



Медицински Университет-Варна

Проф. Д-р Параскев Стоянов

Факултет „Дентална медицина“

Катедра „Дентално материалознание и протетичната дентална медицина“

Дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен

„доктор“ на тема:

**„Лабораторно изследване на точността на циментирани
супраструктури върху абатмънти, произведени по различни
протоколи за снемане на отпечатък.“**

д-р Габриела Росенова Кирова

Научна специалност: Ортопедична стоматология

Научен Ръководител:

доц. д-р Стоян Георгиев Кацаров, д.м.

Варна 2024г.

Дисертационният труд съдържа 190 страници и е онагледен с 20 таблици, 105 фигури и 3 приложения. Литературната справка съдържа 299 литературни източника, от които 23 на кирилица и 276 на латиница.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на катедрен съвет на Катедра по дентално материалознание и протетична дентална медицина при МУ „Проф. Д-р Параскев Стоянов“- Варна 13.09.2024г.

Официалната защита на дисертационния труд ще се състои на 12.12.2024г. от 14:00 във ФДМ-Варна и във виртуална среда на електронната платформа Webex към Медицински университет „Проф. Д-р Параскев Стоянов“- Варна на открито заседание на Научното жури.

Научно жури:

Председател:

Проф. д-р Стефан Василев Пеев, д.м.н.- вътрешен член

Членове:

Проф. д-р Тихомир Добринов Георгиев, д.м.н.- вътрешен член

Проф. д-р Ангелина Печева Влахова – Петрова, д.м. - външен член

Проф. д-р Явор Стефанов Калъчев, д.м. - външен член

Доц.д-р Илиан Вангелов Христов, д.м. - външен член

Материалите по защитата са на разположение в Научен отдел на МУ-Варна и са публикувани на интернет страницата на МУ-Варна.

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

Съдържание:

I. Въведение	5
II. Цел и задачи	6
III. Материали и методика на експеримента	7
IV. Резултати и обсъждане	23
V. Изводи	69
VI. Заключение	70
VII. Приноси	71
VIII. Публикации свързани с дисертационния труд	72

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

ДЗР	дефекти на зъбните редици
ДО	дигитален отпечатък
ЕОЛБ	екстраорален лабораторен скенер
ИПЛ	имплантатно протетичното лечение
ИСС	интраорални сканиращи системи
ЛДМ	лекар/и по дентална медицина
НП	неснемаемото протезиране
НПК	неснемаема протезна конструкции
ПДМ	протетична дентална медицина
ТЗТ	твърди зъбни тъкани
3D	триизмерно
CAD/CAM	computer-aided design and computer-aided manufacturing
PEEK	polyether ether ketone
SA	scan abutment
SB	scan body
STL	Standard Tessellation Language

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременната протетична дентална медицина има за цел подобряване на качеството на живот на пациентите с различни по вид обеззъбвания на челюстите чрез замяна на снемаете протезни конструкции с неснемаете.

В днешно време актуален е въпросът за имплантатно-протетично лечение (ИПЛ) на дефекти на зъбните редици (ДЗР). То предлага редица предимства, като от профилактична гледна точка най-съществено е предотвратяване загубата на кост около функционално натоварените импланти, подобряване на дъвкателната ефективност, както и възстановяване на оклузо-артикуляционното равновесие, което неимоверно увеличава комфорта за пациентите. По този начин се избягват структурни и функционални изменения след загуба на единични или повече зъби, както и при тотално обеззъбени челюсти и се осигурява трайно възстановяване на дъвкателния апарат, както и естетичния облик на съзъбието.

Дигитализацията се развива стремглаво с навлизането на CAD/CAM технологиите (computer-aided design and computer-aided manufacturing). Те намират широко приложение в различни сфери на денталната медицина, като заемат все по-голяма част от работата както в клинични условия, така и в лабораторията. ИПЛ посредством дигитални технологии също бележи значителен напредък през последните години, като се изместват аналоговите. Те са застъпени през целия процес на изработване на протезните конструкции, от клиничния етап по вземане на отпечатък, през планирането на конструкцията в софтуер, до нейното производство чрез различни методи. Въвеждането им предоставя възможност за работа по изцяло дигитален протокол или частично дигитализиран с вмъкване на междинна стъпка и комбинация с конвенционален в някой от етапите.

Навлизането в практиката на интраорални скенери (ИОС) и трансферните компоненти за сканиране (scan abutments) - предназначени за снемане на отпечатъци върху имплантати, отпечатъкът придобива друго измерение, като може да се говори за дигитален позитивен виртуален модел на работното поле, служещ за последващото изработване на конструкцията чрез субтрактивен метод с отнемане на материал или адитивен с добавяне.

Правилното предаване на информацията от кабинета към лабораторията чрез отпечатъка, било то конвенционално или цифрово, е ключов момент за успешното лечение. Независимо от материалите и технологията на изработка, възстановяванията, поддържани от импланти трябва да отговарят на определени изисквания, за да се считат за клинично приемливи. Тези критерии включват естетика, механична здравина, добра маргинална адаптация и пасивно прилягане. Несъответствия между протезната конструкция и остеоинтегрираните импланти може да доведат до вътрешно напрежение и да се създаде излишно натоварване върху тях, което да опорочи лечението.

Непрекъснатото въвеждане и усъвършенстване на дигиталните технологии доведе до необходимост от по-задълбочено изследване на точността на имплантатни супраструктури изработени по субтрактивен и адитивен метод.

II. ЦЕЛ, ЗАДАЧИ

II.1. Цел

Целта на дисертационния труд е да се направи сравнителна оценка на точността на супраструктури, изработени по различни методи и протоколи за снемане на отпечатък, циментирани върху абатмънти и измерени върху микросрезове на лабораторни микрошлифове.

II. 2. Задачи

Задача 1:

Анкетно проучване

1.1. Сред лекари по дентална медицина относно информираността и предпочитанията за отпечатъчни техники за трансфериране на имплантатни супраструктури.

1.2. Сред зъботехници за информираност относно протоколите за трансфериране на имплантатната позиция и изработването на неснемаеми конструкции върху опора импланти.

Задача 2:

Сравнителна оценка точността на супраструктури с опора импланти, чрез измерване дебелината на циментиращия слой при кепета, трансферирани по два начина с интраорален скенер и изработени от циркониев диоксид по субтрактивна технология.

2.1. Директно сканиран абатмънт.

2.2 Директно сканиран аналог.

Задача 3:

Сравнителна оценка точността на супраструктури с опора импланти, чрез измерване дебелината на циментиращия слой при кепета, трансферирани по два начина с интраорален скенер и изработени от Co-Cr сплав по адитивна технология - селективно лазерно стопяване (SLM).

3.1. Директно сканиран абатмънт.

3.2 Директно сканиран аналог.

Задача 4:

Сравнителна оценка дебелината на циментиращия слой между кепета, трансферирани с помощта на сканиращи аналози и директно сканиран абатмънт с интраорален скенер по субтрактивна и адитивна технология.

III. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

За формулирането и структурирането на опитните постановки по последващите задачи и с цел събиране на информация относно информираността и предпочитанията за отпечатъчни техники за трансфериране на имплантатни супраструктури, сред лекари по дентална медицина и зъботехници бяха изготвени анонимни анкетни карти.

III.2. Методи на изследване

Дисертационният труд е базиран на данни събрани от лабораторните (in vitro) изследвания и статистически методи. Проучването е извършено в контролирана лабораторна среда и обхваща систематично събиране на експериментални данни, които след това са използвани за провеждането на задълбочен статистически анализ за валидиране на резултатите и формулиране на изводи.

III.2.1. Методика по задача 1

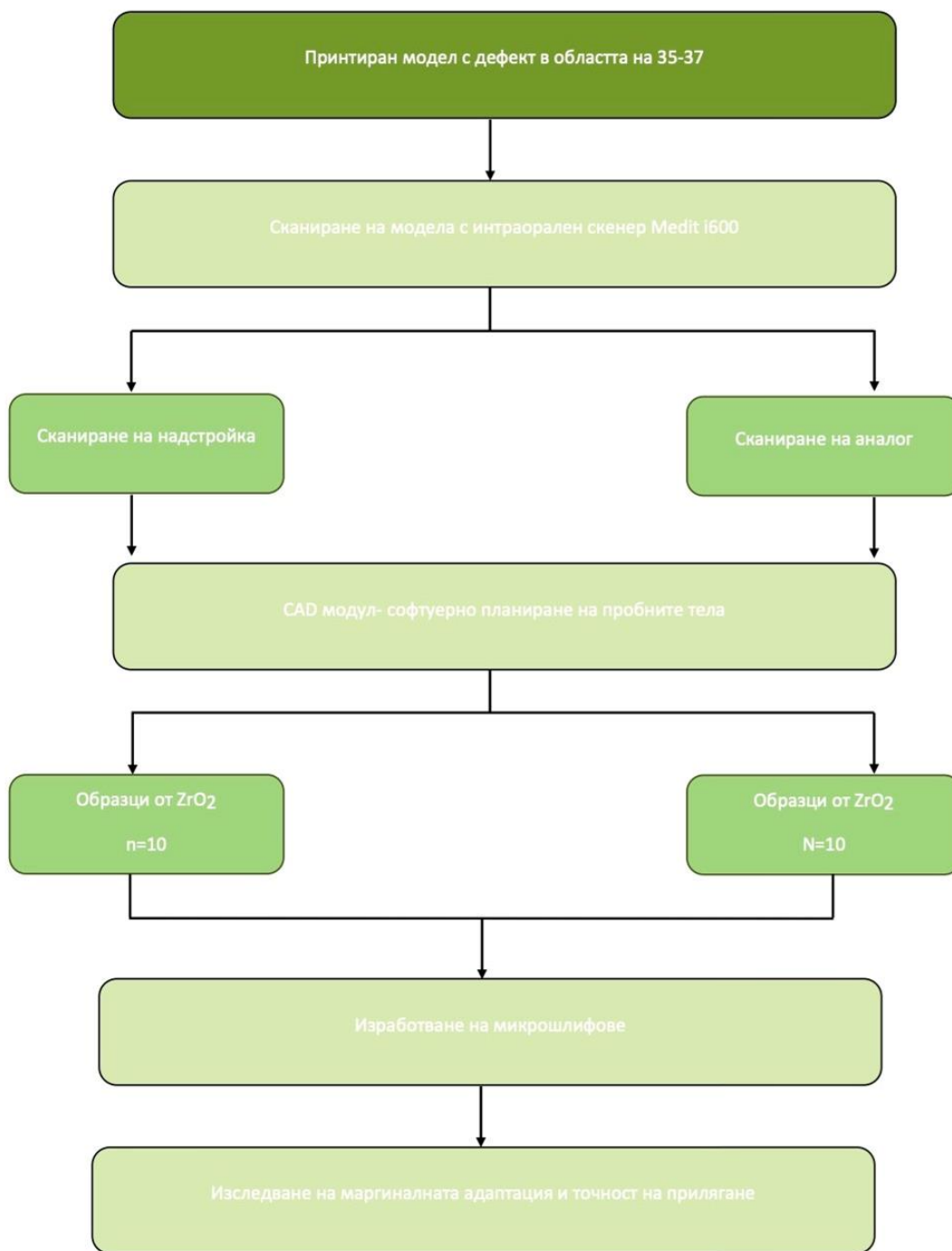
По **първа задача** са изготвени два вида анонимни анкетни карти (*Приложение № 1, Приложение № 2*), насочени към две групи анкетирувани: лекари по дентална медицина и зъботехници.

В проведените две анкетни проучвания, състоящи се от 12-14 въпроса, е потърсено мнението на лекари по дентална медицина и зъботехници относно опита им в областта на неснемаемото протезиране върху импланти, предпочитанията към отпечатъчна техника, трудности срещани при дигитален и конвенционален метод, информираността им относно лабораторния протокол на работа, както и трудностите при изработка на тези конструкции. В допитването са взели участие 61 ЛДМ и 47 зъботехника.

III.2.2. Методика по задача 2

Въз основа на проведеното проучване и анализ на резултатите по първа задача, си поставихме за цел да изследваме показателя „точност“ на конструкции при употребата на скан бодита и при сканиране на надстройки в лабораторни условия. В изследването се сравняват два работни протокола, чрез измерване на вътрешното прилягане и маргиналната адаптация на образци, изработени по CAD/CAM технология върху опори импланти и проектирани след сканиране с интраорален скенер. Единият протокол се изразява в сканиране на предварително избрана надстройка, а другият включва използването на сканиращ аналог за пренасяне на имплантната позиция. Според проведената анкета, първият протокол е най-често използван, като значителна част от участниците го предпочитат заради неговата ефективност.

