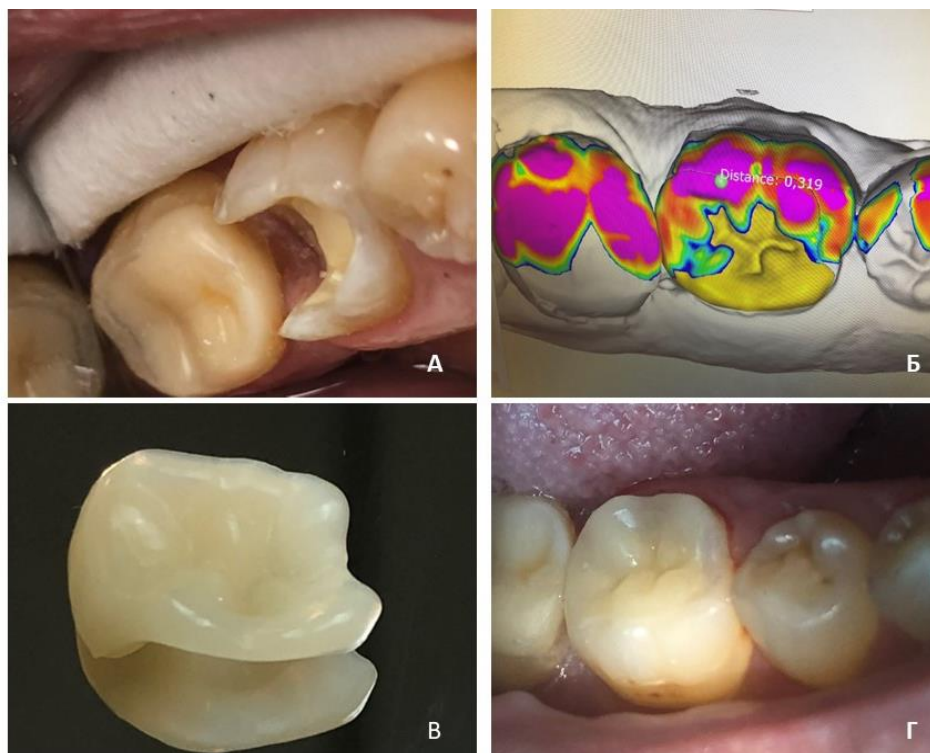
На фигура 35 са представени отделни етапи от дигиталното моделиране на конструкциите в група 2, а на фигури 36, 37, 38, и 39 са представени интраорални фотоснимки от изработка и проследяване на индиректни композиционни възстановявания на витални зъби със значителни разрушения. На фигура 40 са отразени рентгенографии в начално състояние и на 24^{-тия} месец след поставяне на обтурацията.



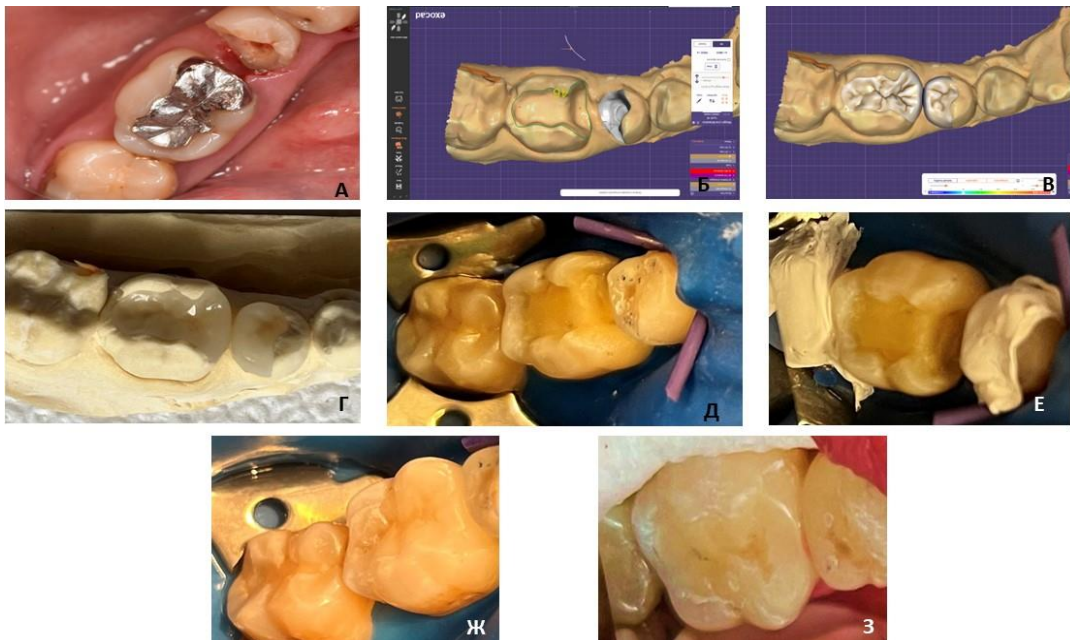
Фиг. 35. Етапи в дигиталното моделиране на индиректните обтурации от група 2



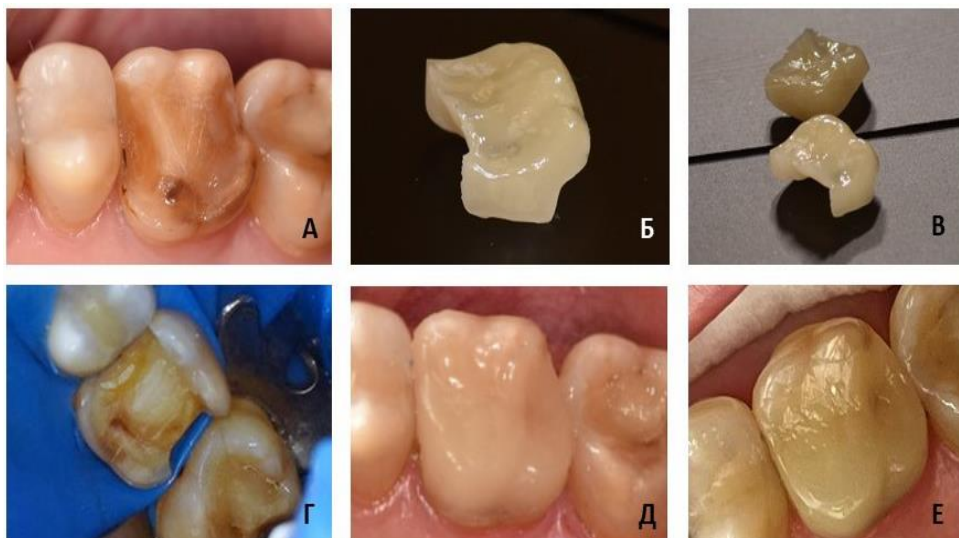
Фиг. 36. Възстановяване на зъб 37. с индиректна композитна obtурация по конвенционален метод: А) Предоперативна фотоснимка. Б), В) Кавитетна подготовка. Г), Д) Индиректна конструкция. Е) Следоперативна фотоснимка на начално състояние. Ж) Следоперативна фотоснимка на 24. м.



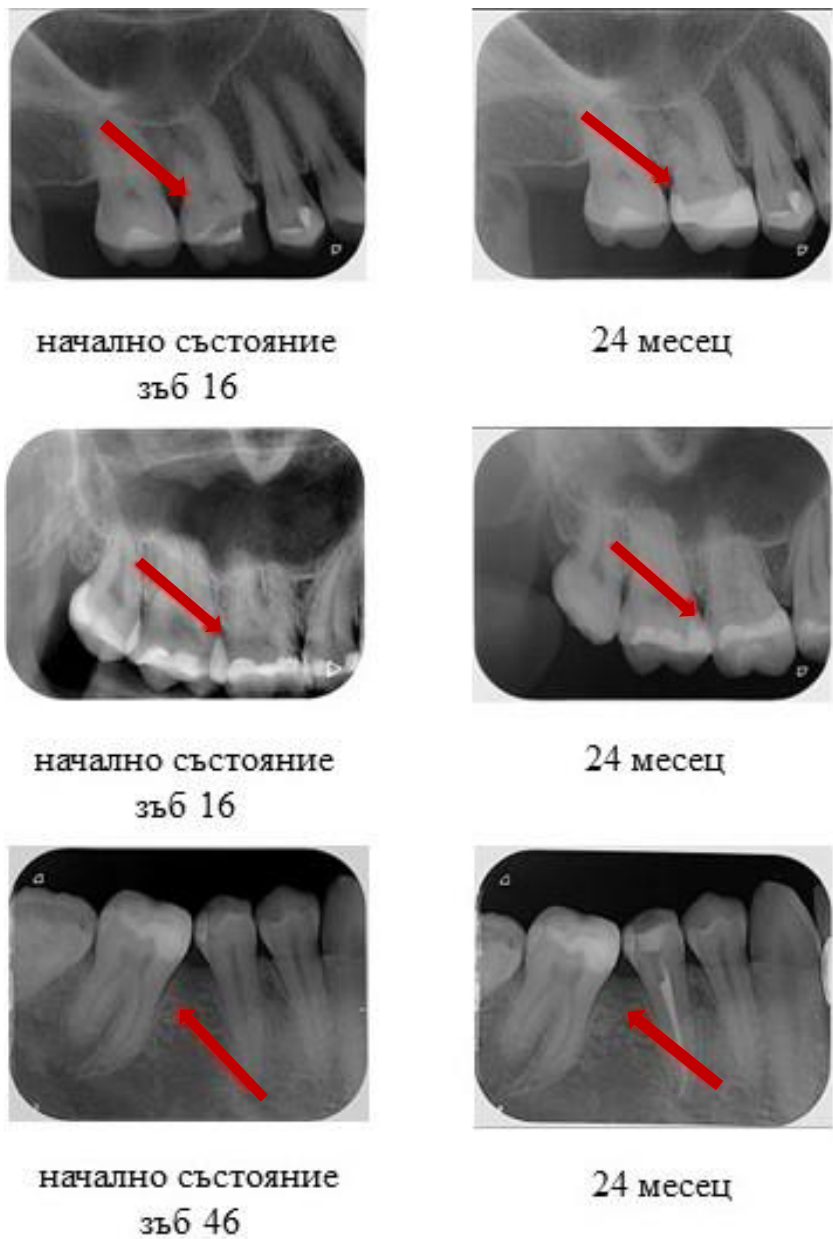
Фиг. 37. Възстановяване на зъб 36. с индиректна композитна obtурация по хибриден метод: А) Кавитетна подготовка. Б) Дигитален моделаж. В) Индиректна конструкция. Г) Следоперативна фотоснимка



Фиг. 38. Възстановяване на зъби 45. и 46. с индиректни композитни обтурации, 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. 39. Възстановяване на зъб 16. с индиректна композитна обтурация 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.



Фиг. 40. Рентгенографии на начално състояние и контрола на 24. месец след циментиране на индиректната конструкция

Резултатите от електроодонтодиагностиката показват, че всички възстановени зъби, включени в клиничното проучване, са със запазен виталитет на 6-и, 12-и и 24-тия. Отчетените стойности са от 8.1 до 20.5 микроампера.

VII. ОБСЪЖДАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

Обсъждане по задача № 1

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

Анкетното проучване е метод за събиране на информация относно начина на работа на ЛДМ и информираността им във връзка с възстановителни материали и техники. Целева група в настоящото изследване са ЛДМ, които упражняват активно професията си и ежедневно се срещат с проблема да възстановяват витални зъби със значителни разрушения на клиничната корона. Поради тази причина не са включени тясно специализирани ортодонти и орални хирурзи. Анкетните карти в 95% са попълнени коректно, което дава основание да се приеме, че данните са достоверни. В други сходни изследвания процентът на успешно завършени въпросници варира между 58% и 72% [69, 70, 71, 237].

Както и при други анкетни проучвания, повечето от респондентите са с малък клиничен стаж и нямат придобита специалност [139, 237]. Вероятно липсата на допълнителна квалификация влияе върху избора на материал и техника при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения.

Затруднения в случаи на обтуриране на обширни кавитети, включващи загуба на туберкул и/или стена, срещат 48% от анкетираните. Laegreid и съавт. (2014 г.), също като нас, в подобно проучване установяват предпочитание за първи избор на материал за директни възстановявания – композиционните материали, следвани от индиректни композити [162]. Според Da Rossa (2011 г.) индиректните конструкции се използват по-рядко, тъй като изискват повече посещения, по-скъпи са и

по-трудоемки [88]. Други автори установяват, че рядко се използват ГЙЦ и дентална амалгама, каквито са и нашите резултати [29, 162, 170]. Подобни проучвания показват, че най-често се използват директни композиционни материали, след това амалгама, а най-рядко – индиректни композиционни материали [204, 237]. Въпреки подобряването на ГЙЦ, те все още нямат достатъчни физико-механични качества, позволяващи им да се противопоставят на мощните дъвкателни сили. Те са непредпочитан вариант за възстановително средство в дисталната област.

Независимо от стремежа към минимално инвазивна техника на работа, анкетираниите 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 [95, 96, 212]. В настоящото изследване анкетираниите 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 относно причините за неуспех на директни композиционни obtурации, посочват на първо място възникването на вторичен кариес [97, 116]. При възстановяване на витални зъби със значителни разрушения избраният obtуровъчен материал трябва да е достатъчно издръжлив на мощните дъвкателни сили. При директните композити не настъпва пълна полимеризация на материала [29]. По този начин се повлияват

механичните качества на готовите конструкции и могат да се появят фрактури преди образуването на вторичен кариес.

По-голямата част от анкетираните (80%) използват индиректната техника на работа. Естетичните материали се предпочитат пред неестетичните. Блокчетата за фрезование все още остават по-малко използвани в сравнение с лабораторните композити. Сходни са резултатите и от други проучвания [69, 70, 139]. Фрезоващите машини, подобно на лабораторните и интраоралните скенери, са скъпоструващи и все още не са широко разпространени в денталните практики. Освен цената, сериозен проблем представлява и пътят на обучение, през който трябва да премине клиницистът. Други автори намират, че естетичните и неестетичните материали се използват почти еднакво често [169]. В част от намерените в литературата последни публикации керамиката е по-често използван естетичен индиректен материал [71, 139].

Обобщените данни от проведената от нас анкета показват, че композитните и ГЙЦ са най-често използваните циментиращи средства. Макар и с минимална преднина, нашите респонденти предпочитат повече композитните цименти. Други проучвания сочат, че най-често се използват конвенционалните ГЙЦ [69, 70, 71]. В нашето проучване цинк-фосфатните цименти са най-рядко употребявани. Това вероятно е свързано с предпочитаните индиректни конструкции и подходящите за тях цименти. Резултатите от други анкетни проучвания са противоположни на нашите наблюдения и отбелязват тенденция за по-често използване на цинк-фосфатен цимент в сравнение с композиционен [70].

Подобно на други проучвания, и в нашето анкетираните посочват като основен недостатък цената на индиректните възстановявания, следвана от нуждата от допълнителни посещения [169]. Също така се

отбелязва и необходимостта от зъботехник за изработване на конструкцията [169].

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

Анкетираните посочват средна продължителност на директните obturации от 5 години, а на индиректните – 10 години, като разликата между тях е статистически значима. Подобни резултати се намират и в други проучвания – средната дълготрайност на директните композиционни obturации е 7.8 год. [284], а на индиректните е над 10 години [200]. 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 [204]. По-възрастните колеги (трудова стаж над 20 години) предпочитат използването на директна техника на възстановяване на витални зъби със

значителни разрушения [72, 162]. Други изследвания показват, че с нарастване на клиничния стаж ЛДМ избират индиректните конструкции [41]. Съществуват и анкетни проучвания, при които не се намира връзка между изследваните променливи – професионален опит и възстановителен материал [237].

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 фрезование. Други проучвания не показват наличието на връзка между местоположението на денталната практика и избора на obtуровъчен материал [162].

ЛДМ в България все още предпочитат директните композиционни obtурации при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения въпреки високата честота на фрактури на ТЗТ и obtурацията и сравнително не много дългия им живот. Все още по-рядко се използват CAD/CAM технологиите. Анкетираният от нас ЛДМ имат затруднения с протокола за работа и циментирането на този сравнително нов вид индиректни конструкции. Необходими са допълнителни лабораторни и клинични изследвания, които да докажат качествата на новите композиционни материали за индиректни възстановявания и новите методи за снемане на отпечатък и изработка на индиректни конструкции.

Обсъждане по задача № 2

Микротомографско изследване адаптацията на индиректни композиционни obtурации към твърдите зъбни тъкани.

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 равномерното разпределяне на стреса по време на дъвкателния акт [147, 264]. Печева приема като нормални стойности за вътрешен процеп стойности от 100-120 μm [19]. 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 μm , но реално бяха измерени средни размери за група 2 (инлеи по хибриден метод) – 126 μm , а за група 3 (инлеи по дигитален метод) – 107 μm . В по-голяма част от намерените в литературата изследвания стойностите за това разстояние варират между 20 – 50 μm [37, 239, 254], като различните производители на блокчета за фрезозване препоръчват определени параметри. Подобно на нашето проучване, всички изследвания относно точността на CAD/CAM конструкциите отчитат в действителност по-високи стойности на измерения процеп, сравнени с предварително зададените [37, 239, 254].

Размерът на маргиналният процеп определя възможността за микропроницаемост, а оттам развитие на вторичен кариес и последващи увреждания на зъбната пулпа. Има разлики в литературата относно допустимите стойности за големина на маргинален процеп. Според

Fonseca, Nguyen, Lauvahutanon и кол. клинично приемлив е маргинален процеп до 120 μm [114, 163, 209], не по-голям от 100 μm – според Reich, Alajaji [37, 238], а според Schaefer, Addi е между 50 и 150 μm [32, 249]. По-голямата част от изследователите приемат за нормални стойности до 100–120 μm , което определя нашите резултати като клинично приемливи [17, 18, 19, 114, 163, 232]. 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 и кол., също потвърждава нашите резултати, че дигиталната отпечатъчна техника може да е клинична алтернатива на конвенционалната [22, 23]. Георгиева и кол. също потвърждават това твърдение, но те не откриват статистически значима разлика между конвенционалните и хибридните отпечатъчни методи [2].

Както бе вече отбелязано, в денталната медицина съществуват две възможности за изграждане на 3D образи: директно чрез интраорален скенер или индиректно чрез лабораторен скенер [137]. Интраоралният скенер, използван в настоящото проучване, работи на принципа на конфокалната микроскопия. Той е от съвременното поколение дигитализиращи устройства, което не се нуждае от покриващ агент при сканиране на даден обект. Това повишава точността на получения образ, а оттам и на бъдещата конструкция [136].

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. Лабораторният скенер, който е използван в настоящото изследване, работи на принципа на структурираната светлина. Този тип устройства се характеризират с изключително висока прецизност. По литературни данни точността на Evolution Plus (Zfx, Munich, Germany) е 9 μm [185].

Наличните в литературата сравнителни изследвания относно точността на директната и индиректната техника на дигитализация са недостатъчни и противоречиви. Едни от авторите отчитат по-ниски стойности на маргинален и вътрешен процеп при конструкции, изработени чрез интраорален скенер, а други – при такива, изработени чрез лабораторен.

В част от намерените в литературата изследвания, сравняващи маргинална адаптация на индиректни конструкции, са използвани композиционни материали [90, 221], а други сравняват метални и керамични конструкции [37, 78, 238, 292]. Ние се спряхме на първите, тъй като имат редица предимства като цвят, подобен на твърдите зъбни структури, висока устойчивост на фрактури дори при дебелина от 1–1.5 mm [240]; устойчивост на абразия, близка до тази на ТЗТ; по-ниска цена [230].

По-голяма част от намерената в литературата информация относно точността на индиректни възстановявания потвърждава нашите резултати [78, 226, 238, 292].

Pedroche и кол. оценяват маргиналната и вътрешната адаптация на циркониеви корони, изработени чрез сканиране с интраорален скенер Trios 3Shape (Copenhagen, Demark), който е на базата на конфокална микроскопия, и с лабораторен 3Shape D700 (Copenhagen, Denmark) [226]. Конструкциите, 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 съавт. и Shimizu и съавт. [33, 257]. Техните проучвания показват, че има статистически значими преимущества за интраоралните скенерите относно точността и прецизността на получения образ, което съвпада с нашите резултати.

Chang и кол. изследват маргинален процеп на Co-Cr-Mo метални корони, изработени чрез восъчен моделаж и CAD/CAM техника чрез лабораторен скенер [78]. 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 $121 \pm 98 \mu\text{m}$ [78].

Reich и съавт. 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 по-добри резултати, каквито са и резултатите в настоящото изследване [238]. Voitelle и кол. анализират наличните литературни данни за точността на индиректните възстановявания. Те установяват, че

средните стойности за маргиналният процеп варират между 39.1 и 210 μm , а за вътрешния процеп – между 23 и 230 μm [66].

Zarauz и кол. също изследват точността на корони чрез стандартен и дигитален (iTERO) отпечатък. Вторите са значително по-точни и с по-малък маргинален процеп [292]. 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 намеренията в литературата изследвания [37, 78].

Други автори отчитат по-ниски стойности на маргинален процеп при използване на лабораторен скенер, сравнени с интраорален [256]. Shembesh и съавт. съобщават за по-добри резултати на маргинален процеп при използване на лабораторен скенер 3M True Definition Scanner, сравнени с iTero (Cadent) [256]. Вероятно видът на сканиращото устройство е причина за разликите в измерените стойности на маргинален процеп.

An и кол. изследват точността на циркониеви корони след изцяло дигитален отпечатък и сканиране на гипсов модел чрез iTero (Cadent) [44]. Те не откриват статистически значима разлика в размера на маргиналният процеп при двете изследвани групи, което е в противовес с получените от нас резултати.

Печева установява, че CAD/CAM възстановяванията са по-прецизни по показател маргинална адаптация от прес-керамичните възстановявания [19].

Други автори изследват точността на керамични корони, изработени чрез стандартен отпечатък и восъчен моделаж, и CAD/CAM корони чрез

интраорален скенер [138, 292]. Haddadi и кол. провеждат клинично изследване на маргинална и вътрешна адаптация на керамични корони чрез техника на силиконов дубликат [138]. Резултатите за маргинален процеп при корони, изработени чрез стандартен отпечатък, са близки до резултатите, отчетени за конвенционални инлеи в настоящото изследване – 78 μm . За разлика от проведеното от нас проучване, изработените чрез CAD/CAM технология и интраорален скенер, дават значително по-добри резултати.

Park и съавт. изследват маргинална и вътрешна адаптация на два вида CAD/CAM блокчета – Lava ultimate (LU, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) и нанокерамични композитни блокчета [221]. 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 [221], за разлика от КМТ, използвана в настоящото изследване.

Някои от намерените изследвания в литературата са проведени преди циментиране на конструкцията [37, 78, 138, 292], а други – след това [89], както е и в настоящото проучване. По мнение на част от авторите, след циментиране на конструкцията е възможно да се образува по-голям процеп поради вискозитета на цимента [98, 132]. Освен циментирането според част от проучванията влияние върху статистическите разлики в маргиналното несъответствие оказва и различният дизайн на кавитетна препарация [98, 132].

Съществуват няколко начина, описани в литературата, за измерване на маргинална и вътрешна адаптация – микротомография и светлинна микроскопия, сканираща електронна микроскопия [29, 105], силиконов дубликат на пространството между възстановяването и кавитета [280], измерване на тегло и плътност на силиконовия дубликат [78], виртуален 3D скенер и специален софтуер, КМТ [90, 98, 156, 227]. По своята същност те могат да се разделят на деструктивни и недеструктивни. Първите са свързани с разрушаване на образеца, при което той може да бъде увреден и да се получат грешни измервания. Обикновено при деструктивните методи измерването се извършва под микроскоп, където увеличението не е достатъчно голямо, за да бъдат измерени стойностите в μm . При част от недеструктивните методи се използва силиконов дубликат, за който също не можем да бъдем категорични, че отговаря напълно на реалния микропроцеп, защото е получен чрез упражняване на неопределен натиск върху конструкцията. КМТ е неинвазивен метод, позволяващ да се направят редица дигитални срезове, без да се разрушава образецът. Освен това тази техника позволява да се изследват двуизмерно и триизмерно образците в множество посоки и направления, с което се увеличава достоверността им. Shconberger и кол. сравняват точността на измерването при два метода за отчитане на маргинален и вътрешен процеп – чрез силиконов дубликат и под микроскоп след напречни срезове [253]. Двата метода не показват статистически значима разлика, което ни дава основание да мислим, че и конвенционалните методи за измерване са достоверни и бихме могли да сравняваме нашите резултати с други, получени чрез тях. КМТ е нов начин за измерване и е с висока себестойност. Предимство на метода е достоверността на получените

резултати, основаващи се на многобройните измервания на изследваните обекти, което ако не се прави с този метод, е много трудоемко.

При всички изследвани групи измерените стойности за маргинален процеп съвпадат с допустимите, описани в научната литература, въпреки по-добрите резултати на конвенционалните и дигитални отпечатъчни методи. За да се изгради по-пълна представа за качествата на различните материали и методи за възстановяване на витални зъби със значителни разрушения чрез индиректни композиционни obturации, е необходимо да се оцени възникването на микропроницаемост по границите на кавитета.

Обсъждане по задача № 3

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

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 obturацията [40]. Вследствие може да възникнат вторичен кариес, свръхчувствителност, пулпно увреждане [135, 142].

Микропросмукването може да бъде оценено чрез различни методи – багрило, радиоактивни изотопи, бактериална активност, въздушна струя, сканираща електронна микроскопия, КМТ [2, 8, 14, 29, 40, 122]. В настоящото изследване избрахме най-често използвания метод – багрилен. В литературата се срещат различни багрила, които могат да бъдат използвани – фуксин, метиленово синьо, сребърен нитрат, родамин Б [8, 14, 40, 122]. Също така има разнообразие в големината на частиците и състоянието, в което се използва багрилото – разтвор или суспензия. Концентрацията на багрилата варира между 0.5–10%. По отношение на

времето, за което образците са потопени в разтвор, се срещат вариации между 4 и 72 h, а дори и повече. В настоящото изследване бе използван 0.5% разтвор на метиленово синьо за 12 h поради малкия размер на частиците на багрилото [157]. Броят на термоциклите също би могъл да повлияе резултатите от микропросмукването. Gerdolle и съавт. съобщават за значително увеличаване на стойностите на микропросмукване след термоциклиране [123]. Ние подложихме образците на 1000 термоцикъла, като цикълът е с продължителност 30 s за температурна стойност (съответно 5 и 55 градуса) и интервал от 15 s.