На **фиг.1** е представена схема на проведения експеримент.



Фиг.1 Схема на експеримента.

В настоящата задача всяка супраструктура е изработена по субтрактивен метод. Лабораторното изследване се направи като се оцениха два параметъра - маргинална адаптация (marginal adaptation) и точност на вътрешно прилягане

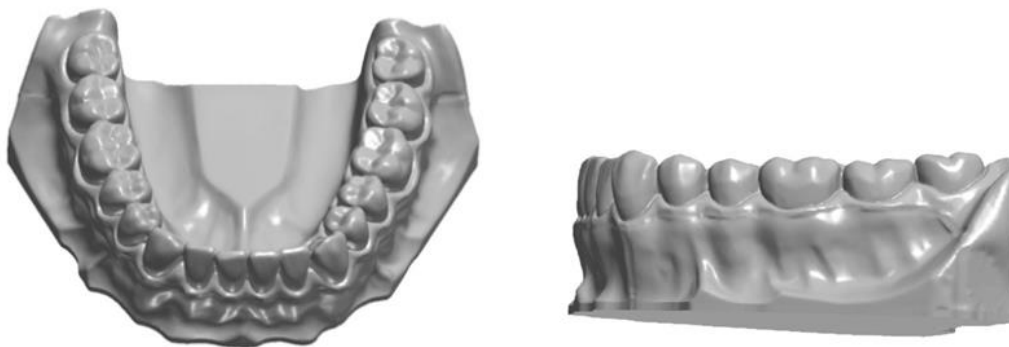
(internal fit). Полученото разстояние между абатмънтите и вътрешната повърхност на пробните тела дава информация за точността на конструкциите. За целите на изследването върху микрошлифове с помощта на стереомикроскоп беше измерена дебелината на циментиращия слой в няколко различни точки.

Първо за всеки образец се направиха измервания във вертикално направление в областта между най-външната точка на прага и вътрешната повърхност на пробното тяло и бяха осреднени, за да се намери информация за показателя маргинална адаптация.

Второ бяха направени измервания в две точки по протежение на аксиалната стена между абатмънта и образците и те бяха осреднени за получаване на вътрешното прилягане върху абатмънтите.

Технология на изработване на пробните тела

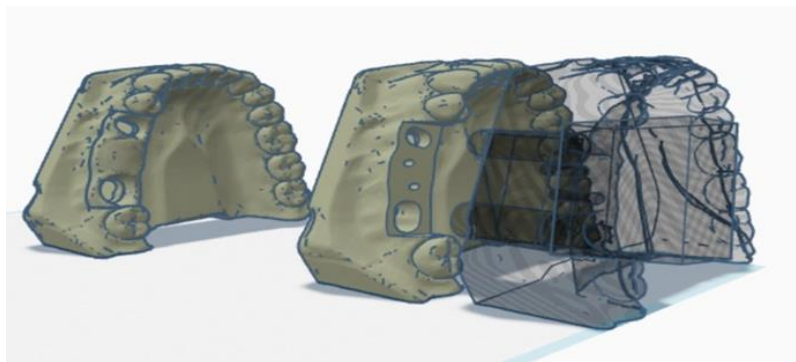
За нуждите на изследването използвахме учебен модел-образец на долна челюст (Frasaco™ GmbH, Germany), сканиран с екстраорален скенер (3Shape™, D850®, Denmark) и преобразуван в дигитален вид (.STL файл). **(Фиг.2)**. За да се сведат до минимум възможни отражения от повърхности и да се осигури прецизно сканиране използвахме скан спрей (IP Scan Spray, IP Division GmbH).



Фиг.2 Дигитален модел *Frasaco™* на долна челюст

За изпълнението на втора задача се изработи 3D модел (мастър модел) с дефект в областта на 35-37 и гингивална маска. Върху него бяха фиксирани всички пробни тела по време на провеждане на експеримента.

Дизайнът на мастър модела беше изработен с помощта на специализиран софтуер за триизмерно проектиране Tinkercad (Фиг.3). За целта на изследването бе зададен дефект в областта на 35,36,37, в който да могат да се поместят имплантатните аналози, заместващи зъби 35 и 37.



Фиг.3 3D моделиране на дизайна за създаване на мастър модела в софтуер Tinkercad. Виртуален изходен модел с дефект областта 35, 36 и 37 и създадени кавитети в областта на 35 и 37. Планиране на канали в модела, в които пасивно да се поставят имплантатните аналози. Съпоставяне на двата модела.

След прехвърляне на .stl файл-а към софтуер за подготовка за принтиране PreForm (Formlabs), моделът се принтира чрез метода на селективна лазерна полимеризация с 3D-принтер Form 2® (FormlabsTM) от смола (Anycubic Grey) (365-410 нм) с нисък вискозитет, което осигурява по-висока скорост на печат.

След превръщането на модела във физически, имплантните аналози са поставени в обеззъбения участък със съответните ангулации. За целта на проучването бяха избрани имплантни аналози от системата Neodent Gm Analog, Titanium, 5.0/6.0 mm и абатмънти Neodent (Titanium base, Ti, 4,5x6x1,5) (Фиг.4). За да се предотврати разместване поради разширението на гипса и да останат взаимно успоредни по време на измерванията, се наложи предварителното им лазерно заваряване с LaserStar T plus, BEGO, Germany.



Фиг.4 3D принтиран модел с гингивална маска и поставени абатмънти Neodent (Titanium base, Ti, 4,5x6x1,5) в имплантатните аналози.

За получаването на първата подгрупа образци сканирахме изходния модел с абатмънтите с помощта на интраорален скенер Medit i600, като първо скенера се калибрира. На **фиг.5** са представени отделните стъпки на работния процес при получаване на пробните тела.



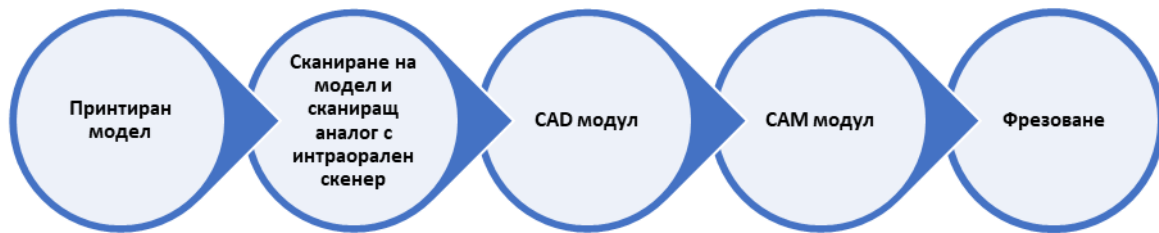
Фиг.5 Отделни стъпки на работния процес

За получаване на втората подгрупа образци в имплантатните аналози са фиксирани сканиращите тела от PEEK на системата Neodent (GM scan body, Neodent) (**Фиг.6**). След последващо сканиране и получаване на виртуален модел бяха избрани надстройки.



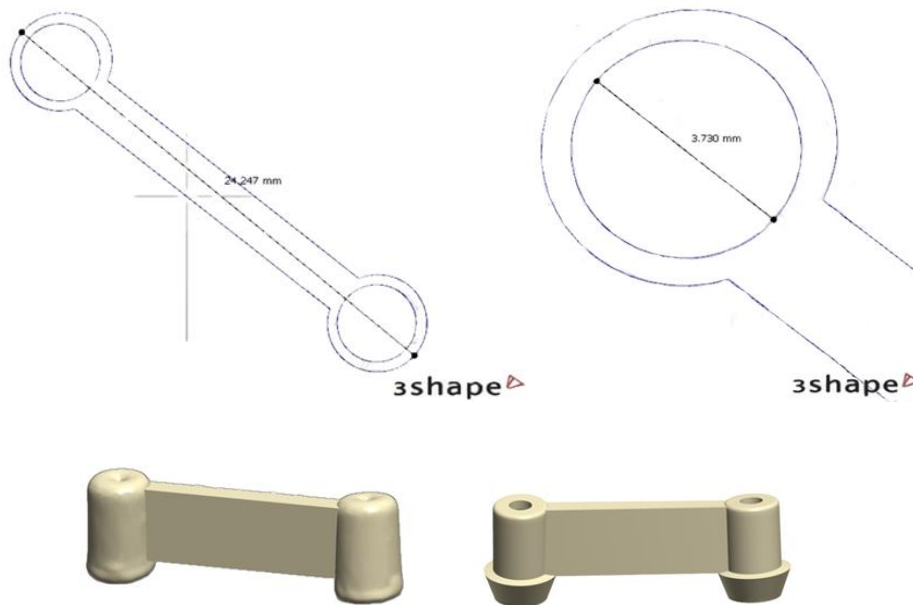
Фиг.6 Сканиращо имплантно тяло GM scan body на системата Neodent от PEEK.

Фиг.7 показва отделните стъпки при получаване на пробните тела след сканиране на фиксирани върху модела-образец аналози от РЕЕК.



***Фиг.7** Отделни стъпки на работния процес*

След сканирането на модела, с помощта на специализиран софтуер 3Shape Dental System® се направи виртуален дизайн на пробните тела. Те бяха моделирани под формата на кепета свързани с гредата с дължина 24,22 мм и диаметър 3,73 мм(**Фиг.8**).



***Фиг.8** Софтуерен дизайн на пробните тела.*

При дизайна на всички пробни тела се използваха стандартни настройки на 3Shape „0,020mm” cement gap, „0,080 mm” extra cement gap „, „1mm” distance to margin line. След завършване дизайна на образците .stl файла беше експортиран към милинг машината за подготовка за материализиране по субтрактивен метод. Изработени бяха 20 броя пробни тела, по 10 от всяка група, в зависимост от методиката, по която са изготвени. Всички греди бяха изрязани от циркониев диоксид чрез 5-осева милинг машина (CORiTEC® 150i, Imes Icore, Germany).

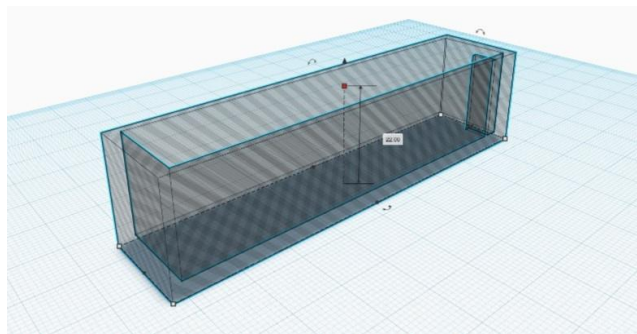
След почистване с алкохол и подсушаване върху надстройките на принтирания работен модел и по вътрешната им повърхност с помощта на четка се постави тънък слой модифициран със смола стъклено йономерен цимент (GC Fuji Plus, GC, Japan), като за по-добра визуализация се оцвети с разтвор на фуксин(**Фиг9**).



Фиг.9 Пробни тела от циркониев диоксид получени по метода на сканиране на аналог.

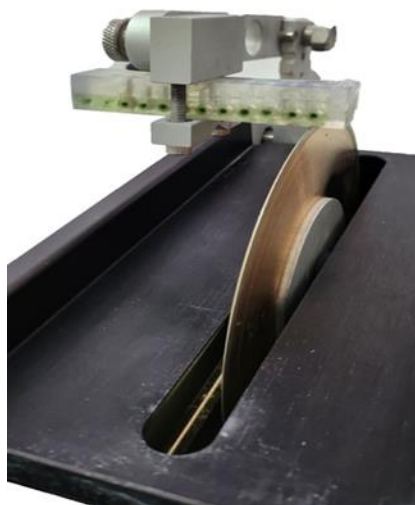
На следващ етап след 24 часа, пробните тела бяха поставени на модела в същата позиция и бяха срязани с помощта на сепаратор през средата на свързващата ги греда с цел улесняване на последващото опаковане и изработване на микрошлифове.

За целите на изследването и подпомагане на опаковането на пробните тела в софтуер за триизмерно проектиране Tinkercad беше изработен дизайн на матрица, която да послужи за опора при последващото опаковане (**Фиг10**).