Микропросмукването в гингивалната основа е определящо за дълготрайността на възстановяването [49]. Ето защо избрахме да изследваме само тази зона. Големината на кавитета също би могла да окаже влияние върху стойностите при измерване на микропросмукването, затова се изработиха стандартизирани кавитети на премолари.

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 obturации. Soares и кол. [263] съобщават, че микропросмукването между директни и индиректни obturации при гингивален ръб, завършващ в емайл, е без статистически значима разлика, но при гингивална основа в дентин – индиректните obturации 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 отчитат Георгиева и кол. [2]. В проведеното от тях изследване индиректните конструкции, изработени чрез дигитални технологии, показват статистически значима по-ниска степен на микропроницаемост [2].

Противоположно на нас Senol и съавт. съобщават, че нивото на гингивалната основа влияе върху степента на микропроницаемост, като при препарационна граница в дентин е по-висока [255].

Циментът е зъбна структура с по-високо съдържание на органични вещества [159]. Към емайло-циментовата граница той е ацелуларен, има влакнеста структура и отстраняването му с кюрета е несигурна процедура, при която биха могли да останат части от него. Адхезията към дентина също е силно затруднена и по-малко надеждна [130, 135]. Тази твърда зъбна тъкан се състои от тубули, които конвертират от емайл-дентиновата граница и от цименто-дентиновата граница към пулпата [263]. 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 [246]. 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.

Едно от предимствата на индиректните конструкции е тяхното предварително полимеризиране, с което се редуцира свиването на материала. Маргиналният процеп между зъба и инлея би могъл да се запълни с тънък слой от циментиращо средство. При CAD/CAM конструкциите предварително се задава дебелината на цимента. Чрез дигиталните технологии може значително да се увеличи точността на обтурациите и да се намали дебелината на циментиращото средство. Всичко това може да доведе до намаляване на микропросмукването.

При ГО под емайло-циментовата граница и с увеличаване на дълбочината на кавитетната форма се увеличават трудностите, свързани с точното отпечатване на оперативното поле. Това важи както за стандартните отпечатъчни техники, така и за дигиталните. Грешки или неточности в отпечатъка ще доведат до възникване на по-голям маргинален процеп, а оттам и до повишена микропроницаемост.

Alaghemand и кол. съобщават, че при CAD/CAM възстановяванията има по-тънък слой фиксиращ цимент в сравнение конвенционалните, което трябва да доведе до намаляване на микропроницаемостта [36]. Въпреки това Alaghemand и кол. не откриват статистически значима разлика между двата вида конструкции в проведеното от тях изследване на микропросмукването [36]. 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

маргиналният процеп, тъй като дигиталните технологии подобряват точността на конструкцията. В задача 2 се установи, че големината на маргиналният 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 емайл-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. Адхезията между циментиращото средство и емайла е различна и по-надеждна в сравнение с адхезивната връзка между циментиращото средство и дентина, където свързването е силно затруднено. Това определя разликите в степента на микропросмукването в зависимост от разположението на гингивалната основа над и под емайл-циментовата граница.

Важен фактор, оказващ влияние върху херметичността на запечатване на кавитета от конструкцията, е видът на циментиращото средство. Изследванията показват, че фиксиращият цимент влияе върху степента на микропросмукване [251]. Ние избрахме самоадхезивен цимент поради удобството на адхезивния му протокол и факта, че по литературни данни е препоръчителен при циментиране на индиректни композиционни възстановявания. Ibarra и кол. изследват различни техники на обработка на ТЗТ преди циментиране със самоадхезивен цимент [151]. Най-ниски стойности на микропросмукване получават при циментиране без нанасяне на ецващ гел и адхезив. В проведеното от нас изследване използвахме същия протокол за циментиране.

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.

Възникването на микропроницаемост по границите на кавитета зависи от маргиналната адаптация и силата на адхезивната връзка. Тъй като в задача 2 бе оценено качеството на маргиналната адаптация, си поставихме следваща задача да се оцени силата на адхезивната връзка между двата вида композиционни материала.

Обсъждане по задача № 4

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

Добрата адхезия на индиректните конструкции към ТЗТ е определяща за дълготрайността на възстановяването. В днешно време най-използвани са самоадхезивните цименти. По-голяма част от изследванията, намерени в литературата, се отнасят до изследване на връзката между цимента и емайла/дентина. Ролята на тези свързващи средства е много сложна, тъй като те трябва да осъществят връзка не само с ТЗТ, но и с композиционния материал. Това бе причината ние да изследваме силата на микроопън в системата ТЗТ – циментиращо средство–обтуровъчен материал.

В литературата са описани няколко количествени метода за определяне силата на адхезивната връзка: якост на срязване, микроякост

на срязване, якост на опън, микроякост на опън [23, 58, 67, 125, 245]. Опитните постановки, които са свързани с макротестване, изискват площ на адхезия над 3 mm^2 , докато микротестовите – под 3 mm^2 [283]. Според Griffit [134] 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. В литературата не са много изследванията, които използват различни тестове за оценка на адхезията към емайл и дентин [58, 67]. Образците в настоящото проучване бяха изработени спрямо описаните в литературата стандартизирани насоки и методики от други подобни изследвания [46, 58, 120, 282]. В проведеното от нас изследване оценихме силата на адхезивната връзка чрез измерването ѝ на якост на микроопън, отчетена в МРа. 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 по-равномерно разпределяне на стреса [176]. На по-малката площ на гредичките се наблюдават по-малко дефекти в материала [23, 67]. При тази методика по-често се срещат адхезивен тип фрактури и по-малко кохезивен [23, 176]. Това я прави по-достоверна [62] и стойностите на микроопън са по-високи, сравнени с тези на макроопън [67].

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 [94, 223]. Получените от нас стойности се намират в този диапазон.

В проведеното от нас изследване образците, които се разрушиха преди тестване, не се взеха под внимание и стойности от 0 МРа не бяха включени. В част от намерените в литературата изпитвания тези гредички

също се изключват [67, 133], докато в други се взимат под внимание [92]. По-често се разрушават предварително емайловите образци в сравнение с дентиновите. Емайлт е с по-висока твърдост от дентина: 270–350 КНН и 50–70 КНН [193], което води до отлепване на ТЗТ от гредичката по време на рязането ѝ.

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.

Адхезията към емайловата повърхност е по-лесно постижима и по-надеждна. Емайлт се състои от 94–96% неорганична част, 1–4% вода и 4–5% органична част [67]. Има по-високи интермолекулярни сили и по-висока повърхностна енергия. Има три модела, чрез които може да се променя структурата на емайла от фосфорната киселина и да се осъществи адхезия: чрез атакуване на сърцевината на призмите, периферията на призмите или комбинация от тях [67].

Съвременните самоадхезивни цименти не изискват предварителна киселинна обработка на емайловата повърхност, тъй като те съдържат киселинни метакрилатни групи [92]. В проведеното от нас изследване сме спазвали този протокол за работа, както в повечето намерени в литературата изследвания [93, 121]. Въпреки това някои автори докладват за по-високи стойности на якост на микроопън след предварителна обработка на емайловата повърхност с 37% фосфорна киселина [93].

Адхезията към дентина е по-сложна, тъй като той е порьозна, влажна структура, състояща се от хидроксилапатитни частици в колагенов матрикс. Именно органичната съставка намалява здравината на връзката. Дентиновите тубули са по-широко отворени и по-пропускливи в близост до пулпата. Съдържанието на вода е по-малко на повърхността и се увеличава в дълбочина. Освен тези физиологични разлики, дентиновата структура търпи промени с увеличаване на възрастта или поради наличието на кариозен процес. Наблюдава се увеличаване на дебелината и намаляване на пропускливостта му. Всички тези фактори правят дентиновата структура по-сложна за осъществяване на добра адхезия [67, 210, 245]. Логично стойностите на микроопън за дентина би трябвало да са по-ниски в сравнение с емайла.

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. [250], както и от Bracher и съавт. [67]. Според авторския колектив резултатите са такива поради образуване на микропукнатини при рязане на емайловите гредички. De Munck и съавтори установяват, че самоадхезивните цименти се свързват по-добре с дентина, отколкото с емайла [93]. Те предлагат селективно ецване само на емайловата повърхност [93], тъй като обработката на дентина дава по-лоши резултати от тези на емайла [93]. Бъдещи изследвания относно селективно ецване на емайловата повърхност биха подобрили протокола за циментиране на индиректни композиционни obturации.

Интерес представлява фактът, че най-високи стойности на микроопън показаха образците от дентин и Signum ceramis. Дентиновата повърхност се свързва по-добре от емайловата с изследвания цимент. При образците от материал Cerasmart не се установи тази зависимост. Емайлт се свързва по-добре от дентина с циментиращото средство. Тъй като основна цел при кавитетната препарация 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 за работа и намаляват постоперативната чувствителност [121]. Връзката, която образуват с ТЗТ, е микромеханична и химична. Последната се осъществява между мултифункционалните кисели мономери от цимента и хидроксилапатитните кристали от ТЗТ [121]. 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 [92, 118, 242]. Други изследвания показват, че самоадхезивните цименти се свързват по-добре от тези, изискващи тотално ецване [176, 282]. 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 [241].

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 силан за осъществяване на химична. Повечето изследвания сочат, че това значително увеличава силата на връзката между ТЗТ и композиционния материал [121]. De Angelis и кол. докладват за по-ниски стойности на микроопън на композиционен материал към дентин – 6.46 МРа, сравнени с нашите – 18.65 МРа и 12.08 МРа, при обработване с Al_2O_3 без последващо нанасяне на силан [92]. Други автори също получават по-ниски стойности, като те също не използват силан [242]. Те използват същото циментиращо средство като нас – iCem (Heraeus Kulzer). Fuentes и кол. не отчитат значима промяна в силата на адхезивната връзка след нанасяне на силан [118].

Термоциклирането е един от най-използваните методи, който наподобява клинични условия и предизвиква механичен стрес. Прилагането му в *in vitro* изследвания ще допълни информацията относно промяната в силата на адхезивната връзка. По-голямата част от намерените в литературата изследвания не оценяват силата на адхезивната връзка след термична умора, което ограничава получените от тях данни [58, 120, 282]. 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. Подобно на нас, други автори също докладват за значима промяна в силата на адхезивната връзка след термоциклиране [121, 59]. Три са възможните механизми, чрез които температурните промени водят до понижаване на силата на адхезивната връзка. Според първия големите разлики в температурното разширение на различните

субстрати (емайл/дентин/композиционен материал) води до разрушаване на адхезивната връзка [121]. Вторият механизъм е чрез деградация на цимента поради разрушаване на връзката пълнител/матрикс. Третият начин на въздействие е отделянето на мономер от фиксиращото средство при повишаване на температурата [121]. Други автори твърдят, че термоциклирането не води до промяна в силата на адхезивната връзка [42]. Abo-Namag и съавт. съобщават за значима промяна при термоциклиране на емайлови образци, но не и на дентинови [30]. Получените от нас стойности за сила на адхезивната връзка показват, че тя намалява след температурни промени значимо с изключение на групата на композиционен материал 1, (Signum ceramis) циментиран към дентин. Цанова установява, че силата на адхезивната връзка не се променя значимо след изкуствено стареене, но също отчита намаляване на стойностите на микроопън [23].

Обсъждане по задача № 5

Клинично изследване на витални зъби с големи разрушения, възстановени чрез индиректни композитни obtурации.

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. Двата материала имат приблизително еднакъв състав – органичният матрикс се състои от UDMA и други метакрилати, но не съдържат Bis-GMA, а неорганичният пълнител – от силициеви стъклени частици [50, 195]. 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 [50, 195]. 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.

Клиничните проучвания могат да се разделят на два типа според периода на наблюдение: краткосрочни и дългосрочни. В литературата за оценка на клиничното поведение на индиректни възстановявания се срещат както краткосрочни за период от 1 до 3 години [80, 189], така и дългосрочни над 5 години изследвания [214, 215]. У нас в редица проучвания се използва относително кратък период от време между 2 и 3 години [15, 16, 23, 29]. Подобно на тях ние сравнихме клинично промените в индиректни композиционни възстановявания, изработени по три различни метода, за период от 2 години. Сравняването се извърши в началото при циментирането на obturацията, след 6 месеца, след 12 месеца и след 24 месеца. Според някои автори влошаване в клиничните показатели на възстановяванията настъпва в период от първите 6 до 24 месеца [183, 213]. В настоящото изследване най-голяма промяна на показателите се отчете до 12 месеца.

В повечето *in vivo* проучвания се използват модифицирани USPHS критерии за оценяване на клиничните показатели на естетичните възстановявания в дисталната област [16, 27, 28, 29]. 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.

Модифицираните USPHS критерии могат да отчетат както абсолютни разлики (приемливо/неприемливо), така и степен в тях. Така

например оценка Alfa и Bravo са клинично приемливи, но само Alfa показва отлични резултати. При оценка Charlie и Delta obturациите се нуждаят от подмяна и те са клинично неприемливи [29, 189].

За нуждите на клиничната задача избрахме такива критерии, които напълно да отчитат проблемите при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения: маргинална адаптация и оцветяване, вторичен кариес, загуба на obturация, възстановяване на анатомичен контакт и контур. Пациентите бяха предварително избрани, така че да отговарят на критерии за подбор при индиректни композитни obturации. На всички участващи в проучването е извършен контролен преглед на 6, 12 и 24 месеца.

В проучване, извършено от Varone и кол., се изследва клиничният резултат на композиционни инлеи от материал Signum ceramis в рамките на 3 години [53]. Те използват същите критерии за оценка и според тях 2.6% от общия брой инлеи не показват клинично задоволителен резултат. Derchi и съавт. изследват същия материал – Signum ceramis, но за по-дълъг период от време – 12 години [100]. 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 [100]. В проведеното от нас изследване 100% от obturациите показват задоволителен клиничен резултат.

Съвпадението на цвета на obturацията с 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. проучват клиничните характеристики на инлеи от композиционни CAD/CAM блокчета Paradigm (3M, ESPE) и керамични Vita Mark II за период от 3 години [108]. 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 проведеното 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 биодеграцията на материала. След 24 месеца не се отчете промяна. В двете групи фрезованите композитни индиректни възстановявания имат съвпадение на цвета.

Маргиналната адаптация е един от най-важните показатели за дълготрайността на obtурациите. 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. съобщават за сходство в първоначалната маргинална адаптация между композиционни и керамични инлеи [108]. Manhart и кол. изследват клинично също композиционни и керамични инлеи за период от 2 години [189]. Те оценяват с Bravo по-голяма част от конструкциите по отношение на „Маргинална адаптация“. Износването на циментиращото средство от индиректното възстановяване и образуването на процеп може да е

различно в зависимост от материала. В настоящото изследване използвахме лабораторен композит и блокчета за фрезозане с подобен състав, което би трябвало да доведе до сходна промяна в цимента. 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^{-ия} месец 4 обтурации се оценяват с резултат Bravo. Същото се запазва и на 12^{-ия} 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 [75]. Промяната в маргиналното оцветяване може да се дължи на биодеградация на материала – циментиращо средство/композит [20], или на отчупване на тънки участъци от ръбовете на обтурацията, които припокриват кавитетните ръбове [75]. Двойнополимеризиращите цименти съдържат третични амини и бензоилов пероксид като инициатори на полимеризацията. Именно те са причина за стареене на цимента и промяна в цвета му по маргиналните граници на възстановяването [19, 73]. При непълно отстраняване на полимеризиращия цимент също е възможно да се наблюдава оцветяване. Ето защо е важно пълното му отстраняване още в първата фаза на втвърдяване, когато се премахва по-лесно, както и изолиране на съседните зъби с тefлонова лента.

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 6-месечен период на проследяване не се отчитат промени, докато на 12^{-ия} месец 5 от индиректните възстановявания показват резултат Bravo по отношение на анатомичен контур, а 2 – по отношение на апроксимален контакт. При конвенционалните и CAD/CAM конструкциите много по-лесно се възпроизвеждат точни контакти и контури, сравнени с директните obturации [20]. Композиционните материали за директно obtуриране 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 [145] – зависи от качествен/количествен състав и начин на разпределение, и от степента на полимеризация [145] – по-ниската степен може да доведе до биодеградация.

Промени в повърхностната текстура отново се отичат единствено в група 1 (obtурации по конвенционален метод). Промените отново настъпват на 12^{-ия} месец след циментирането на obtурацията. Най-вероятно разликата в типа полимеризация и връзката между органичния матрикс и неорганичните частици [29] са определящи за настъпилите промени в лабораторния композит. Големината на пълнежните частици също има роля в образуването на грапавини по повърхността на възстановяванията [108]. Материалът Cerasmart, използван за изработка на

конструкциите в група 2 и 3, показва отлични резултати по отношение на повърхностната текстура. Изследвания в същия интервал от време имат сходни на нашите резултати по отношение на повърхностната текстура на CAD/CAM композитните блокчета [108].

При възстановяване на витални зъби с големи разрушения фрактури на ТЗТ или obturацията са основни причини за подмяна на конструкцията. До този извод достигат не само автори на други клинични проучвания [95, 96, 212], но и анкетираните от нас лекари по дентална медицина. По отношение на загуба на obturацията или части от нея, Signum ceramics показва по-добри резултати – само при един пациент се оценява с Bravo. В група 2 (индиректни възстановявания по хибриден метод) две obturации получават оценка Bravo още на 6-ия месец, като това се запазва и на 12-ия месец. В група 3 (индиректни възстановявания по дигитален метод) при една obturация се отчита Bravo на 6-ия месец.

Електроодонтодиагностиката е метод за оценка на виталитета на зъбната пулпа [7]. При obtуриране на витални зъби със значителни разрушения се стремим да възстановим анатомичната цялост и функция на зъба и особено важно да запазим виталитета на зъбната пулпа. Всички изследвани пациенти показаха стойности на електроодонтодиагностика в рамките на нормата. По-високите стойности – 20 микроампера, без наличие на симптомтика се дължат на големите obturации и ретрахираната зъбна пулпа – токът достига по-трудно до пулпата. Това ни дава основание да твърдим, че композитните obturации от Signum ceramic и Cerasmart са правилен избор при възстановяването на витални зъби със значителни разрушения.

VIII. 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 obtурации за възстановяване на значителни разрушения на витални зъби, според анкетиранияте лекари по дентална медицина, са фрактура на obtурацията и/или на ГЗТ.

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

3. Дълготрайността на директните obtурации 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. Анкетиранияте 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 обтурации 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 обтурации на витални зъби със значителни разрушения, изработени по хибриден и дигитален метод, показват статистически значимо по-добри резултати в сравнение с обтурации, изработени по конвенционален метод.

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

IX. ИЗВОДИ

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

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

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

4. Конструкциите, изработени по хибриден и дигитален метод, имат 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.

X. ПРЕПОРЪКИ КЪМ ЛЕКАРИТЕ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА

На базата на резултатите от настоящия дисертационен труд препоръките ни към ЛДМ за постигане на оптимален лечебен резултат при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения чрез индиректни композиционни obtурации са:

1. Избор на пациент

- детайлно определяне на индикации и контраиндикации за всеки конкретен случай
- документиране на клиничен случай, включително информирано съгласие
- избор на възстановителен материал в съответствие с избрания метод
- използване на иновативни дигитални или хибридни методи за изработка на индиректни конструкции в зависимост от оборудването.

2. Препариране на кавитетната форма

- препариране на кавитет без подкопани места
- минимална ширина 2 mm
- минимална дълбочина 1.5 mm
- **заоблени** вътрекавитетни ъгли
- дивергенция на кавитетните стени в зависимост от избора на техника за изработка на индиректна конструкция – **8–12°** за конвенционални и **12–17°** за дигитални
- максимално запазване на емайл по периферната връзка
- при необходимост редуциране на кавитетните стени в зависимост от това дали са работни и балансиращи
- оформяне на емайловия ръб спрямо съвременни тенденции/правила – челна връзка, „фаза“, дъговидна препарация.

3. Снемане на отпечатък

- за предпочитане дигитален отпечатък с интраорален скенер и изработка на изцяло дигитална конструкция (дигитален метод)
- при дигитално изработени конструкции се извършва анализ на сканираните данни и при необходимост повторно препариране и сканиране на кавитета
- задължително аплициране на ретракционна корда за по-точна визуализация на гингивалната основа (0, 00, 000 в зависимост от случая).

4. Изпращане на снетия отпечатък в зависимост от метода

В лаборатория за дигиталните конструкции (дигитален и хибриден метод):

- изработка на виртуален модел в зависимост от избрания метод
- компютърно моделиране и очертаване граници на кавитета
- премахване на неподплатен от дентин емайл
- задаване на разстояние за циментиращо средство
- моделиране/фрезозане и обработка на готовата конструкция в лабораторията.

5. Проверка на адаптация – към кавитета и съседните зъби

- чрез кремообразна силиконова маса
- чрез артикулационна хартия.

6. Циментиране

- изолиране на оперативното поле с кофердам
- допълнителна ретракция с интердентален конец
- изолиране с тefлонова лента за изолация на съседните зъби
- максимално почистване на излишния цимент **преди** окончателното му втвърдяване.

XI. КНИГОПИС

1. Анастасов И. Дентално материалознание. С., София Смайл Център, 2013, 315 стр.

2. Георгиева-Димитрова М. Индиректни естетични възстановявания, изработени с помощта на CAD-CAM-технологии при постоянни детски зъби. Дисертация, Варна, 2018, 149 стр.

3. Гогушев К, Абаджиев М, Георгиева К и кол. Интраорални сканиращи системи, базирани на принципа на конфокалната микроскопия, използвани в съвременната протетична дентална медицина. Варненски медицински форум 2017; 6(1): 80–85.

4. Инджов Б. Основи на кавитетната препарация. София, Инджидент, 2006, 380 стр.

5. Инджов Б. *Obturationis cavi dentis*. София, Инджидент, 2009, 517 стр.

6. Кирилова Ж. Зъбен кариес – биологични лечебни аспекти. София, Дайрект Сървисиз, 2019, 159 стр.

7. Костурков Д, Латковска А, Узунов Ц. Методи за оценка на състоянието на зъбната пулпа. Дентална медицина, 2014; 96(3): 242–250.

8. Кузманова Я, Димитрова И. Микропроницаемост при фуркационни перфорации, запечатани с калциево-силикатни цименти. Дентална медицина, 2013; 95(2): 115–122.

9. Ляпина М. Имунотоксикологична оценка на сенсibiliзиращи агенти в състава на дентални материали. Дисертация, София, 2015, 249 стр.

10. Манчорова-Велева НА. Постоперативна чувствителност при композитни обтурации I и II клас (анкетни, компютърно-биомеханични и клинични проучвания). Дисертация, Пловдив, 2009, 243 стр.

11. Маринова М. Повлияване на посоката на свиване на фотополимеризиращите композиционни материали. Проблеми на денталната медицина 2007; XXXIII: 26–31.

12. Маринова М, Караяшева Д, Доганджийска В, и кол. Изследване на микропроцепа и микропросмукването при пет вида обтуровъчни материали, използвани за лечение на кариес на корена. Зъболекарски преглед 2007; 89(2): 99–105.

13. Маринова М, Караяшева Д, Ботева Е. Изследване на микропроцепа на гингивалната основа при втори клас кавитети, obtурирани чрез послойна техника с различни типове естетични материали. Дентална медицина 2010; 92(1): 24–28.

14. Маринова-Такорова М. Материали и методики за изследване на микропросмукването между твърдите зъбни тъкани и obtуровъчните материали. Дентална медицина 2012; 94(1): 39–47.

15. Маринова-Такорова М. Кариес на корена. Материали, използвани при неговото лечение. Дисертация, София, 2013, 171 стр.

16. Ничева С. Индиректно адхезивно възстановяване на ендодонтски лекувани дъвкателни зъби с композитни obtурации. Дисертация, Пловдив, 2014, 158 стр.

17. Печева А, Цанова С, Райчева Р. In vitro изследване на маргиналната адаптация на циркониеви фасети, изработени по CAD/CAM технология. Дентална медицина 2018, 100: 11–16.

18. Печева А, Цанова Сн. Маргинална адаптация на индиректни фасети, произведени по различни технологии – обзор. Scientific Research of the Union of Scientists in Bulgaria – Plovdiv, series B. Natural Sciences and Humanities 2019; 12: 151–154.

19. Печева-Стоева А. Приложение на циркониева CAD/CAM фасети при витални фронтални зъби (анкетни, лабораторни и клинични проучвания). Дисертация, Пловдив, 2020, 158 стр.

20. Филипов И. Проучване на ключови проблеми при фотополимеризация на композиционни материали при obtуриране на втори клас кавитети (епидемиологични, експериментални, лабораторни и клинични изследвания). Дисертация, Пловдив, 2006, 206 стр.

21. Филчев Д, Тумбалов А, Павлова Ж. Ретроспективна клинична оценка на зъби, възстановени с ендокорони. Дентална медицина 2014; 96(2): 146–152.

22. Цанова М, Манчорова-Велева Н. Сравнителен анализ на препарационната граница при индиректни възстановявания чрез конвенционален и дигитален метод на отпечатване. Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив, Серия Г – Медицина, фармация и дентална медицина 2017; 20: 206–209.

23. Цанова М. Възстановяване на витални, дъвкателни зъби със значителни разрушения чрез CAD-CAM керамични obturации (лабораторни и клинични проучвания). Дисертация, Пловдив, 2018, 265 стр.

24. Чонин А. Алергия към метакрилати в денталната медицина. Дисертация, Пловдив, 2017, 138 стр.

25. Янакиев С, Маринова-Такорова М, Жегова Г, и кол. Дентална керамика – минало, настояще и бъдеще. (Част I). Исторически данни и класификация. Здраве и наука 2014; (3).

26. Янакиев С, Маринова-Такорова М, Жегова Г, и кол. Дентална керамика – минало, настояще и бъдеще. (Част II). Видове керамични материали. Здраве и наука 2014; (4).

27. Янакиева Р. Композиционни материали – лабораторни и клинични проучвания във връзка с употребата им при лечение на цервикалния кариес. Дисертация, София, 1992, 194 стр.

28. Янакиева, Р. Актуални проблеми при клинични изследвания на композиционни материали. Методи на оценка и тяхната чувствителност. Стоматологичен преглед; 1994; 25(1): 14–23.

29. Янчева С. Проучване на нискосвиваеми композити за директно obtуриране на II клас дефекти. Дисертация, София, 2017, 227 стр.

30. Abo-Namar SE, Hiller KA, Jung H, et al. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. Clin Oral Invest. 2005; 9: 161–167.

31. Acar O, Yilmaz B, Altintas SH, et al. Color stainability of CAD/CAM and nanocomposite resin materials. J Prosthet Dent 2016; 115: 71–75.