Фиг. 10 Етапи от дизайна на матрицата

Пробните тела се поставиха върху поддържащите греди във взаимна успоредност. Последва опаковане с фотополимеризираща смола (Formlabs Clear) в апарата за полимеризация (Form Cure®). След завършване на подготовка на екземплярите, същите бяха фиксирани в машина за прецизно рязане IsoMet 1000 (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA) (**Фиг.11**) за изработване на микрошлифове и бяха срязани по надлъжната си ос с диамантен диск с водно охлаждане IsoMet Diamond Watering Blades 15HC (Buehler Ltd. Lake Bluff, IL, USA).



Фиг.11 Фиксирани пробни тела от циркониев диоксид в машина за прецизно рязане IsoMet 1000

След получаване на микрошлифовете с помощта на стереомикроскоп Leica M80 (Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Germany) с камера на

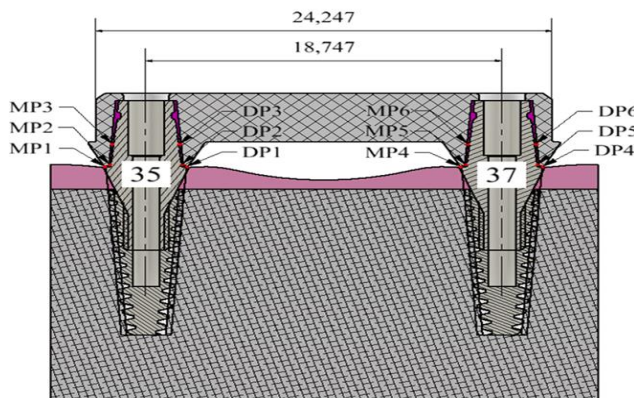
микроскопа Leica IC90E се извършиха измервания в 6 точки за всеки екземпляр с увеличение x50 и програма за снимките Leica Application Suite V4. 13.0, Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Germany). Разстоянието между вътрешната повърхност на пробните тела и абатмънтите е отчетено чрез дебелината на циментиращия слой. Измерването се извърши в 6 точки за всеки един екземпляр от медиалната и дисталната стена, като стойностите се записаха в предварително изготвена за целта таблица (Приложение №3). На **Фиг.12** са представени схематично точките на измерване.

Точките за медиалния носител (35) са следните:

1. Външна точка на прага медиално - т. **MP1**
2. Основа на медиалната аксиална стена - т. **MP2**
3. Среда на дисталната аксиална стена - т. **MP3**
4. Външна точка на прага дистално - т. **DP1**
5. Основа на дисталната аксиална стена - т. **DP2**
6. Среда на дисталната аксиална стена - т. **DP3**

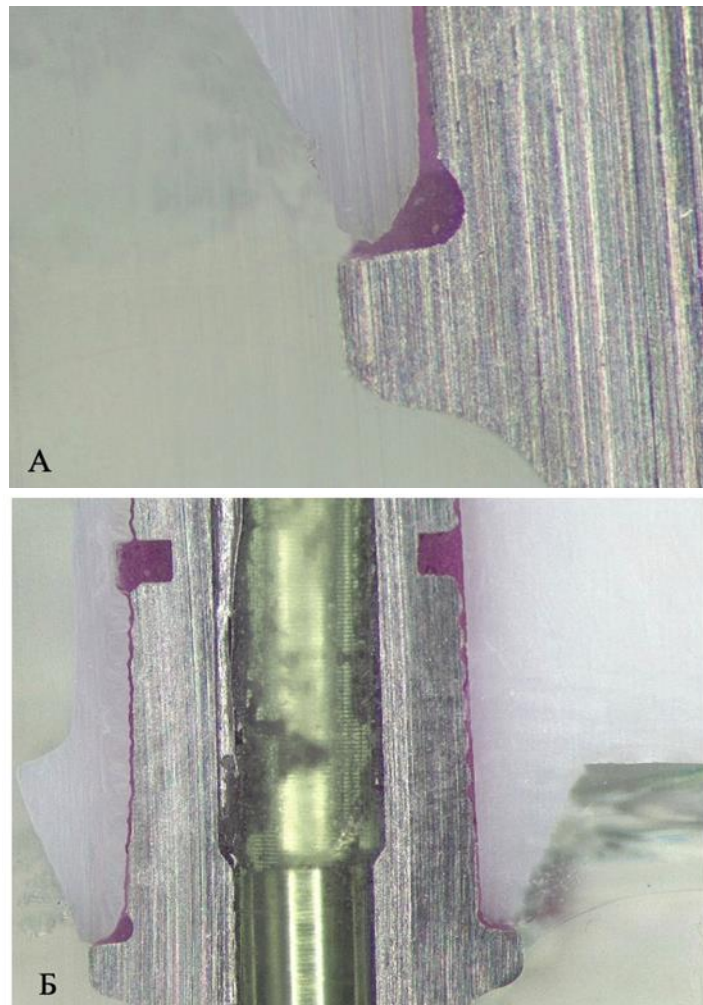
Точките за дисталния носител (37) са следните:

1. Външна точка на прага медиално - т. **MP4**
2. Основа на медиалната аксиалната стена - т. **MP5**
3. Среда на медиалната аксиална стена- т. **MP6**
4. Външна точка на прага дистално - т. **DP4**
5. Основа на дисталната аксиална стена- т. **DP5**
6. Среда на дисталната аксиална стена - т. **DP6**



Фиг.12 Схематично представяне на измерваните точки

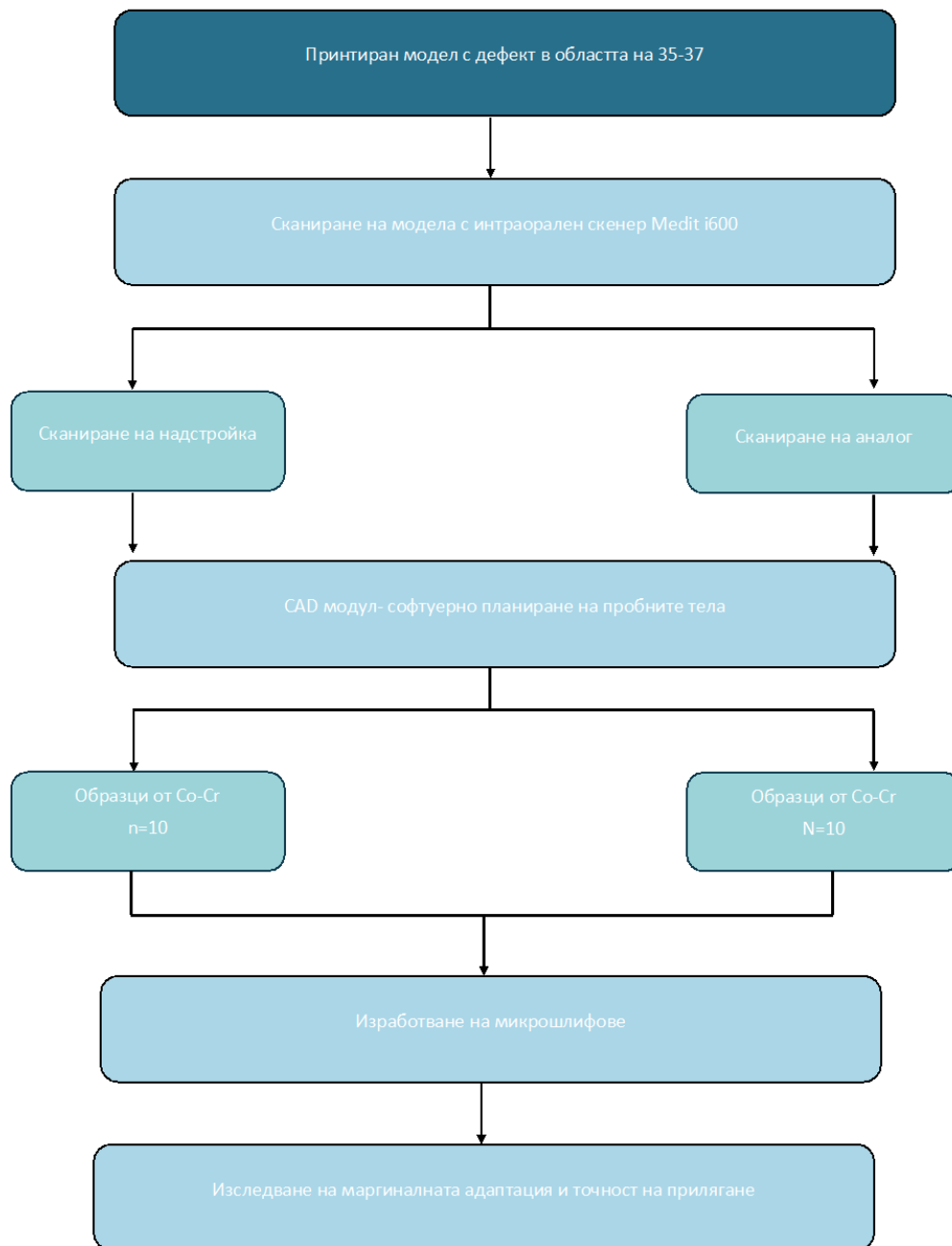
Маргиналната адаптация е получена като се вземат средните стойности за медиалната и дисталната стена на 35(MP1,DP1) и 37 (MP4,DP4) за всеки образец. Точността на прилягане е получена като се вземат средните стойности за медиалната и дисталната стена на 35 (MP2, MP3, DP2, DP3) и 37 (MP5, MP6, DP5, DP6) за всяко пробно тяло. Получените данни от изследването се използваха за статистически анализ (Фиг.13).



Фиг.13 Измерване на маргиналната адаптация и точността на прилягане под стереомикроскоп на пробните тела от циркониев диоксид. А) медиална стена в областта на 35 и Б) общо изглед на среза в областта на 35

III.2.2. Методика по задача 3

Втората група пробни тела са изработени по SLM технология от кобалт-хром свързващ прах от сплав за производството на подвижни и фиксирани възстановявания и 3D принтер за метал. На **фиг.14** е представена схема на изследването.



Фиг.14 Схема на експеримента

От подготвения .stl файл са изработени 20 пробни тела разделени в две групи $n=10$: първа група - от сканиран абатмънт и втора група - от сканиран аналог. Тези образци бяха подготвени с 3D принтер за метал Arrow LMP100 SLM (**Фиг.15**) от Dentas, LLC. За изработката на образците от Co–Cr–W–Mo сплав бяха избрани следните параметри: мощност на лазера 70 W, скорост на сканиране 800 mm/s, припокриване на траковете (track overlap) 40% и дебелина на слоя 0.025 mm. Защитният газ беше азот. Диаметърът на фокусиране на лазера беше 0.035 mm.

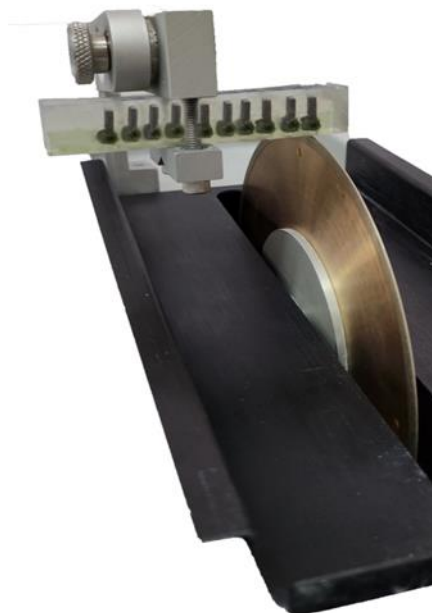


***Фиг.15** 3D принтер за метал Dentas LMP 100*

След завършването на процеса пробните тела са обработени с алуминиев оксид (110-250 μ m) при налягане от 2-4 бара, почистени с пара и обезмаслени с етилов алкохол. Последва циментиране с модифициран със смола стъклено йономерен цимент (GC Fuji Plus, GC, Japan) (**Фиг.16**), сепариране на пробните тела в две половини и опаковането им в смола. Микрошлифовете бяха получени след фиксиране и срязване в машина за прецизно рязане IsoMet 1000 (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA) (**Фиг.17**).