32. Addi S, Hedayati-Khams A, Poya A, et al. Interface gap size of manually and CAD/CAM-manufactured ceramic inlays/onlays in vitro. J Dent 2002; 30: 53–58.

33. Ahrberg D, Lauer H, Ahrberg, M. et al. Evaluation of fit and efficiency of CAD/CAM fabricated all-ceramic restorations based on direct and indirect digitalization: a double-blinded, randomized clinical trial. Clin Oral Invest 2016; 20: 291–300.

34. Al-Bakri IA, Hussey D, Al-Omari WM. The dimensional accuracy of four impression techniques with the use of additional silicone impression materials. *The Journal of Clinical Dentistry*. 2007; 18(2): 29–33.
35. Al-Thobity AM, Altaher A, Alharbi A, et al. An in vitro comparison of the fracture resistance of standard and modified mesio-occluso-distal cavity designs restored with resin composite restoration. *Int J Health Sci (Qassim)*. 2018; 12(2): 26–30.
36. Alaghemand H, Abolghasemzadeh F, Pakdel F, et al. Comparison of microleakage and thickness of resin cement in ceramic inlays with various temperatures. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2014; 8(1):45–50.
37. Alajaji NK, Bardwell D, Finkelman M, Ali A. Micro-CT Evaluation of Ceramic Inlays: Comparison of the Marginal and Internal Fit of Five and Three Axis CAM Systems with a Heat Press Technique. *J Esthet Restor Dent*. 2017; 29(1):49–58.
38. Alamoush RA, Silikas N, Salim NA, et al. Effect of the Composition of CAD/CAM Composite Blocks on Mechanical Properties. *Biomed Res Int*. 2018 Oct 23; 2018:4893143. doi: 10.1155/2018/4893143.
39. Alghazzawi TF. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *J Prosthodont Res*. 2016 Apr; 60(2): 72–84.
40. AlHabdan AA. Review of microleakage evaluation tools. *J Int Oral Health* 2017; 9: 141–5.
41. Alomari Q, Al-Kanderi B, Qudeimat M, et al. Re-Treatment Decisions for Failed Posterior Restorations among Dentists in Kuwait. *Eur J Dent*. 2010; 4(1): 41–49.
42. Amaral FLB, Colucci V, Palma-Dibb RG, et al. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *J Esthet Restor Dent*. 2007; 19: 340–354.
43. Amin S, Weber HP, Finkelman M, et al. Digital vs. conventional full-arch implant impressions: a comparative study. *Clin Oral Implants Res*. 2017; 28(11): 1360–1367.
44. An S, Kim S, Choi H, et al. Evaluating the marginal fit of zirconia copings with digital impressions with an intraoral digital scanner. *J Prosthet Dent* 2014; 112: 1171–1175.

45. Araoka D, Hosaka K, Nakajima M, et al. The strategies used for curing universal adhesives affect the micro-bond strength of resin cement used to lute indirect resin composites to human dentin. *Dent Mater J*. 2018 Jun 8; 37(3): 506–514.

46. Armstrong S, Breschi L, Özcan M, et al. Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (μ TBS) approach. *Dent Mater*. 2017 Feb; 33(2): 133–143.

47. Asmussen E, Peutzfeldt A. The effect of secondary curing of resin composites on the adherence of resin cement. *J Adhesive Dent* 2000; 2: 315–8.

48. Aswani K, Wankhade S, Khalikar A, et al. Accuracy of an intraoral digital impression: A review. *J Indian Prosthodont Soc* 2020; 20: 27–37.

49. Atika FD, Indrawati D, Suprastiwi E. A Comparison of microleakage at gingival wall in composite restoration using cocured and precured technique with conventional and modification liner: An in vitro study. *OP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1073 (2018) 062009 doi :10.1088/1742-6596/1073/6/062009.

50. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Proesthet Dent* 2015; 114: 587–93.

51. Bagis YH, Rueggeberg FA. The effect of post-cure heating on residual, unreacted monomer in a commercial resin composite. *Dent Mater* 2000; 16: 244–7.

52. Barabanti N, Preti A, Vano M, et al. Indirect composite restorations luted with two different procedures: a ten years follow-up clinical trial. *J. Clin. Exp. Dent*. 2015; 7: 54–59.

53. Barone A, Derchi G, Rossi A, et al. Longitudinal clinical evaluation of bonded composite inlays: A 3-year study. *Quintessence Int*. 2008 Jan; 39(1): 65–71.

54. Basudan TA, Alshareef SM, Alshehri AJ, et al. Differences of direct and indirect resin composite and its effect on esthetic restoration *Int J Community Med Public Health*. 2021; 8(9): 4622–4626.

55. Batalha-Silva S, de Andrada MA, Maia HP, et al. Fatigue resistance and crack propensity of large MOD composite resin restorations: direct versus CAD/CAM inlays. *Dent Mater*. 2013 Mar; 29(3): 324–31.

56. Bedran de Castro AK, Cardoso PE, Ambrosano GM, et al. Thermal and mechanical load cycling on microleakage and shear bond strength to dentin. *Oper Dent* 2004; 29: 42–8.

57. Behr M, Rosentritt M, Handel G. Fiber-reinforced composite crowns and FPDs: a clinical report. *Int J Prosthodont*. 2003; 16(3): 239–243.

58. Bellan MC, Cunha PFJSD, Tavares JG, Spohr AM, Mota EG. Microtensile bond strength of CAD/CAM materials to dentin under different adhesive strategies. *Braz Oral Res*. 2017; 18(31): e109.

59. Berkman M, Tuncer S, Tekçe N, et al. Microtensile bond strength between self-adhesive resin cements and resin based ceramic CAD/CAM block. *Int. J Dental Sc* 2020; 23(1): 116–125.

60. Bernardo M, Luis H, Martin MD, et al. Survival and reasons for failure of amalgam versus composite posterior restorations placed in a randomized clinical trial. *J Am Dent Assoc* 2007; 138: 775–83.

61. Bertshinger C, Paul SJ, Luthy H, et al. Dual application of dentin bonding agents: its effect on the bond strength. *Am J Dent*. 1996; 9: 115–119.

62. Betamar N, Cardew G, van Noort R. Influence of specimen designs on the microtensile bond strength to dentin. *J Adhes Dent*. 2007; 9: 159–168.

63. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J* 2008; 204: 505–11.

64. Boaro LC, Goncalves F, Guimares TC, et al. Sorption, solubility, shrinkage and mechanical properties of low-shrinkage commercial resin composites. *Dent Mater* 2013; 29(4): 398–404.

65. Boeddinghaus M, Breloer ES, Rehmann P, et al. Accuracy of single-tooth restorations based on intraoral digital and conventional impressions in patients. *Clin Oral Investig*. 2015; 19(8): 2027–34.

66. Boitile P, Mawusii B, Tapie L, et al. A systematic review of CAD/CAM fit restoration evaluations. *J Oral Rehabil* 2014; 41: 853–874.

67. Bracher L, Ozcan M. Adhesion of resin composite to enamel and dentin: a methodological assessment. *J Adhes Sci Technol*. 2018; 32: 258–271.

68. Brosh T, Pilo R, Bichacho N, et al. Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Prosthet Dent*. 1997 Feb; 77(2): 122–6.

69. Brunton PA, Christensen GJ, Cheung SW, et al. Contemporary dental practice in the UK: indirect restorations and fixed prosthodontics. *Br Dent J.* 2005; 198(2): 99–89.

70. Brunton PA, Sharif MO, Creanor S, et al. Contemporary dental practice in the UK in 2008: indirect restorations and fixed prosthodontics. *Br Dent J.* 2012; 212(3): 115–119.

71. Brunton PA, Ratnayake J, Loch C, Veerasamy A, Cathro P, Lee R. Indirect Restorations and Fixed Prosthodontics: Materials and Techniques Used by General Dentists of New Zealand. *Int J Dent.* 2019; 2019: 5210162.

72. Burke FJ, Fleming GJ, Nathanson D, Marquis PM. Are adhesive technologies needed to support ceramics? An assessment of the current evidence. *J Adhes Dent* 2002; 4: 7–22.

73. Cagri U, Tatar N, Duran I et al. The effect of amine-free initiator system and the polymerization type on color stability of resin cements. *J Oral Sci.* 2016; 58(2): 157–61.

74. Cavalcanti AN, De Lima AF, Peris AR, et al. Effect of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Esthet Restor Dent.* 2007; 19(2): 90–8;

75. Celik C, Arhun N, Yamanel K. Clinical evaluation of resin-based composites in posterior restorations: 12-month results. *Eur J Dent.* 2010; 4(1): 57–65.

76. Cenci M, Demarco F, de Carvalho R. Class II composite resin restorations with two polymerization techniques: relationship between microtensile bond strength and marginal leakage. *J Dent* 2005; 33: 603–10.

77. Chandrasekhar V, Rudrapati L, Badami V, et al. Incremental techniques in direct composite restoration. *J Conserv Dent.* 2017; 20(6): 386–391.

78. Chang S, Peng Y, Hung L, et al. Evaluation of marginal adaptation of Co-Cr-Mo metal crowns fabricated by traditional method and computer-aided technologies. *J Dent Sci.* 2019; 14(3): 288–294.

79. Chen HY, Hickel R, Setcos JC, et al. Effects of surface finish and fatigue testing on the fracture strength of CAD-CAM and pressed-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1999; 82: 468–75.

80. Christensen GJ. Choosing an all-ceramic restorative material: porcelain fused-to-metal or zirconia-based? *J Am Dent Assoc.* 2007 May; 138(5): 662-5.

81. Cristian A, Valdiviezo P, Naranjo B. Intraoral Scanning Devices Applied in Fixed Prosthodontics. *A Scien Dent Scien* 2019; 3(70): 44–51.

82. Clark DJ, Sheets CG, Paquette JM. Definitive diagnosis of early enamel and dentin cracks based on microscopic evaluation. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry* 2003; 15: 391–401.

83. Coelho-De-Souza FH, Camacho GB, Demarco FF, et al. Fracture resistance and gap formation of MOD restorations: influence of restorative technique, bevel preparation and water storage. *Oper Dent* 2008; 33: 37–43.

84. Correa LR, Guimaraes HB, Almeida ERN, et al. Marginal integrity of restorations produced with a model composite based on polyhedral oligomeric silsesquioxane (POSS). *J Appl Oral Sci.* 2015; 23(5): 450–8.

85. D’Arcangelo C, Vanini L. Effect of three surface treatments on the adhesive properties of indirect composite restorations. *J Adhes Dent* 2007; 9: 319–326.

86. D’Arcangelo C, Vanini L, Casinelli M, et al. Adhesive cementation of indirect composite inlays and onlays: A literature review. *Compend Contin Educ Dent* 2015; 36: 570–577.

87. Da Rosa Rodolpho PA, Cenci MS, Donassollo TA, et al. A clinical evaluation of posterior composite restorations: 17-year findings. *J Dent* 2006; 34: 427–35.

88. Da Rosa Rodolpho PA, Donassollo TA, Cenci MS, et al. 22-Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics. *Dent Mater* 2011; 27: 955–63.

89. Dauti R, Cvikl B, Franz A, et al. Comparison of marginal fit of cemented zirconia copings manufactured after digital impression with lava™ C.O.S and conventional impression technique. *BMC Oral Health* 2016; 16(1): 129.

90. Dauti R, Cvikl B, Lilaj B, et al. Micro-CT evaluation of marginal and internal fit of cemented polymer infiltrated ceramic network material crowns manufactured after conventional and digital impressions. *J Prosthodont Res.* 2019; 63(1): 40–46.

91. Davidson CL, de Gee AJ, Feilzer A. The competition between the composite–dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *Journal of Dental Research* 1984; 63: 1396–9.

92. De Angelis F, Minnoni A, Vitalone LM, et al. Bond strength evaluation of three self-adhesive luting systems used for cementing composite and porcelain. *Oper Dent* 2011; 36 :626–634.

93. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, et al. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2004 Dec; 20(10): 963–71.

94. De Munck J, Mine A, Poitevin A, et al. Meta-analytical review of parameters involved in dentin bonding. *J Dent Res.* 2012; 91: 351–357.

95. Demarco F, Correa M, Cenci M, et al. Longevity of posterior composite restorations: Not only a matter of materials. *Dent Mater* 2012; 28: 87–101.

96. Demarco FF, Collares K, Coelho-de-Souza FH, et al. Anterior composite restorations: a systematic review on long-term survival and reasons for failure. *Dent Mater.* 2015; 31(10): 1214–24.

97. Demarco FF, Collares K, Correa MB, et al. Should my composite restorations last forever? Why are they failing?. *Braz Oral Res.* 2017; 31(1): e56.

98. Demir N, Ozturk AN, Malkoc MA. Evaluation of the marginal fit of full ceramic crowns by the microcomputed tomography (micro-CT) technique. *Eur J Dent* 2014; 8: 437–44.

99. Dejak B, Młotkowski AA comparison of stresses in molar teeth restored with inlays and direct restorations, including polymerization shrinkage of composite resin and tooth loading during mastication. *Dent Mater.* 2015 Mar; 31(3): e77–87.

100. Derchi G, Marchio V, Borgia V, et al. Twelve-year longitudinal clinical evaluation of bonded indirect composite resin inlays. *Quintessence Int.* 2019; 50(6): 448–454.

101. Dhawan P, Prakash H, Shah N. Clinical and scanning electron microscopic assessments of porcelain and ceromer resin veneers. *Indian J Dent Res.* 2003; 14(4): 264–278.

102. Dietschi D, Spreafico R. Adhesive Metal-Free Restorations: Current Concepts for the Esthetic Treatment of Posterior Teeth. Chicago: Quintessence, 1997.

103. Dietschi D, Spreafico R. Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-colored posterior restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998; 10: 47–54.

104. Dietschi D, Olsburg S, Krejci I, et al. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation after occlusal stressing of indirect class II composite restorations with different resinous bases. *Eur J Oral Sci* 2003; 111: 73–80.

105. Dimitrova I, Kouzmanova Y. Marginal adaptation of calcium silicate-based materials used in furcal perforation repair: A comparative in vitro study. *Int J Sci Res* 2015; 4(8): 750–755.

106. Douglas RD. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent*. 2000; 83(2): 166–170.

107. Duquia Rde C, Osinaga PW, Demarco FF, et al. Cervical microleakage in MOD restorations: in vitro comparison of indirect and direct composite. *Oper Dent*. 2006 Nov-Dec; 31(6): 682–7.

108. Fasbinder DJ, Denninson JB, Heys DR, et al. The clinical performance of CAD/CAM-generated composite inlays. *J Am Dent Assoc* 2005; 136(12): 1714–1723.

109. Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *Journal of Dental Research* 1987; 66: 1636–9.

110. Fenske C. The influence of five impression techniques on the dimensional accuracy of master models. *Braz Dent J*. 2000; 11(1): 19–27.

111. Ferracane JL, Condon JR. Post-cure heat treatments for composites: Properties and fractography. *Dent Mater* 1992; 8: 290–5.

112. Ferraris F. Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and adhesion clinical protocol. *Int J Esthet Dent*. 2017; 12(4): 482–502.

113. Fligor J. Preparation design and considerations for direct posterior composite inlay/onlay restoration. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2008 Aug; 20(7): 413–9.

114. Fonseca JC, Henriques GE, Sobrinho LC, et al. Stress-relieving and porcelain firing cycle influence on marginal fit of commercially pure titanium and titanium-aluminum-vanadium copings. *Dent Mater* 2003; 19: 686–691.

115. Forster A, Braunitzer G, Tóth M, et al. In Vitro Fracture Resistance of Adhesively Restored Molar Teeth with Different MOD Cavity Dimensions. *J Prosthodont*. 2019; 28(1): 325–331.

116. Forss H, Widström E. Reasons for restorative therapy and the longevity of restorations in adults. *Acta Odontol Scand*. 2004; 62(2): 82–86.

117. Fradeani M, Redemagni M, Corrado M. Porcelain laminate veneers: 6- to 12-year clinical evaluation-A retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005; 25: 9–17.

118. Fuentes MV, Escribano N, Baracco B, et al. Effect of indirect composite treatment micro Effect of indirect composite treatment microtensile bond strength of self-adhesive resin cements. *J Clin Exp Dent* 2015, doi:10.4317/jced.52754.

119. Fugolin APP, Pfeifer CS. New Resins for Dental Composites. *J Dent Res*. 2017; 96(10): 1085–1091.

120. Gailani HFA, Benavides-Reyes C, Bolaños-Carmona MV, et al. Effect of Two Immediate Dentin Sealing Approaches on Bond Strength of Lava™ CAD/CAM Indirect Restoration. *Materials (Basel)*. 2021 Mar 26; 14(7): 1629.

121. Gamal R, Gomaa Y, Abdellatif M. Microtensile bond strength and scanning electron microscopic evaluation of zirconia bonded to dentin using two self-adhesive resin cements; effect of airborne abrasion and aging. *Fut Dent J* 2017; 3(2): 55–60.

122. Georgieva Tz, Dencheva M, Kamenoff J, et al. A comparative study of microleakage of obturated root canals after disinfection with Nd:YAG laser, PDT and NaOCL and EDTA. *J of IMAB*. 2013; 19(4): 415–418.

123. Gerdolle DA, Mortier E, Loos-Ayav C, et al. In vitro evaluation of microleakage of indirect composite inlays cemented with four luting agents. *J Prosthet Dent* 2005; 93(6): 563–70.

124. Gerdzhikov I, Radeva E, Uzunov T. Possibilities of Improving the Shear Strength between Different Type of Cements and Zirconia Ceramics: Literature Review. *J of IMAB*, 2021; 27(1): 3557–3563.

125. Gerdzhikov I, Uzunov T, Radeva E. Evaluation of Microtensile Bond Strength of Luting Cements to Zirconia Ceramics. *Wulfenia*, 2021; 28(12): 2–11.

126. Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus , et al. Accuracy of a digital impression system based on active triangulation technology with blue light for implants: effect of clinically relevant parameters. *Implant Dent* 2015; 24(5): 498–504.

127. Gimenez B, Hassan B, Özcan M, et al. An In vitro study of factors influencing the performance of digital intraoral impressions operating on active wavefront sampling technology with multiple implants in the edentulous maxilla. *J Prosthodont* 2017; 26(8): 650–5.

128. Giordano R. Materials for chairside CAD/CAM-produced restorations. *J Am Dent Assoc* 2006; 137: 14S–21S.

129. Giordano R, McLaren EA. Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods. *Compend Contin Educ Dent* 2010; 31: 682–700.

130. Goldstein RE, Lamba S, Lawson NC, et al. Microleakage around Class V composite restorations after ultrasonic scaling and sonic toothbrushing around their margin. *J Esthet Restor Dent* 2017; 29: 41–8.

131. González de Villaumbrosia P, Martínez-Rus F, García-Orejas A, et al. In vitro comparison of the accuracy (trueness and precision) of six extraoral dental scanners with different scanning technologies. *J Prosthet Dent*. 2016; 116(4): 543–550.

132. Gonzalo E, Suárez MJ, Serrano B, et al. A comparison of the marginal vertical discrepancies of zirconium and metal ceramic posterior fixed dental prostheses before and after cementation. *J Prosthet Dent* 2009; 102: 378–84.

133. Goracci C, Cury AH, Cantoro A, et al. Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. *J Adhes Dent*. 2006 Oct; 8(5): 327–35.

134. Griffith AA. The phenomena of rupture and flow in solids. *Philos Trans R Soc London, Ser A*. 1920 ;221: 168–198.

135. Gupta A, Tavane P, Gupta PK, et al. Evaluation of microleakage with total etch, self etch and universal adhesive systems in Class V restorations: An in vitro study. *J Clin Diagn Res* 2017; 11: ZC53–6.
136. Güth JF, Keul C, Stimmelmayer M, et al. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig* 2013; 17(4): 1201–1208.
137. Güth JF, Runkel C, Beuer F, et al. Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. *Clin Oral Investig*. 2017 Jun; 21(5): 1445–1455.
138. Haddadi Y, Bahrami G, Isidor F. Accuracy of crowns based on digital intraoral scanning compared to conventional impression – a split-mouth randomised clinical study. *Clin Oral Invest* 2019; 23: 4043–4050.
139. Haider Y, Dimashkieh M, Rayyan M. Survey of Dental Materials Used by Dentists for Indirect Restorations in Saudi Arabia. *Int J Prosthodont*. 2017; 30(1): 83–85.
140. Han L, Okamoto A, Fukushima M, et al. Enamel micro-cracks produced around restorations with flowable composites. *Dental Materials Journal* 2005; 24: 83–91.
141. Hasanreisoglu U, Sonmez H, Uctasali S, et al. Microleakage of direct and indirect inlay /onlay systems. *J Oral Rehab* 1996; 23: 66–71.
142. Hashemikamangar SS, Pourhashemi SJ, Nekooimehr Z, et al. Effect of lactic acid on microleakage of Class V low-shrinkage composite restorations. *J Dent (Tehran)* 2016; 13: 223–30.
143. Hattab FN, Yassin OM. Etiology and diagnosis of tooth wear: A literature review and presentation of selected cases. *Int J Prosthodont* 2000; 13: 101–7.
144. Hayashi M, Yeung CA. Ceramic inlays for restoring posterior teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2003; 1: CD003450.
145. Hickel R, Peschke A, Tyas M, et al. FDI World Dental Federation: clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations –update and clinical examples. *Clin Or Invest* 2010; 14(4): 349–366.
146. Hollis W, Pecora NF, de Rijk WG. An Evaluation of the Shear Bond Strength of Four Universal Cements to Five Prosthodontics Substrates. *Kerr*

University. [http://www.kerrdental.com/index/kerrdental-cements-maxcemelite-3rd party-2](http://www.kerrdental.com/index/kerrdental-cements-maxcemelite-3rd-party-2). Accessed September 27, 2012.

147. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, et al. Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent* 1989; 62: 405–408.

148. Homsy FR, Özcan M, Khoury M, Majzoub ZAK. Marginal and internal fit of pressed lithium disilicate inlays fabricated with milling, 3D printing, and conventional technologies. *J Prosthet Dent*. 2018 May; 119(5): 783–790.

149. Hummel SK, Marker V, Pace L, et al. Surface treatment of indirect resin composite surfaces before cementation. *J Prosthet Dent*. 1997 Jun; 77(6): 568–72.

150. Hussain B, Thieu M, Johnsen G, et al. Can CAD/CAM resin blocks be considered as substitute for conventional resins? *Dent Mater* 2017; 33: 1362–1370.

151. Ibarra G, Johnson GH, Geurtsen W, et al. Microleakage of porcelain veneer restorations bonded to enamel and dentin with a new self-adhesive resin-based dental cement. *Dent Mater* 2007; 23: 218–25.

152. Idris B, Houston F, Claffey N. Comparison of the dimensional accuracy of one- and two-step techniques with the use of putty/wash addition silicone impression materials. *J Prosthet Dent*. 1995 Nov; 74(5): 535–41.

153. Irfan UB, Aslam K, Nadim R. A review on cad cam in dentistry. *J Pak Dent Assoc* 2015; 24(3): 112116.

154. Jain V, Platt JA, Moore BK, et al. In vitro wear of new indirect resin composites. *Oper Dent* 2009; 34: 423–8.

155. Keshvad A, Hooshmand T, Asefzadeh F, et al. Marginal gap, internal fit, and fracture load of leucite-reinforced ceramic inlays fabricated by CEREC inlab and hot-pressed techniques. *J Prosthodont* 2011; 20: 535–40.

156. Kim J, Cho B, Lee J, et al. Influence of preparation design on fit and ceramic thickness of CEREC 3 partial ceramic crowns after cementation. *Acta Odontol Scand*. 2015 Feb; 73(2) :107–13.

157. Kirilova J, Topalova-Pirinska S, Kirov D. Evaluation of impact of lining application techniques on marginal microleakage in resin-modified glass ionomer cement in class II composite restorations: An in vitro study. *J of IMAB*. 2019 Jan-Mar; 25(1): 2426–2432.

158. Klymus ME, Shinkai RS, Mota EG, et al. Influence of the mechanical properties of composites for indirect dental restorations on pattern failure. *Stomatologija* 2007; 9: 56–60.

159. Knut A. The Fine Structure of Human Cementum, *Acta Odont Scand* 1965; 23:4, 423–441.

160. Kohler B, Rasmusson CG, Odman P. A five-year clinical evaluation of Class II composite resin restorations. *J Dent* 2000; 28: 111–6.

161. Kwon HJ, Ferrance J, Kang K, et al. Spatio-temporal analysis of shrinkage vectors during photo-polymerization of composite. *Dent Mater* 2013; 29(12): 1236–1243.

162. Laegreid T, Gjerdet NR, Johansson A, et al. Clinical decision making on extensive molar restorations. *Oper Dent*. 2014; 39(6): E231–E240.

163. Lauvahutanon S, Takahashi H, Shiozawa M, et al. Mechanical properties of composite resin blocks for CAD/CAM. *Dent Mater* 2014; 33(5): 705–710.

164. Lauvahutanon S, Takahashi H, Oki M, et al. In vitro evaluation of the wear resistance of composite resin blocks for CAD/CAM. *Dent Mater* 2015; 34: 495–502.

165. Lawson NC, Burgess JO. Wear of nanofilled dental composites at varying filler concentrations. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2015; 103: 424–9.

166. Lawson NC, Bansal R, Burgess JO. Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. *Dent Mater* 2016; 08:222.

167. Leinfelder KF. New developments in resin restorative systems. *J Am Dent Assoc* 1997; 128: 573–81.

168. Liena Puy MC, Forner Navarro L, Faus Llacer VJ, et al. Composite resin inlays. A study of marginal adaptation. *Quint Int* 1995; 126: 127–38.

169. Lins A, Ishikiriyama A, Rizzante FAP, et al. Use of restorative materials for direct and indirect restorations in posterior teeth by Brazilian dentists. 2014; 11: 238–244.

170. Loch C, Ratnayake J, Veerasamy A, et al. Direct Restorations, Endodontics, and Bleaching: Materials and Techniques Used by General Dentists of New Zealand. *International Journal of Dentistry*, 2019, 1–7.

171. Logozzo S, Franceschini G, Kilpelä A, et al. A Comparative Analysis of Intraoral 3d Digital Scanners For Restorative Dentistry. *Int J Med Tech* 2008; 5(1).

172. Lucena-Martín C, González-López S, Navajas-Rodríguez de Mondelo JM. The effect of various surface treatments and bonding agents on the repaired strength of heat-treated composites. *J Prosthet Dent*. 2001; 86(5): 481–488.

173. Lyapina M, Dencheva M, Krasteva A, et al. Comparative risk assessment of cross-sensitization to methacrylic monomers in dental practice. *Int J Dev Res*, 2014, 4(11): 2324–2329.