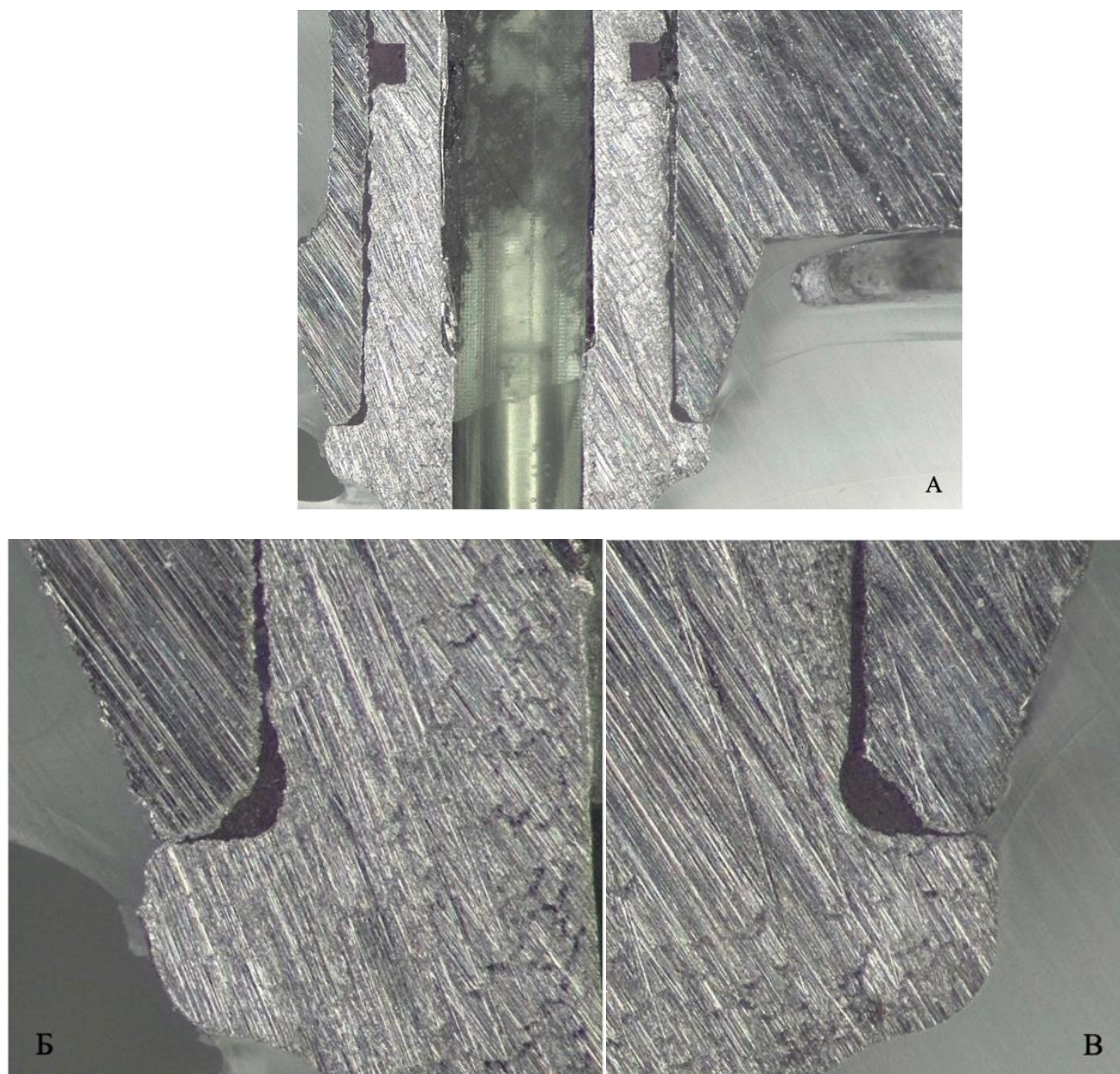


Фиг.16 Пробни тела от Co-Cr фиксирани върху модела



Фиг.17 Фиксирани пробни тела от Co-Cr сплав в машина за прецизно рязане
IsoMet 1000

Измерването се извърши в 6 точки за всеки един екземпляр от медиалната и дисталната стена, като стойностите се записаха в предварително изготвена за целта таблица (Приложение 3) (**Фиг.18**).



Фиг.18 Измерване на маргиналната адаптация и точността на прилягане под стереомикроскоп на пробните тела от Co-Cr сплав. **А)** общ изглед на среза в областта на 35, **Б)** медиална стена в областта на 35 и **В)** дистална стена в областта на 35

III.2.2. Методика по задача 4

III.2.5. Статистически методи за обработка на данните

Данните са въведени и анализирани с помощта на усъвършенствани функции на математико-статистическия софтуерен пакет SPSS (SPSS Statistics v.22, разработен от IBM Corp) и Microsoft Excel, като е използван инструмента за анализ на данни (Data Analysis). Приложените статистически методи включват разнообразни техники за обработка и интерпретация на данните, които позволяват да се извлекат значими и точни резултати от проведените изследвания. Използваните методи са съществена част от аналитичния процес за да се гарантира надеждността на заключенията като:

- **Дисперсионен анализ (ANOVA)**
- **Сравнителен анализ**
- **Регресионен анализ**
- **Вариационен анализ на количествени променливи**
- **Анализ за оценка на риска**
- **Корелационен анализ**
- **F-тест с две извадки**
- **t-тест с две извадки**
- **Графичен и табличен метод на изобразяване на получените резултати за изобразяване на статистическите данни за онагледяване и анализ на резултатите**

При всички проведени анализи е прието допустимо ниво на значимост $p < 0,05$, като е използван доверителен интервал от 95%. Този подход гарантира висока степен на надеждност и точност в резултатите, като осигурява, че вероятността за допускане на грешка от първи род е минимална.

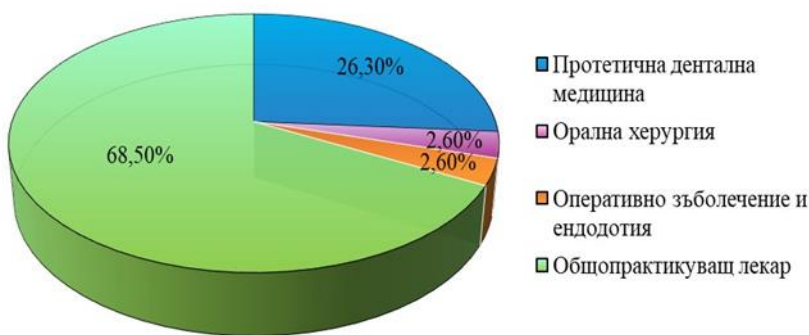
IV. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

IV.1 Резултати и обсъждане по задача 1

IV.1.1 Анализ на професионалните предпоченции на лекарите по дентална медицина относно информираността и предпочитанията за отпечатъчни техники за трансфериране на имплантатни супраструктури.

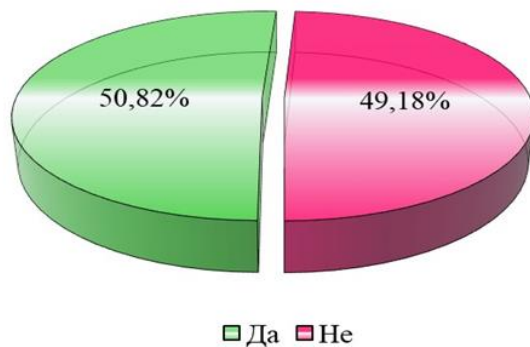
Изготвената анонимна анкетна карта е насочена към лекари по дентална медицина. В нея има два вида въпроси: само с един или с повече от един възможен отговор.

Резултатите от проучването показват, че по-голямата част от анкетираните са общопрактикуващи лекари по дентална медицина 68,5% , с придобита специалност по протетична дентална медицина са 26,3%, а останалата част са лекари със специалност по орална хирургия 2,6 % и оперативно зъболечение и ендодонтия 2,6% . (Фиг.19)



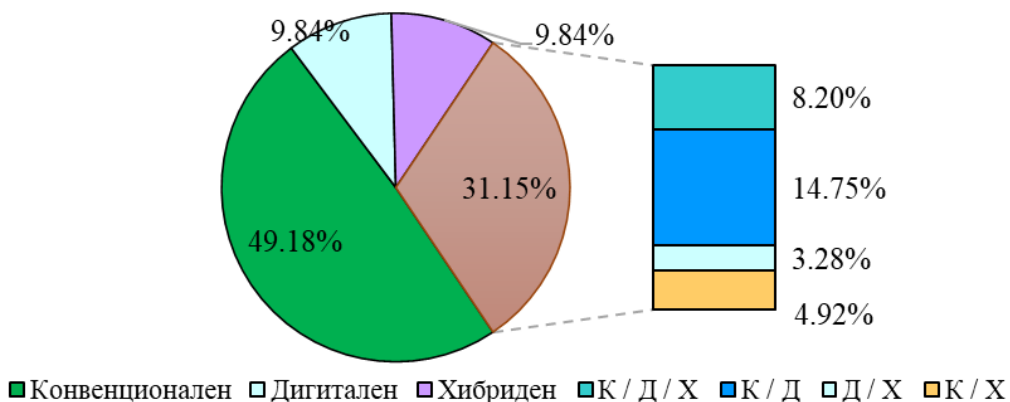
Фиг.19 Процентно разпределение на отговорите на въпроса „Имате ли придобита специалност?“ (%)

В изследваната група 31 (50,82%) от ЛДМ отговарят, че изработват конструкции върху импланти в тяхната клинична практика, а останалите 30 (49,18%) не практикуват протезиране върху импланти. (Фиг.20)



Фиг.20 Процентно разпределение на отговорите на въпроса: Протезирате ли върху импланти? “ (%)

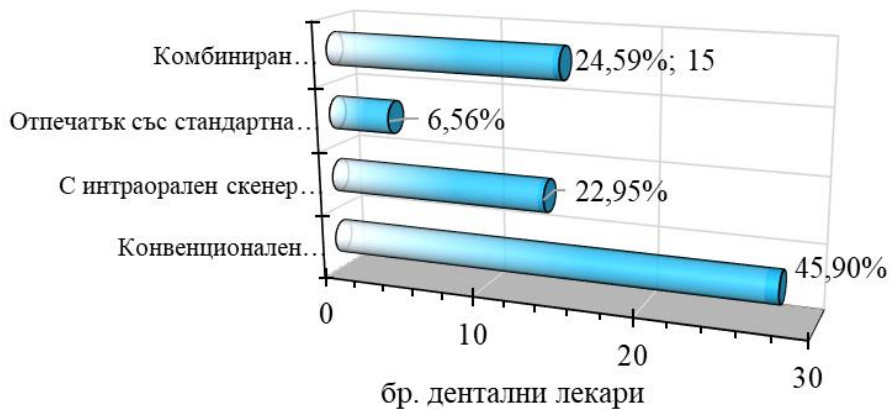
От анализа на получените резултати от проучването се установява, че най-голям брой ЛДМ използват конвенционалния метод за изработване на протезни конструкции (49,2%), а дигиталният - 9,84%. Хибридният метод е избран от 40,96% от анкетираните (Фиг.21).



Фиг.21 Разпределение на отговорите на въпроса: „ Какъв метод за изработване на протезни конструкции ползвате във вашата практика? “ (%)

При изследване на избора на отпечатъчна техника сред лекарите, които протезират върху импланти в своята клинична практика, се установи съществена разлика, като 45,90% от тях предпочитат конвенционалната отпечатъчна техника, а 24,6% работят по комбиниран метод в зависимост от клиничния случай. По-малка част от денталните лекари (22,95%) съобщават,

че прилагат интраорално сканиране и скан боди, а само 4 (6,56%) са посочили, че използват стандартна лъжица при снемане на отпечатък от надстройката (Фиг.22).



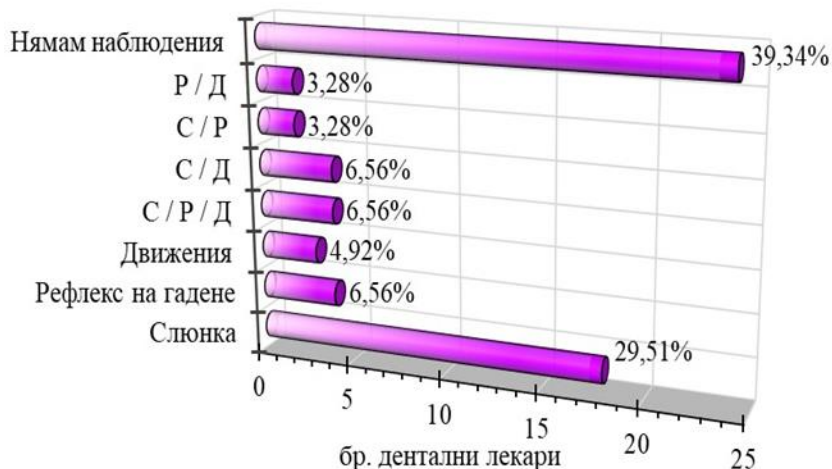
Фиг.22 Разпределение на отговорите на въпроса „ Каква отпечатъчна техника използвате за снемане на отпечатък от импланти?“ (%)

В случай на работа изцяло по физичен отпечатъчен протокол предпочитанията за избор на отпечатъчна техника са представени на **фиг. 23**.



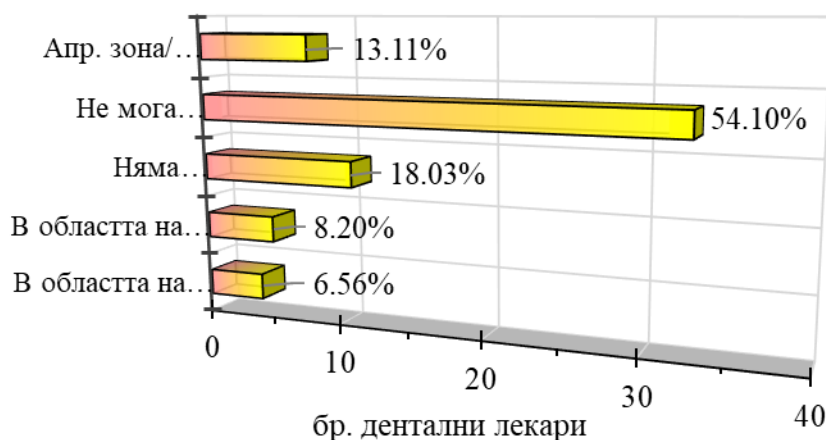
Фиг.23 Разпределение на отговорите на въпроса: „В случай, че използвате физичен отпечатъчен протокол, вместо дигитален, кой метод за трансфериране бихте предпочели?“ (%)

Получените резултати при обработка на данните, показват, че ЛДМ, които снемат отпечатъци с интраорален скенер изпитват затруднения по време на процеса. Те са представени на (Фиг. 24).



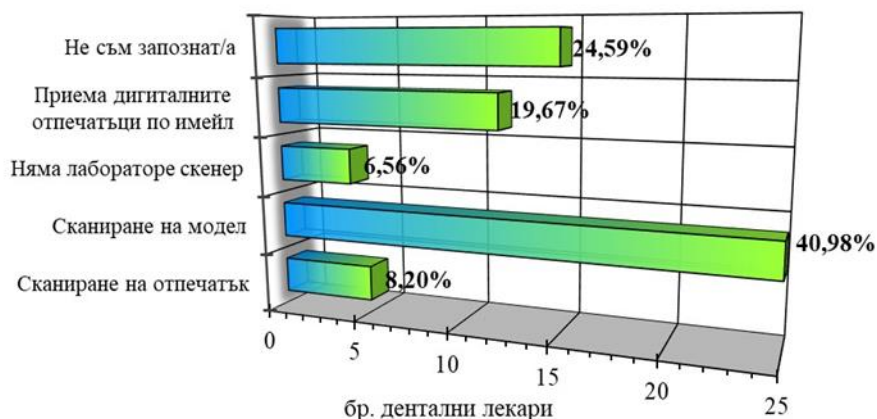
Фиг.24 Разпределение на отговорите на въпроса: „Кои според вас са най-големите трудности при снемане на отпечатък с интраорален скенер?“ (%)

Относно това дали практикуващите се затрудняват при сканиране на определени области от протезното поле при снемане на дигитален отпечатък получените резултати са представени на **фиг.25**.



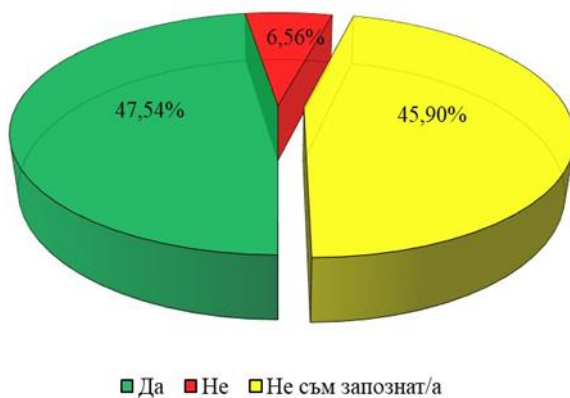
Фиг.25 Разпределение на отговорите на въпроса „Имате ли затруднения със сканирането на някои области от протезното поле при снемане на дигитален отпечатък?“ (%)

Най-голям процент (40,98%) от клиницистите отговарят, че зъботехническата лаборатория, с която работят, сканират на етап модел (Фиг.26).



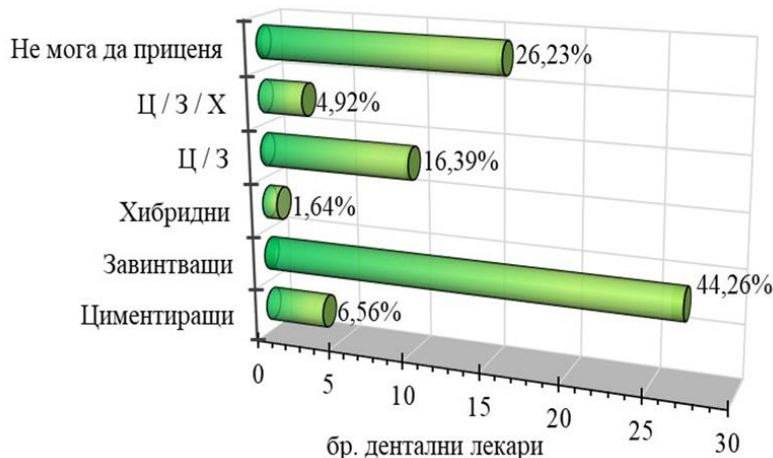
Фиг.26 Разпределение на отговорите на въпроса: „Зъботехническата лаборатория, с която работите използва ли лабораторен скенер и на кой етап провежда сканиране?“ (%)

Относно използването на скан бодита при лабораторно сканиране 47,54% отговарят, че зъботехниците им ползват такива, при 6,56% не се използват и 45,90% не са запознати (Фиг.27).



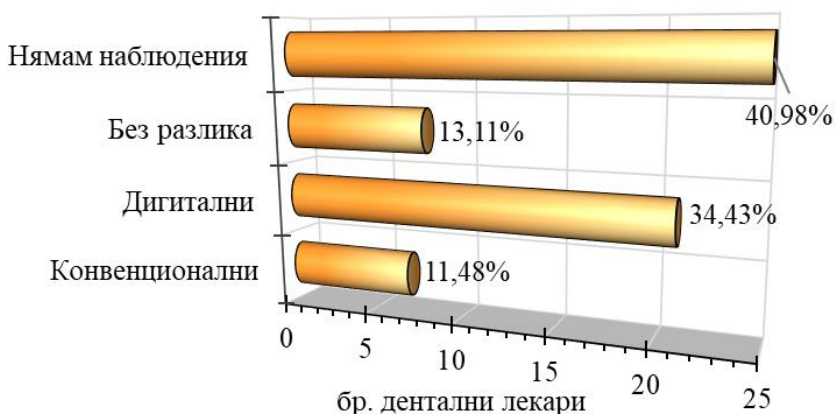
Фиг.27 Разпределение на отговорите на въпроса: „Зъботехническата лаборатория, с която работите използва ли скан бодита?“ (%)

От проведеното проучване става ясно, че най-голям процент от анкетираните лекари (44,26%) предпочитат да използват в своята практика завинтващи конструкции върху имплантати (**Фиг.28**).



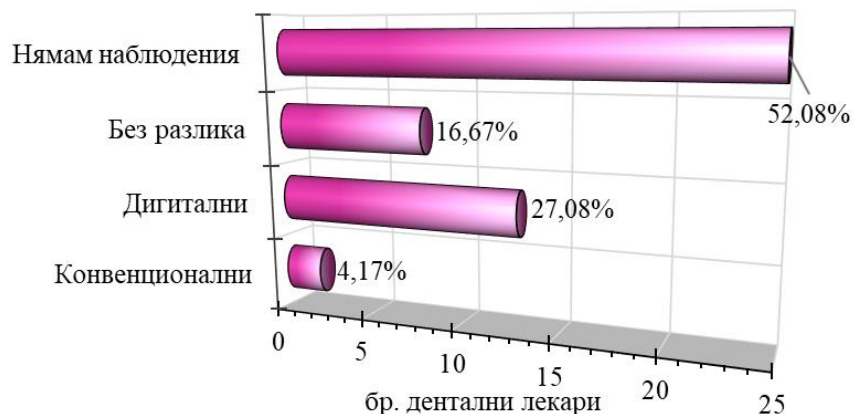
Фиг.28 Разпределение на отговорите на въпроса: „Какви конструкции върху имплантати изработвате във Вашата практика?“ (%)

От опита на клиницистите в неснемаемото зъбопротезиране се вижда, че що се отнася до времето необходимо за снемане на конвенционален трансферен отпечатък и дигитален със скан боди 34,43% смятат, че вторият дава по-добри резултати, а 11,48% отговарят в полза на конвенционалния метод (**Фиг.29**).



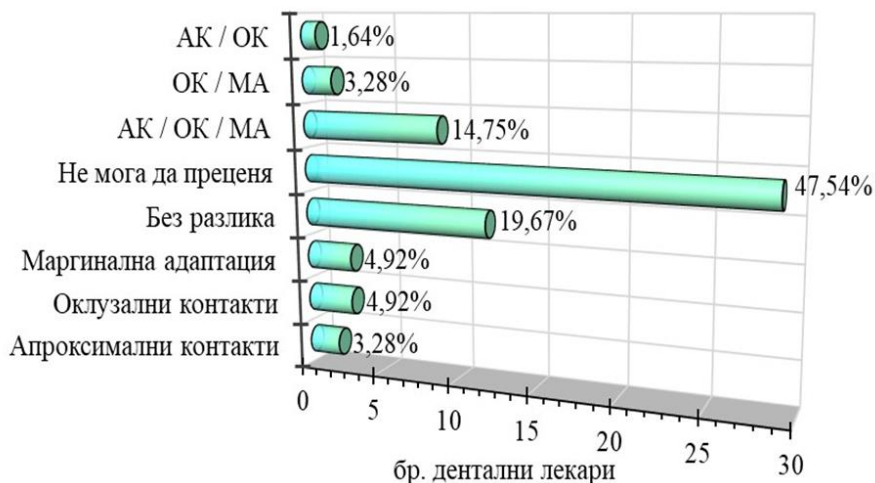
Фиг.29 Разпределение на отговорите на въпроса: „Как оценявате времето за снемане на конвенционален трансферен отпечатък и дигитален със скан боди?“ (%)

На **фиг.30** се вижда, че 27,08% от ЛДМ смятат, че при дигиталния подход времето за ажустиране на конструкции е по-кратко в сравнение с конвенционалния.



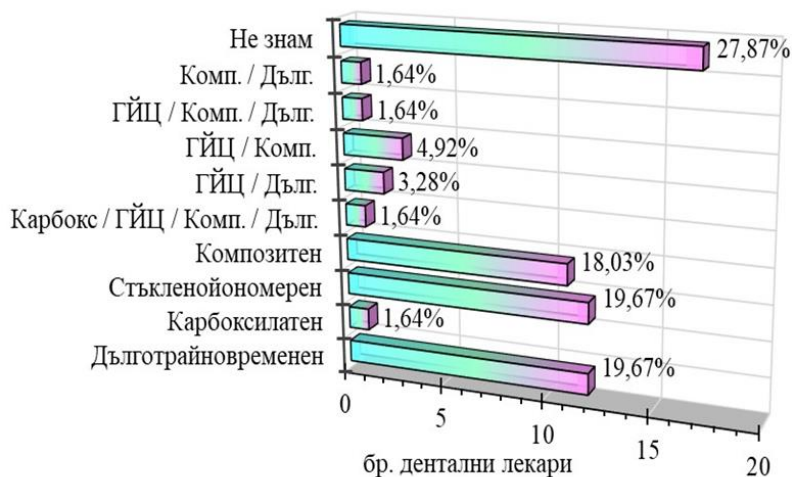
Фиг.30 Разпределение на отговорите на въпроса: „Има ли разлика по отношение времето за ажустиране на конструкция изработена по конвенционален и дигитален протокол?“ (%)

Почти половината от стоматолозите 47,54% не могат да преценят дали има разлика по отношение на точността на конструкции изработени по конвенционален или дигитален протокол и в кои зони би се наблюдавала, а 19,67% не смятат, че има разлика (**Фиг.31**).