174. Lyapina M, Dencheva M, Krasteva A, et al. Health risk assessment in exposure to methacrylic monomers in dental practice. *JSRR*, 2014, 3(22): 2848–2863.

175. Madruga FC, Ogliari FA, Ramos TS, et al. Calcium hydroxide, pH-neutralization and formulation of model self-adhesive resin cements. *Dent Mater* 2013; 29(4): 413–8.

176. Magdy N, Rabah A. Evaluation of micro-tensile bond strength of indirect resin composite inlay to dentin. *Int J Health Sci Res*. 2017; 7(5): 105–115.

177. Magne P, Belser U. Immediate dentin bonding. In: Magne P, Belser U, eds. *Bonded Porcelain Restorations in the Anterior Dentition—A Biomimetic Approach*. Chicago: Quintessence Publishing Co., 2002; 270–273, 358–363.

178. Magne P, Belser UC. Porcelain versus composite inlays/ onlays: effects of mechanical loads on stress distribution, adhesion, and crown flexure. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003; 23: 543–555.

179. Magne P. Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. *J Esthet Restor Dent* 2005; 17: 144–55.

180. Magne P, So W, Cascione D. Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *J Prosthet Dent* 2007; 98: 166–174.

181. Magne P, Schlichting LH, Maia HP, et al. In vitro fatigue resistance of CAD/ CAM composite resin and ceramic posterior occlusal veneers. *J Prosthet Dent* 2010; 104: 149–157.

182. Magne P, Spreafico R. Deep Margin Elevation: A Paradigm Shift. *Am J Esthet Dent* 2012; 2: 86–96.
183. Mair LH. Ten-year clinical assessment of three posterior resin composites and two amalgams. *Quintessence Int.* 1998; 29: 483–490.
184. Makhija SK, Litaker MS, McClelland J, et al. Dentist material selection for single-unit crowns: findings from the National-Dental-PBRN. *J Dent Res* 2016; 94: P1677.
185. Mandelli F, Gherlone E, Gastaldi G, et al. Evaluation of the accuracy of extraoral laboratory scanners with a single-tooth abutment model: A 3D analysis. *J Prosthodont Res.* 2017; 61(4): 363–370.
186. Mandikos MN, McGivney GP, Davis E, et al. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. *J Prosth Dent* 2001; 85(4): 386–395.
187. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, et al. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health.* 2017; 17(1): 149.
188. Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY et al. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dental Materials* 2000; 16(1): 33–40.
189. Manhart J, Scheibenbogen-FuchsbrunnerA, Chen HY, et al. A 2-year clinical study of composite and ceramic inlays. *Clin Oral Invest* 2000; 4(4): 192–198.
190. Manhart J, Chen H, Hamm G, et al. Buonocore Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Oper Dent.* 2004; 29(5): 481–508.
191. Manso AP, Carvalho RM. Dental Cements for Luting and Bonding Restorations: Self-Adhesive Resin Cements. *Dent Clin North Am.* 2017 Oct; 61(4): 821–834.
192. Mendonca A, Shahmoradi M, Gouvêa C, et al. Microstructural and Mechanical Characterization of CAD/CAM Materials for Monolithic Dental Restorations. *J Prosth.* 2018, doi:10.1111/jopr.12964.
193. Meredith N, Sherriff M, Setchell DJ, et al. Measurement of the microhardness and young's modulus of human enamel and dentine using an indentation technique. *Arch Oral Biol.* 1996; 41: 539–545.

194. Mesaros AJ Jr, Evans DB, Schwartz RS. Influence of a dentin bonding agent on the fracture load of Dicor. *Am J Dent* 1994; 7: 137–140.
195. Miara P. Aesthetic guidelines for second-generation indirect inlay and onlay composite restorations. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1998; 423–31.
196. Mileding P. Microleakage of IRC inlays. An invitro comparison with direct composite technique. *Acta Odantal Scand* 1992; 50: 295–301.
197. Mirmohammadi H, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Roating fatigue and flexural strength of direct and indirect resin-composite restorative materials. *Am J Dent* 2009; 22: 219–22.
198. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, et al. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater* 2009; 28: 44–56.
199. Mondelli J, Sene F, Ramos RP, et al. Tooth structure and fracture strength of cavities. *Braz. Dent. J.* 2007; 18(2): 134–138.
200. Morimoto S, Rebello de Sampaio FB, Braga MM, et al. Survival Rate of Resin and Ceramic Inlays, Onlays, and Overlays: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res.* 2016; 95(9): 985–994.
201. Mörmann WH. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc* 2006; 137: 7S–13S.
202. Nakazawa M. Color stability of IRC materials polymerized with different polymerization systems. *J Oral Sci* 2009; 51: 267–73.
203. Nandini S. Indirect resin composites. *J Conserv Dent* 2010; 13: 184–194.
204. Nascimento GG, Correa MB, Opdam N, et al. Do clinical experience time and postgraduate training influence the choice of materials for posterior restorations? Results of a survey with Brazilian general dentists. *Braz Dent J.* 2013; 24(6): 642–646.
205. Nayif MM, Nakajima M, Foxton RM, et al. Bond strength and ultimate tensile strength of resin composite filled into dentine cavity; effect of bulk and incremental technique. *Journal of Dentistry* 2008; 36: 228–34.
206. Neppelenbroek KH. The clinical challenge of achieving marginal adaptation in direct and indirect restorations. *J Appl Oral Sci.* 2015; 23: 448–9.

207. Neves AD, Discacciati JA, Orefice RL, et al. Correlation between degree of conversion, microhardness and inorganic content in composites. *Braz Oral Res* 2002; 16: 349–54.

208. Neves FD, Prado CJ, Prudente MS, et al. Micro-computed tomography evaluation of marginal fit of lithium disilicate crowns fabricated by using chairside CAD/CAM systems or the heat-pressing technique. *J Prosthet Dent*. 2014 Nov; 112(5): 1134–40.

209. Nguyen JF, Migonney V, Ruse ND, et al. Resin composite blocks via high-pressure high-temperature polymerization. *Dent Mater* 2012; 28: 529–534.

210. Nikolaenko SA, Lohbauer U, Roggendorf M, et al. Influence of c-factor and layering technique on microtensile bond strength to dentin. *Dental Materials* 2004; 20: 579–85.

211. Nissan J, Laufer BZ, Brosh T, et al. Accuracy of three polyvinyl siloxane putty-wash impression techniques. *J Prosthet Dent*. 2000 Feb; 83(2): 161–5.

212. Opdam NJ, van de Sande FH, Bronkhorst E, et al. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*. 2014; 93(10): 943–9.

213. Ostlund J, Möller K, Koch G. Amalgam, composite resin and glass ionomer cement in Class II restorations in primary molars – a three year clinical evaluation. *Swed Dent J*. 1992; 16: 81–86.

214. Otto T, De Nisco S. Computer-Aided Direct Ceramic Restorations: A 10-Year Prospective Clinical Study of Cerec CAD/CAM Inlays and Onlays. *Int J Prosth* 2002; 15(2): 122–128.

215. Otto T, Schneider D. Long-term clinical results of chairside Cerec CAD/CAM inlays and onlays: a case series. *Int J ProstH* 2008; 21(1): 53–59.

216. Pagani C, Galera de Silva E, Fasbinder D, et al. *Tooth preparations: Science & art*. Quintessence Publishing, Germany, 1-st edition, 120–144.

217. Pallesen U, Qvist V. Composite resin fillings and inlays. An 11-year evaluation. *Clin Oral Investig* 2003; 7: 71–9.

218. Panayotova M, Radeva E. Restoration of extensive defects in lateral regions with composite inlays. 12th ICMS, 9–12 May, 2013; Sofia, Bulgaria, OP.

219. Paradigm™ MZ100 Block: Technical Product Profile. St. Paul, MN: 3M ESPE; 2000.

220. Park JM. Comparative analysis on reproducibility among 5 intraoral scanners: Sectional analysis according to restoration type and preparation outline form. *J Adv Prosthodont* 2016; 8: 354–62.

221. Park SH, Yoo YJ, Shin YJ, et al. Marginal and internal fit of nano-composite CAD/CAM restorations. *Restor Dent Endod*. 2016; 41(1): 37–43.

222. Paul SJ, Schaerer P. Effect of provisional cements on the bond strength of various adhesive bonding systems on dentine. *J Oral Rehabil*. 1997; 24: 8–14.

223. Paul SJ, Schaerer P. The dual bonding technique: a modified method to improve adhesive luting procedures. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1997; 17: 536–545.

224. Pashley EL, Comer RW, Simpson MD, et al. Dentin permeability: sealing the dentin in crown preparations. *Oper Dent*. 1992; 17: 13–20.

225. Patzelt SB, Lamprinos C, Stampf S, et al. The time efficiency of intraoral scanners: an in vitro comparative study. *J Am Dent Assoc*. 2014; 145(6): 542–51.

226. Pedroche LO, Bernardes SR, Leão MP, et al. Marginal and internal fit of zirconia copings obtained using different digital scanning methods. *Braz Oral Res* 2016; 30(1): e113.

227. Pelekanos S, Koumanou M, Koutayas S. Micro-CT evaluation of the marginal fit of different In-Ceram alumina copings. *Eur J Esthet Dent* 2009; 4: 278–292.

228. Perugia C, Ferraro E, Docimo R. Immediate dentin sealing in indirect restorations of dental fractures in paediatric dentistry. *Eur J Paediatr Dent* 2013; 14: 146–149.

229. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, et al. Two-year clinical evaluation of a self-adhesive luting agent for ceramic inlays. *J Adhes Dent* 2010; 12(2):151–61.

230. Petraki V, Antoniadou M, Koinaris A, et al. Resin composite onlays. A restorative solution with perspective. Clinical and laboratory procedures. *Hellenic Stomatological Review*, 2013; 57: 195–218.

231. Peutzfeldt A. Indirect Resin and Ceramic Systems. *Oper Dent* 2001; 200: 1153–76.

232. Phan AC, Tang ML, Nguyen JF, et al. High-temperature high-pressure polymerized urethane dimethacrylate-mechanical properties and monomer release. *Dent Mater* 2014; 30(3): 350–6.

233. Piedra-Cascón W, Methani MM, Quesada-Olmo N, et al. Scanning accuracy of nondental structured light extraoral scanners compared with that of a dental-specific scanner. *J Prosthet Dent*. 2021 Jul; 126(1): 110–114.

234. Poticny DJ, Klim J. CAD/CAM in-office technology: innovations after 25 years for predictable, esthetic outcomes. *J Am Dent Assoc*, 2010; 141: 5S–9S.

235. Pradíes G, Ferreiroa A, Özcan M, et al. Using stereophotogrammetric technology for obtaining intraoral digital impressions of implants. *J Am Dent Assoc*. 2014; 145(4): 338–344.

236. Puri, S. Predictable preparation, staining, and cementation procedures for chairside CAD/CAM dentistry. *Prac Proced Aesthet Dent*, 2008; 20(4): 209–214.

237. Rabi TH. Preference of materials for posterior restorations: A cross-sectional study among Palestinian dentists. *Int Res J Dent*, 2017; 1(1): 2–6.

238. Reich S, Gozdowski S, Trentzsch L, et al. Marginal fit of heat-pressed vs. CAD/CAM processed all-ceramic onlays using a milling unit prototype. *Oper Dent* 2008; 33: 644–650.

239. Rippe MP, Monaco C, Volpe L, et al. Different Methods for Inlay Production: Effect on Internal and Marginal Adaptation, Adjustment Time, and Contact Point. *Oper Dent*. 2017 Jul/Aug; 42(4): 436–444.

240. Rocca GT, Rizcalla N, Krejci I, et al. Evidencebased concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part II. Guidelines for cavity preparation and restoration fabrication. *Int J Esthet Dent*, 2015; 10: 392–413.

241. Rodrigues RF, Ramos CM, Francisconi PA, et al. The shear bond strength of self-adhesive resin cements to dentin and enamel: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2015; 113: 220–7.

242. Roperto R, Akkus A, Akkus O, et al. Effect of different adhesive strategies on microtensile bond strength of computer aided design/computer

aided manufacturing blocks bonded to dentin. *Dent Res J (Isfahan)*. 2016; 13(2): 117–123.

243. Rueggeberg FA. From vulcanite to vinyl, a history of resins in restorative dentistry. *J Prosthet Dent*, 2002; 87: 364–379.

244. Ruse ND, Sadoun MJ. Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. *J Dent Res* 2014; 93(12): 1232–4.

245. Sano H, Chowdhury AFMA, Saikaew P, et al. The microtensile bond strength test: Its historical background and application to bond testing. *Jpn Dent Sci Rev*. 2020 Dec; 56(1): 24–31.

246. Sarfati A, Tirlet G. Deep margin elevation versus crown lengthening: biologic width revisited. *Int J Esthet Dent*. 2018; 13(3): 334–356.

247. Sato K, Matsumura H, Atsuta M. Relation between cavity design and marginal adaptation in machinemilled ceramic restorative system. *J Oral Rehabil*. 2002; 29(1): 24–27.

248. Saunders WP, Sharkey SW, Smith GM, et al. Effect of impression tray design and impression technique upon the accuracy of stone casts produced from a putty-wash polyvinyl siloxane impression material. *J Dent*. 1991 Oct;19(5):283–9.