Фиг.31 Разпределение на отговорите на въпроса: „Има ли разлика по отношение на точността на конструкция изработена по конвенционален и дигитален протокол и в коя зона?“ (%)

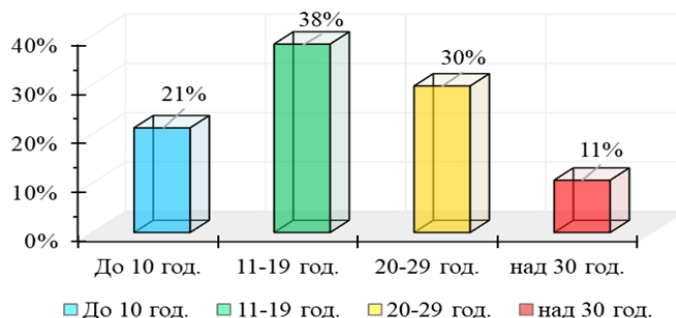
На **фиг.32** са показани предпочитанията към цименти при изработване на циментиращи конструкции върху имплантати.



Фиг.32 Разпределение на отговорите на въпроса: „Какъв цимент използвате при изработване на циментиращи конструкции върху имплантати?“ (%)

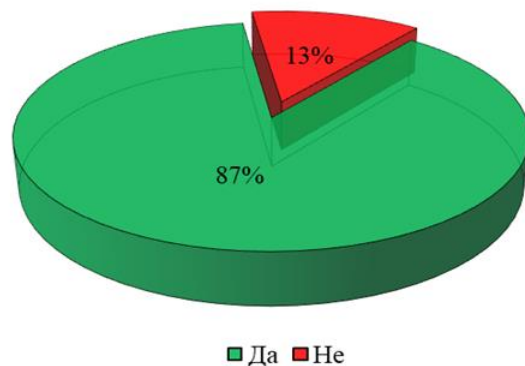
IV.1.2 Анализ на мнението на зъботехници за информираност относно лабораторния протокол за трансфериране на имплантатната позиция и изработването на неснемаеми конструкции върху опора импланти.

Анализът на резултатите показва, че според трудовия стаж най-голям брой 38% попадат във втората група 11-19г., следвани от 30% с 20-29г., 21% до 10г. и най-малко 11% са в групата с над 30г. стаж (**Фиг.33**).



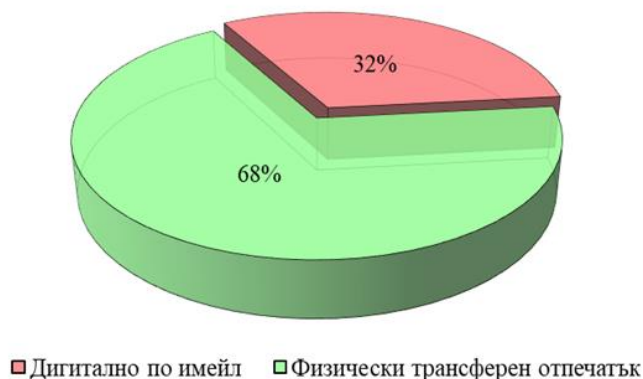
Фиг.33 Разпределение на отговорите на въпроса: „Колко е общия трудов стаж като зъботехник?“ (%)

Резултатите от анализа показват, че 87% от учатвалите в допитването зъботехници, изработват протезни конструкции върху импланти в тяхната практика (Фиг.34).



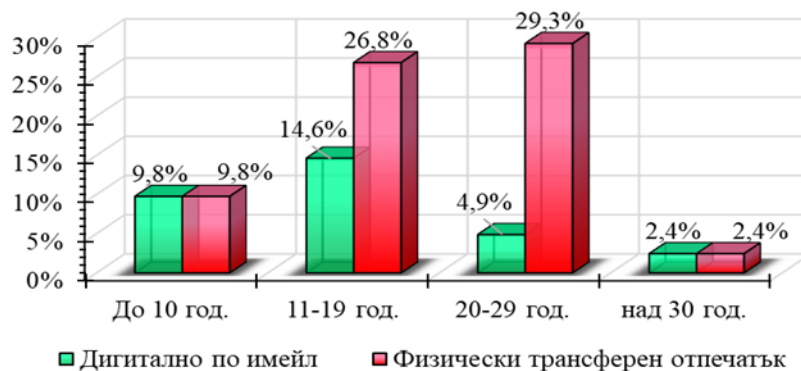
Фиг.34 Разпределение на отговорите на въпроса: „Изработвате ли конструкции върху импланти?“ (%)

От **фиг. 35** се вижда, че значително по-голям процент (68%) получават в практиките си физическия трансферен отпечатък, в сравнение с 32%, които получават дигитално по емайл.



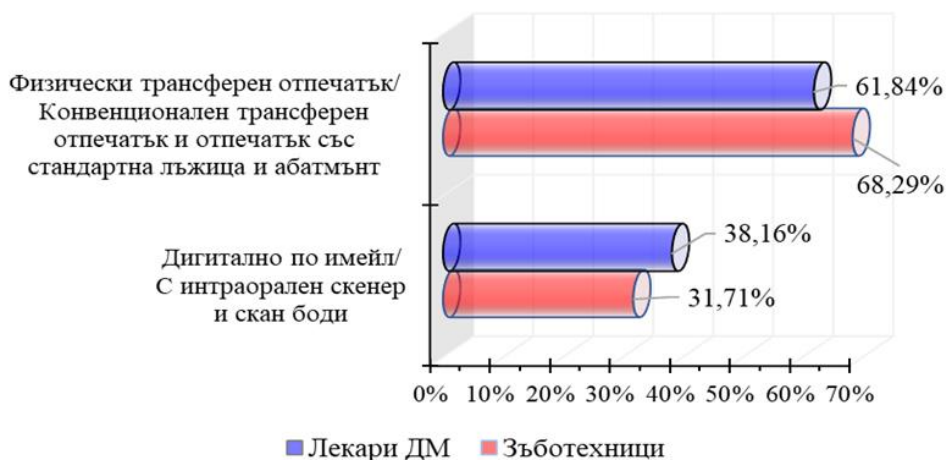
Фиг.35 Разпределение на отговорите на въпроса: „Под каква форма най-често получавате отпечатъци снети от импланти?“ (%)

От графиката представена на **фиг. 36** може да се види, че по-младите зъботехници в групата до 10г. и 11-19г. трудов стаж, по-често работят по дигитален метод.



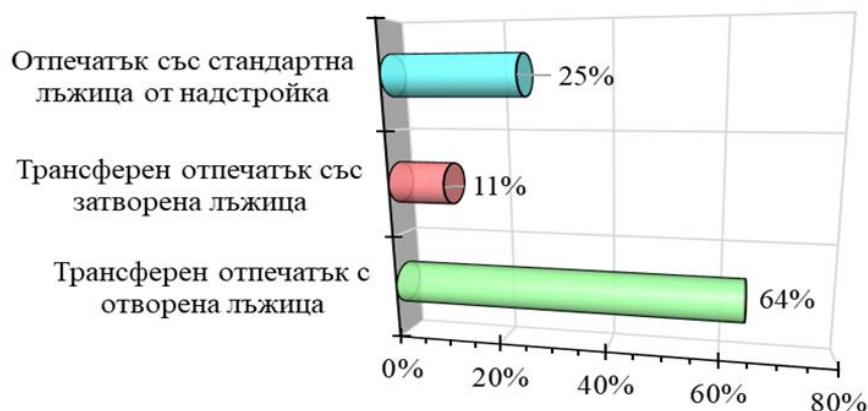
Фиг.36 Процентно разпределение на метода за получаване на отпечатъци в практиката според трудовият стаж на анкетираните зъботехници. (%)

Графиката на **фиг.37** показва, че 61,84% от ЛДМ и 68,29% от зъботехниците работят с физически трансферни отпечатъци, а 38,18% от ЛДМ и 37,71% от зъботехниците ползват дигитални методи.



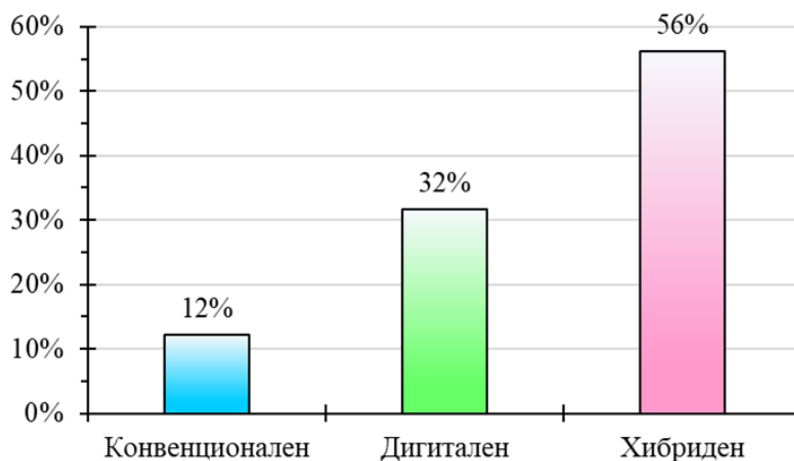
Фиг.37 Процентно разпределение според най-често използваният отпечатъчен метод и трансферирането му към зъботехническата лаборатория. (%)

От анализа става ясно, че в практиката най-често се работи с трансферни отпечатъци с отворена лъжица (64%), следвани от отпечатък със стандартна лъжица от надстройката (25%) и най-рядко получават със затворена лъжица (11%) (Фиг.38).



Фиг.38 Разпределение на отговорите на въпроса: „Какви конвенционални отпечатъци от импланти получавате най-често във Вашата практика?“ (%)

Резултатите илюстрирани на **фиг.39** сочат, че хибридният протокол се оказва най-предпочитаният сред зъботехниците 56%, следван от дигиталния 32% и конвенционалния 12%.



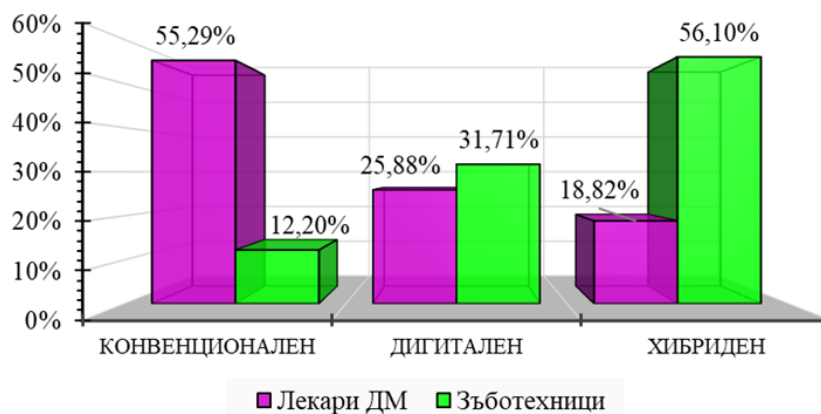
Фиг.39 Разпределение на отговорите на въпроса: „Какъв протокол за изработване на неснемаеми протезни конструкции върху импланти прилагате най-често във Вашата практика?“ (%)

От графиката на **фиг.40** се вижда, че най-голям процент от ЛДМ 77,94% и от зъботехниците 64,29% посочват отпечатък с отворена лъжица като най-често използваният метод за конвенционален трансферен отпечатък.



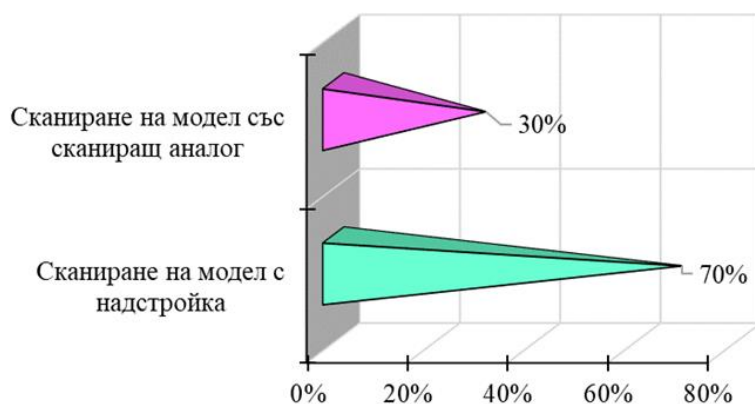
Фиг.40 Процентно разпределение между ЛДМ и зъботехници спрямо най-често използваният конвенционален трансферен отпечатък. (%)

Следващата графика показва ясно предпочитание от групите анкетирани ЛКД и зъботехници към определен метод за изработване на конструкции върху импланти (**Фиг.41**). Широко застъпена практика е преминаване през конвенционална стъпка и преход към виртуална работа на следващ етап, което превръща подхода в хибриден.



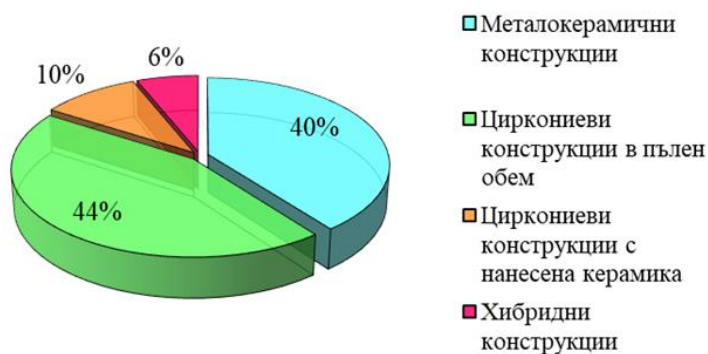
Фиг.41 Разпределение според най-често използваният метод при възстановявания върху опора импланти между ЛДМ и зъботехниците. (%)

От зъботехниците, които са посочили хибриден метод на работа в практиката и провеждат сканиране с лабораторен скенер, превес имат тези, които сканират модела с предварително избрана надстройка 70% и едва 30% със сканиращ аналог (Фиг.42).



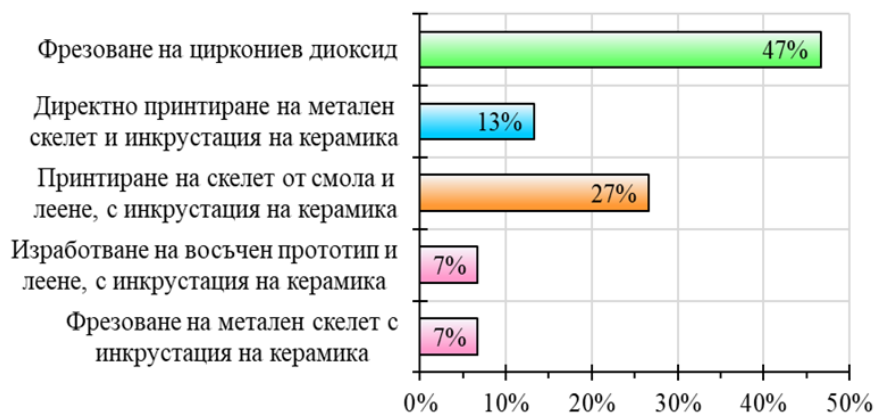
Фиг.42 Разпределение на отговорите на въпроса: „По какъв начин провеждате сканиране с лабораторен скенер при изработване на неснимаеми протезни конструкции върху импланти?“ (%)

Фиг.43 показва на-често изработвания върху импланти вид протезна конструкция от анкетираните зъботехници. Анализът на резултатите показва почти равенство между циркониевите конструкции в пълен обем 44% и тези от металокерамика 40%.



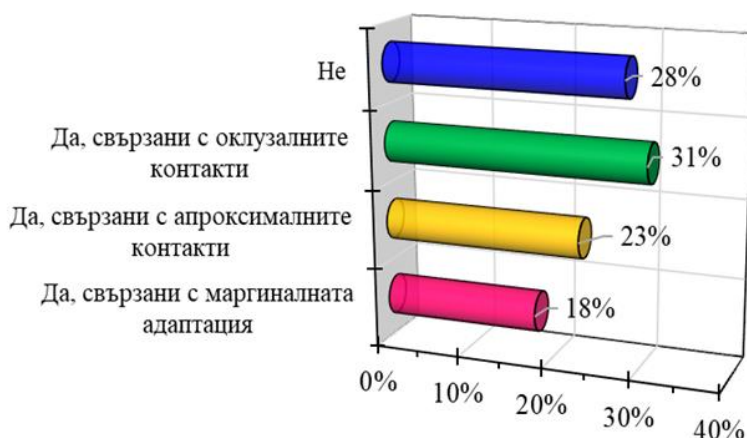
Фиг.43 Разпределение на отговорите на въпроса: „От какъв материал най-често изработване неснимаеми протезни конструкции върху импланти във Вашата практика?“ (%)

Относно методът за изработване водеща е технологията с фрезование на циркониев диоксид при изработване на безметални конструкции 47%. При изработване на металокерамични конструкции най-често се прилага принтирането на скелет от смола и леене с инкрустация на керамика при 27% от зъботехниците, следван от директно принтиране на метален скелет и керамична инкрустация 13% (Фиг. 44).



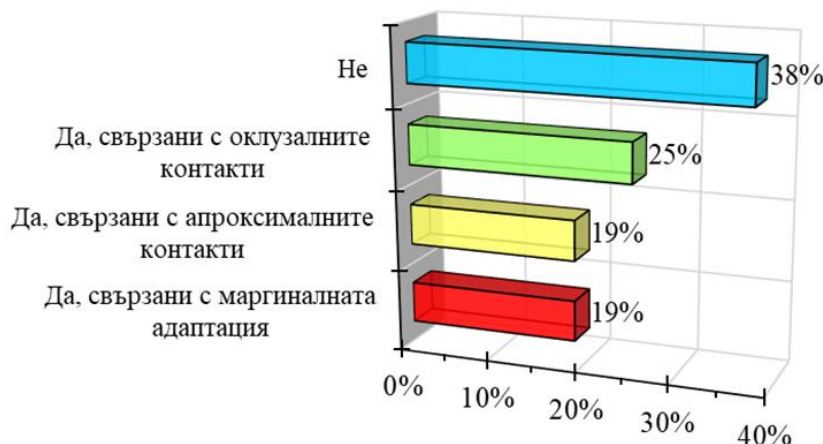
Фиг.44 Разпределение на отговорите на въпроса: „Какъв метод за изработване на неснемаеми конструкции върху импланти използват във Вашата практика?“ (%)

Голям процент от анкетираните споделят, че са имали върнати конструкции за корекция, като разпределението е показано на **фиг.45**.



Фиг.45 Разпределение на отговорите на въпроса: „Имали ли сте случаи на върнати за корекция неснемаеми конструкции върху импланти по конвенционален отпечатък?“ (%)

От зъботехниците, които работят в практиката си по дигитален метод най-голям процент 38% посочват, че не са имали върнати за корекция конструкции. (Фиг.46).



Фиг.46 Разпределение на отговорите на въпроса: „Имали ли сте случаи на върнати за корекция неснимаеми конструкции върху импланти по дигитален отпечатък?“ (%)

IV.1.3 Обсъждане по задача I

Анализ на професионалните преференции на лекарите по дентална медицина и зъботехници относно информираността и предпочитанията за отпечатъчни техники за трансфериране на имплантатни супраструктури и лабораторния протокол за изработването на неснимаеми конструкции върху опора импланти.

В резултат от извършеното анкетно проучване сред лекарите по дентална медицина се установи, че повечето от тях, които изработват протезни конструкции върху опори имплантати, в своята практика все още предпочитат да работят по конвенционалния метод на работа. Според нас по-големия процент се дължи на това, че метода е добре познат сред лекарите по дентална медицина и са наясно с предимствата и недостатъците му.

По-голям дял от клиницистите използват за трансфериране на имплантатните опори към зъботехническата лаборатория класическия конвенционален трансферен отпечатък с отворена лъжица, в сравнение с дигиталния метод, при който се използва интраорален скенер и скан боди. Тези

резултати свързваме с познатата отпечатъчна техника и материали за нейното изпълнение. Не на последното място отчитаме и немалката инвестиция по закупуване на интраорален скенер, както и необходимостта от обучение за работа със съответната система и сканиращата стратегия.

Дигитализацията на работния процес има за цел скъсяване на клиничното и лабораторното време, избягване на грешки свързани с конвенционалния метод на работа, бързо дигитално планиране, лесно материализиране на протезните конструкции и др. Въпреки напредването ѝ, най-често даваният отговор от лекарите по дентална медицина е, че зъботехниците сканират модели изработени след отливане на класически снет отпечатък с еластомерен материал. Все още преобладава конвенционалният метод в клиниките и частично дигитализиран протокол на работа в лабораториите, заради това, че не всички дентални практики разполагат с интраорални сканиращи системи.

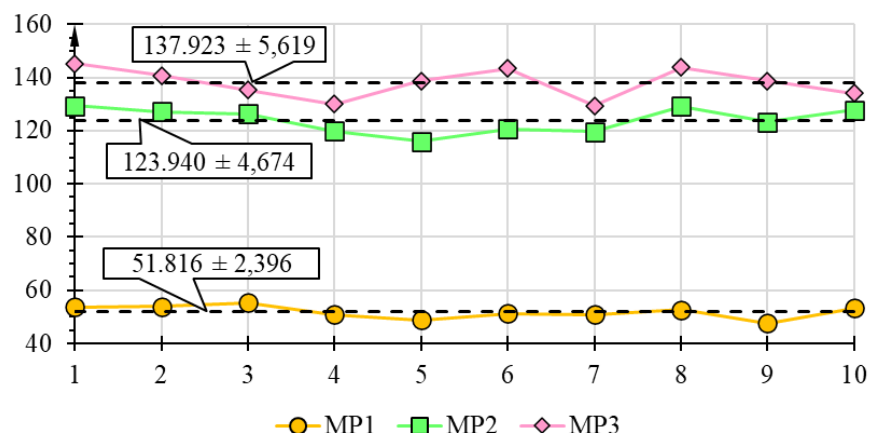
Данните от анкетата показват, че мнозинството от клиницистите, които снемат отпечатъци с интраорален скенер в своята практика изпитват известни трудности по време на работа. Голям процент (половината) от участниците не могат да определят кои фактори ги затрудняват и кои точно области от протезното поле не могат да сканират достатъчно добре. Често посочвани отговори са в областта на прага и в апроксималните зони. Най-вероятна причина е затрудненият достъп на светлината в тези области на протезното поле.

ЛДМ посочват, че в зъботехническите лаборатории не всички зъботехници използват скан бодита при екстраорално сканиране. Все още масов начин на работа е сканиране на предварително избрана на модела надстройка от съответната система и последващ дизайн в софтуера, което става ясно и от проведената анкета сред тях.

IV.2. Резултати по проведеното лабораторно изследване за анализ и сравняване на точността на супраструктури върху надстройки, сканирани по два метода с интраорален скенер и фрезовани от циркониев диоксид. Първата подгрупа бяха изработени чрез сканиране на надстройка, а втората със сканиращ аналог.

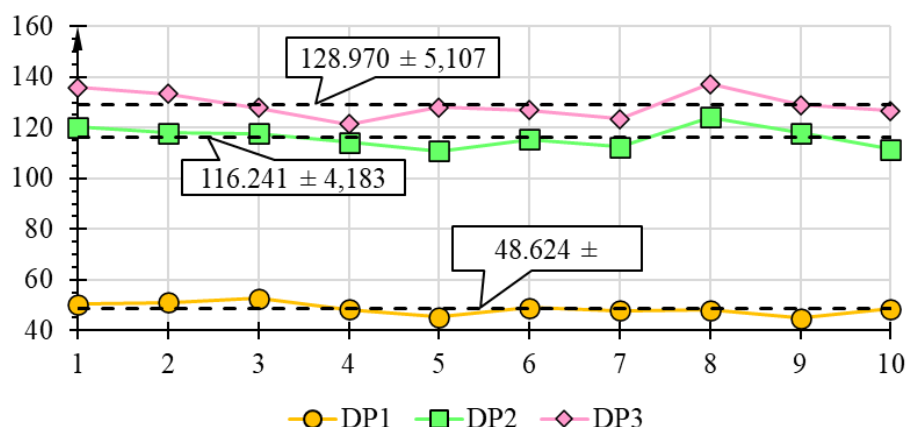
IV.2.1. Резултати от първа подгрупа - сканиране на надстройка:

В графичен вид на **фиг.47** са представени получените резултати в средни стойности със стандартно отклонение от проведените измервания на отстоянието между пробните тела до абатмънтите в конкретни точки по медиалната стена на 35. Графиката показва стойности за т.МР1, т.МР2 и т.МР3 на изследваните повърхности на десет пробни тела.