249. Schaefer O, Kuepper H, Sigusch BW, et al. Three dimensional fit of lithium disilicate partial crowns in vitro. *J Dent*. 2013;41(3):271–7.

250. Scherrer SS, Cesar PF, Swain MV. Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dent Mater*. 2010; 26: 78–93.

251. Schlenz M, Schmidt A, Rehmann P, et al. Microleakage of composite crowns luted on CAD/CAM-milled human molars: a new method for standardized in vitro tests. *Clin Oral Investig*. 2019 Feb; 23(2): 511–517.

252. Schlichting LH, Maia HP, Baratieri LN, et al. Novel-design ultra-thin CAD/ CAM composite resin and ceramic occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion. *J Prosthet Dent*. 2011; 105: 217–226.

253. Schonberger J, Erdelt KJ, Baumer D, et al. Evaluation of Two Protocols to Measure the Accuracy of Fixed Dental Prostheses: An In Vitro Study. *J. Prosthodont*. 2019; 28:599–603.

254. Sener-Yamaner ID, Sertgöz A, Toz-Akalin T, et al. Effect of material and fabrication technique on marginal fit and fracture resistance of adhesively

luted inlays made of CAD/CAM ceramics and hybrid materials. *J Adhes Sci Technol.* 2017; 31: 55–70.

255. Senol A, Yılmaz Atalı P, Kahramanoğlu E. Microleakage and Marginal Integrity of Direct and Indirect Composite Resin Restorations in MOD Cavities After Thermo-Mechanical Loading. *Clinical and Experimental Health Sciences.* 2021; 11(3): 564–574.

256. Shembesh M, Ali A, Finkelman M, et al. An in vitro comparison of the marginal adaptation accuracy of CAD/CAM restorations using different impression systems. *J Prosthodont.* 2017; 26:5 81–586.

257. Shimizu S, Shinya A, Kuroda S, et al. The accuracy of the CAD system using intraoral and extraoral scanners for designing of fixed dental prostheses. *Dent Mater J.* 2017; 36(4): 402–407.

258. Simon JF, Darnell LA. Considerations for proper selection of dental cements. *Compend Contin Educ Dent.* 2012 Jan; 33(1): 28–30, 32, 345.

259. Sismanoglu S, Tugce Gurcan A, Yildirim-Bilmez Z, et al. Mechanical properties and repair bond strength of polymer-based CAD/CAM restorative materials. *Int J Appl Ceram Technol.* 2020; 00: 1–7.

260. Soares CJ, Martins LR, Fernandes AJ, et al. Marginal adaptation of IRCs and ceramic inlays system. *Oper Dent.* 2003;28:689–94.

261. Soares C J, Giannini M, OliveiraM, et al. Effect of surface treatments of laboratory-fabricated composites on the microtensile bond strength to a luting resin cement. *J App Or Sci.* 2004; 12(1): 45–50.

262. Soares CJ, Soares PV, Pereira JC, et al. Surface treatment protocols in the cementation process of ceramic and laboratory processed composite restorations. A literature review. *J Esthet Restor Dent.* 2005; 17: 224–35.

263. Soares CJ, Celiberto L, Dechichi P, et al. Marginal integrity and microleakage of direct and indirect composite inlays – SEM and stereomicroscopic evaluation. *Braz Oral Res.* 2005 Oct-Dec; 19(4): 295–301.

264. Soares CJ, Martins LR, Fonseca RB, et al. Influence of cavity preparation design on fracture resistance of posterior leucite-reinforced ceramic restorations. *J Prosth Dent.* 2006;95(6):421–429.

265. Soncini JA, Maserejian NN, Trachtenberg F, et al. The longevity of amalgam versus compomer/composite restorations in posterior primary and

permanent teeth: findings From the New England Children's Amalgam Trial. *J Am Dent Assoc* 2007; 138: 763–72.

266. Stencil R, Pakiela W, Barszczewska-Rybarek. Effect of different inorganic fillers on mechanical properties and degree of conversion of dental resin composites. *Arch. Metall. Mater.* 2018; 63: 1361–1369.

267. Stewardson D. Trends in Indirect Dentistry: 5. *Impr Mat Techn. Dental Update* 2005; 32(7), 374–393.

268. Sturdevant. *Art and Science of Operative dentistry* 2019.

269. Suh BI. New concepts and technology for processing of indirect composites. *Compend Contin Educ dent* 2003; 24: 40–42.

270. Suliman AA, Boyer DB, Lakes RS. Cusp movement in premolars resulting from composite polymerization shrinkage. *Dental Materials.* 1993; 9: 6–10.

271. Takeuchi Y, Koizumi H, Furuchi M, et al. Use of digital impression systems with intraoral scanners for fabricating restorations and fixed dental prostheses. *J Oral Scien.* 2018; 60(1): 1–7.

272. Tanaka K, Someya T, Kawada E, et al. In vitro wear behavior of restorative resin composites against bovine enamel. *Dent Mater J.* 2019; 6: 2018–297.

273. Tantbirojn D, Versluis A, Pintado MR, et al. Tooth deformation pattern in molars after composite restoration. *Dental Materials.* 2004; 20: 535–42.

274. Teixeira ES, Rizzante FA, Ishikiriyama SK, et al. Fracture strength of the remaining dental structure after different cavity preparation designs. *Gen Dent.* 2016; 64(2): 33–36.

275. Terry DA, Leinfelder KF, Lee EA, et al. The impression: A blue print to restorative success. *Int Dent SA.* 2006; 8(5): 12–21.

276. Thongpun N, Thongbai-on N, Sithiamnuai P, et al. Evaluation of marginal and internal gaps of all-ceramic crowns using X-ray micro-computed tomography. *M Dent J.* 2017; 37(1): 55–61.

277. Tohidkhah S, Kermanshah H, Ahmadi E, et al. Marginal microleakage and modified microtensile bond strength of Activa Bioactive, in comparison with conventional restorative materials. *Clinical and Experimental Dental Research* 2022; 8: 329–335.

278. Tomita Y, Uechi J, Konno M, et al. Accuracy of digital models generated by conventional impression/plaster-model methods and intraoral scanning. *Dent Mater J*. 2018; 37(4): 628–633.

279. Touati B, Aidan N. Second-generation laboratory composite resins for indirect restorations. *J Esthet Dent*. 1997; 9: 108–18.

280. Trifkovic B, Budak I, Todorovic A, et al. Application of replica technique and SEM in accuracy measurement of ceramic crowns. *Measurement Science Review*. 2012; 12 :90–97.

281. Turk AG, Sabuncu M, Unal S, et al. Comparison of the marginal adaptation of direct and indirect composite inlay restorations with optical coherence tomography. *J. Appl. Oral Sci*. 2016; 24 (4): 383–390.

282. Türkmen C, Durkan M, Öksüz M. Shear Bond Strength of Indirect Composites Luted with Three New Self-Adhesive Resin Cements to Dentin. *J Adh*. 2009; 85(12): 919–931.

283. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, et al. Relationship between bond strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater*. 2010; 26: e100–e121.

284. Van Nieuwenhuysen JP, D'Hoore W, Carvalho J, et al. Long-term evaluation of extensive restorations in permanent teeth. *J Dent*. 2003; 31(6): 395–405.

285. Veneziani M. Adhesive restorations in the posterior area with subgingival cervical margins: new classification and differentiated treatment approach. *Eur J Esthet Dent*. 2010; 5: 50–76.

286. Veneziani M. Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique. *Int J Esthet Dent*. 2017; 12: 2–28.

287. Versluis A, Tantbirojn D, Pintado MR, et al. Residual shrinkage stress distributions in molars after composite restoration. *Dental Materials*. 2004; 20: 554–64.

288. Xu Z, Yu P, Arola DD, et al. A comparative study on the wear behavior of a polymer infiltrated ceramic network (PICN) material and tooth enamel. *Dent Mater*. 2017; 33: 1351–61.

289. Yanakiev S, Marinova-Takorova M. Silane heat treatment could eliminate the hydrofluoric acid etching of lithium disilicate overlays: a four-

year follow up. Case reports in dentistry. 2021; <https://doi.org/10.1155/2021/9961621>.

290. Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, et al. Comparison of digital and conventional impression techniques: Evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC oral health*. 2014; 14: 10.

291. Zahran M, El-Mowafy O, Tam L, et al. Fracture strength and fatigue resistance of all-ceramic molar crowns manufactured with CAD/CAM technology. *J Prosthodont*. 2008; 17(5): 370–377.

292. Zarauz C, Valverde A, Martinez-Rus F, et al: Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions. *Clin Oral Investig*. 2016; 20: 799–806.

293. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, et al. Intraoral scanning systems – a current overview. *Int J Comput Dent*. 2015; 18(2): 101–29.

ХІІ. ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

АНКЕТНА КАРТА

1. Пол:

- а) Мъжки
- б) Женски

2. Професионален стаж:

- а) До 5 години
- б) От 5 до 10 години
- в) От 11 до 20 години
- г) Над 20 години

3. Възраст

.....

4. Къде се намира денталната Ви практика?

- а) София
- б) Областен град
- в) Град
- г) Село

5. Имате ли придобита специалност и каква е тя?

.....

6. Срещате ли затруднения при възстановяване на зъби със значителни разрушения в дисталната област?

- а) Да
- б) Не

7. Какви видове материали използвате най-често във Вашата практика при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения? (може да се посочи повече от един отговор)

- а) Дентална амалгама

- б) Композиционни материали за директни възстановявания
- в) Композиционни материали за индиректни възстановявания – инлей, онлей, овърлей
- г) Глас-йономерни цименти

8. Какви техники използвате най-често във Вашата практика при възстановяване на витални зъби със значителни разрушения? (може да се посочи повече от един отговор)

- а) Директно възстановяване
- б) Индиректно възстановяване
- в) Обвивна корона

9. С какво е свързан Вашият избор за възстановителна техника? (може да се посочи повече от един отговор)

- а) По-лесен протокол
- б) По-евтина техника
- в) По-добре познатата техника

10. Какви са най-честите проблеми при изработка на директни obturации от фотокомполит при големи разрушения според Вас? (може да се посочи повече от един отговор)

- а) Вторичен кариес
- б) Оцветяване ръбовете на obturацията
- в) Фрактура на obturацията
- г) Фрактура на твърдите зъбни тъкани
- д) Загуба на контакт

11. Каква е дълготрайността на големи директни възстановявания на витални зъби в дисталната област според Вас?

.....

12. Използвате ли индиректни техники за възстановяване на зъби със значителни разрушения в дисталната област?

- а) Да
- б) Не

Ако използвате индиректни техники за възстановяване, моля да отговорите на следните въпроси:

13. Какви материали предпочитате при индиректни възстановявания? (може да се посочи повече от един отговор)

- а) Метални сплави
- б) Лабораторен композит
- в) Хибридни керамични блокчета за CAD-CAM
- г) Керамични блокчета с циркониев оксид за CAD-CAM

14. Какви циментиращи средства предпочитате? (може да се посочи повече от един отговор)

- а) Цинк-фосфатен цимент
- б) Глас-йономерен цимент
- в) Композиционен цимент

15. Какви са според Вас основните недостатъци, свързани с индиректната техника? (може да се посочи повече от един отговор)

- а) Скъпа
- б) Изисква време
- в) Спазване на точен протокол за работа

16. Какви са най-честите затруднения, свързани с протокола за работа при различните видове индиректни възстановявания?

.....

17. Каква е дълготрайността на големи индиректни възстановявания на витални зъби в дисталната област според Вас?

.....

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ИНФОРМИРАНО СЪГЛАСИЕ

Подписаният/та.....

участвам доброволно в клинично изследване за целите на дисертационен труд на тема „Индиректни композитни възстановявания при големи разрушения на витални дъвкателни зъби“. Предварително бях писмено запознат/а с целите и методите на неговото провеждане. Въз основа на своите законоустановени задължения, добрата медицинска практика и етично-моралните правила, лекуващият ми дентален лекар разговаря лично с мен, като ме информира на разбираем за мен език в достатъчен обем и своевременно за установеното при прегледа ми здравословно състояние, дентален статус, характера на заболяването и необходимостта от лечение. Разясни ми целите и естеството на лечението, разумните алтернативи, очакваните резултати, прогнози, възможни рискове и ползи, свързани с предлаганите методи за диагностика и дентално лечение, както и за риска за здравето ми при отказ от лечение. Уведомен/а съм, че за моето лечение няма да се използват методи и средства, които не са утвърдени в практиката. Данните, свързани с мен и моето здраве, са поверителни и ще бъдат използвани единствено и само за целите на научната разработка.

Дата:

Подпис:.....

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Контрол със сонда и огледало

	Начало	6. месец	12. месец	24. месец
1. Съвпадение на цвета на обтурацията и на зъба				
2. Маргинално оцветяване				
3. Анатомичен контур				
4. Маргинална адаптация				
5. Вторичен кариес				
6. Апроксимален контакт				
7. Повърхностна текстура				
8. Загуба на обтурацията				

Кратки биографични данни



Д-р Виктория Пламенова Петрова-Пашова е родена на 03.09.1987 г. в град София.

– 2013 г. – висше образование, магистър по дентална медицина, ФДМ, МУ – София.

– 2017 г. – редовен асистент в катедра „Консервативно зъболечение“

– 2020 г. – специалност „Оперативно зъболечение и ендодонтия“.

Д-р Петрова-Пашова има публикации в научни специализирани издания и научни форуми.

Член е на БЗС, БНСД.

Има участие в три научноизследователски проекта.

Владее писмено и говоримо английски език.