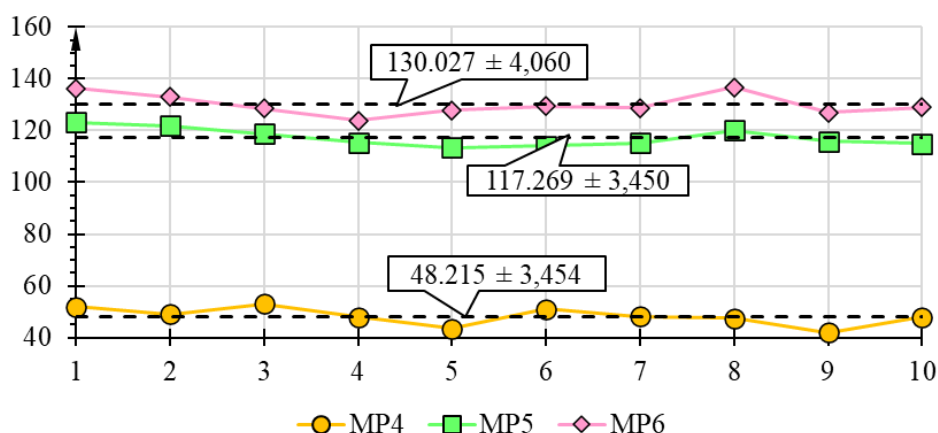
Фиг.47 Сравнителен анализ на разстоянието по медиалната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 35 в мкм.

В графичен вид на **фиг.48** са представени получените резултати по дисталната стена на 35. Графиката показва стойности на параметрите т.ДР1, т.ДР2 и т.ДР3 на изследваните повърхности.

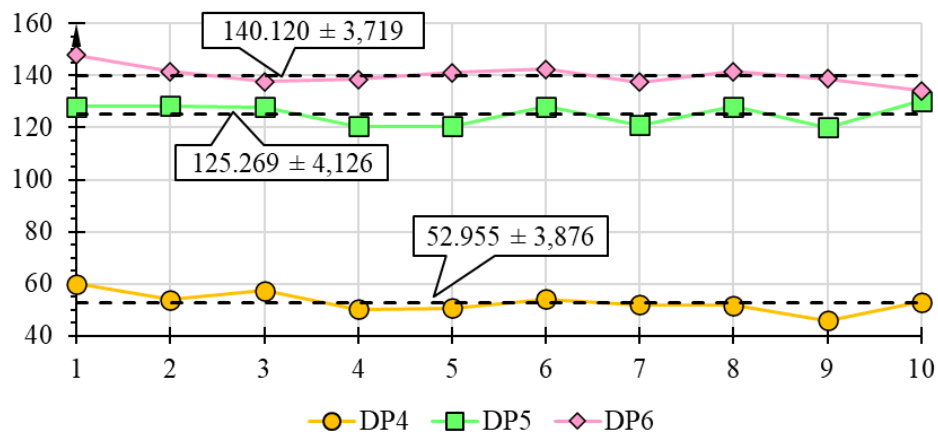


Фиг.48 Сравнителен анализ на разстоянието по дисталната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 35 в мкм.

В графиката на **фиг.49** и **фиг.50** се наблюдават получените средни стойности със стандартно отклонение по медиалната и дисталната стена на 37.

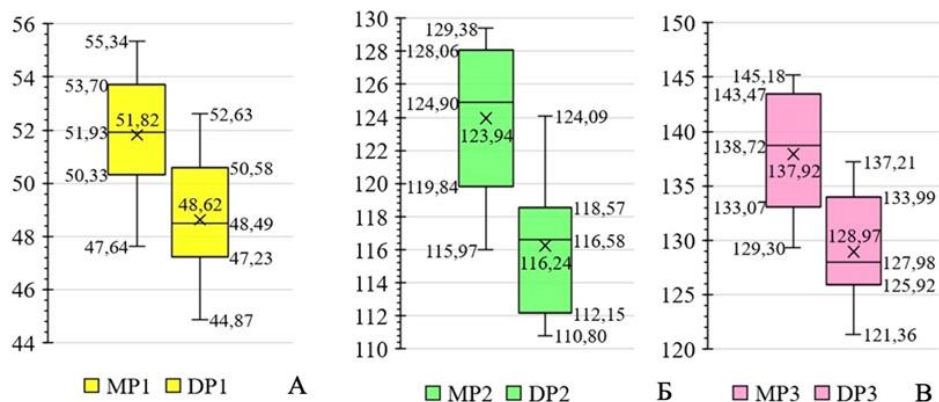


Фиг.49 Сравнителен анализ на разстоянието по медиалната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 37 в μм.



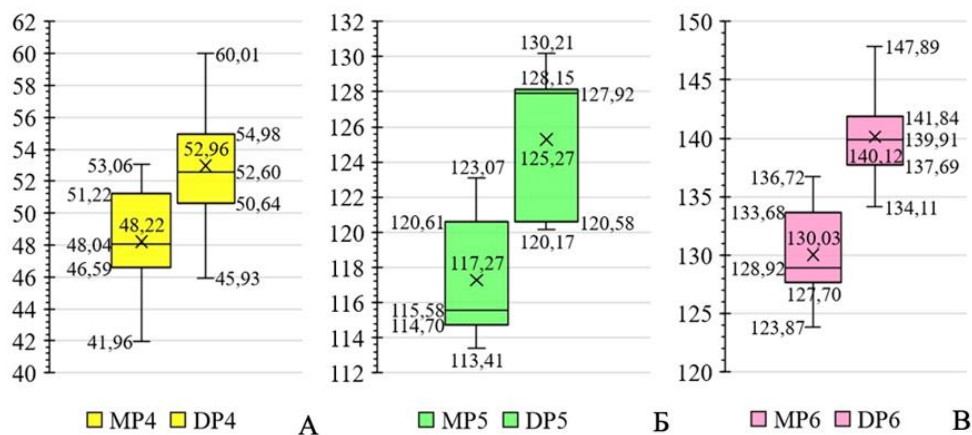
Фиг.50 Сравнителен анализ на разстоянието по дисталната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 37 в μм.

На **фиг.51** са обобщени резултатите, получени от измерванията на дебелината на циментирация слой между крепителите и надстройките в областта на 35 в групата на сканираните абатмънти. Диаграмите илюстрират разпределението на измерванията за зададените параметри, средните стойности, интерквартилния диапазон, както и максимално и минимално измерените такива.



Фиг.51 Резултати от направения анализ между измерените разстояния при пробните тела от ZrO_2 и сканирана надстройка за 35 между точките от MP1 до DP3.

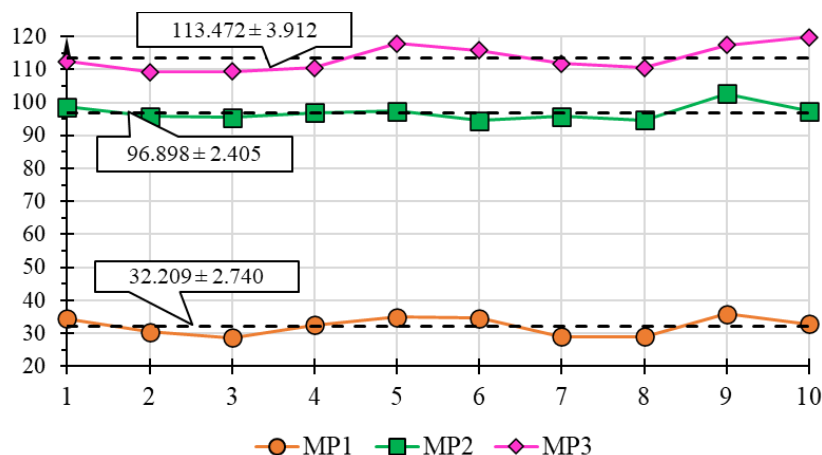
На **фиг.52** е под формата на кутиечни диаграми е показано обобщено сравнение на дебелината на циментиращия слой между крепителите и надстройките в областта на 37 в кореспондиращите точки подложени на измерване. Наблюдава се, че стойностите, които са от страната на гредата са по-малки от съответстващите им точки към страната на ограничаващите дефекта зъби.



Фиг.52 Резултати от направения анализ между измерените разстояния при пробните тела от ZrO_2 и сканирана надстройка за 37 между точките от MP4 до DP4

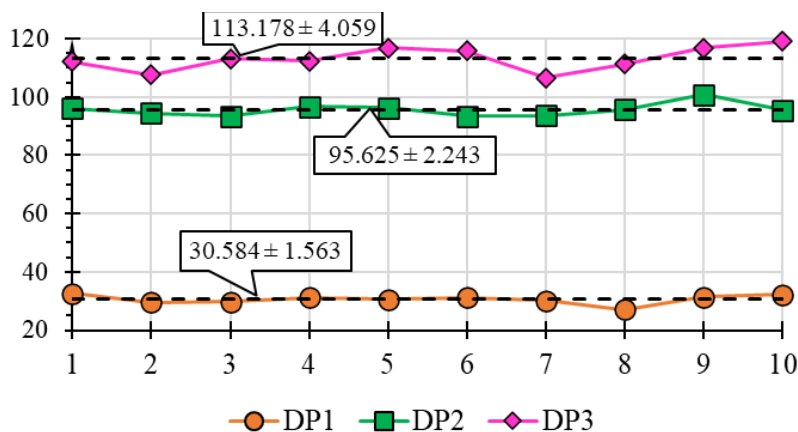
V.2.2. Резултати от втора подгрупа сканиране на сканиращ аналог :

В графичен вид на **фиг.53** са представени получените резултати, в средни стойности със стандартно отклонение, от проведените измервания на отстоянието между пробните тела до абатмънтите след сканиране на сканиращи аналози в конкретни точки по медиалната стена на 35. Графиката показва стойности на три различни измервани параметри т.MP1, т.MP2 и т.MP3. След статистическия анализ са отчетени средни стойности за т.MP1-32.209, т.MP2-96.898 и т.MP3-113.472 μm .



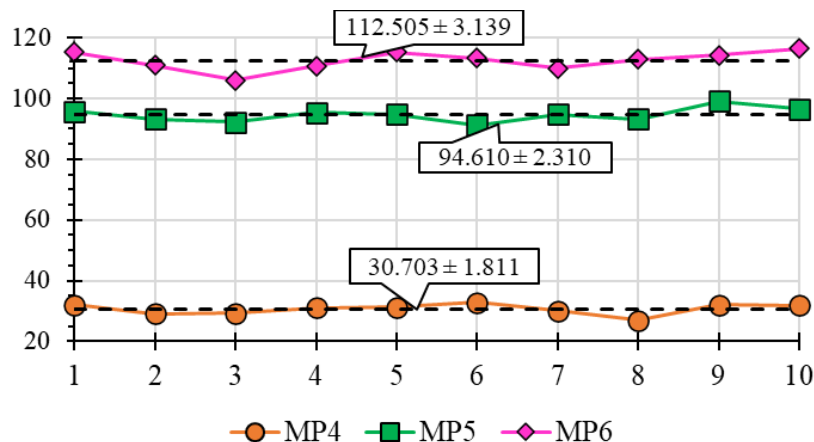
Фиг.53 Сравнителен анализ на разстоянието по медиалната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 35 в μm .

На **Фиг.54** са показани резултатите от проведените измервания на отстоянието между пробните тела до абатмънтите по дисталната стена на 35. Графиката показва разпределението за т.DP1, т.DP2 и т.DP3. След обработка на данните са отчетени средни стойности т.DP1=30.584, т.DP2= 95.625 и т.DP3=113.178 μm .

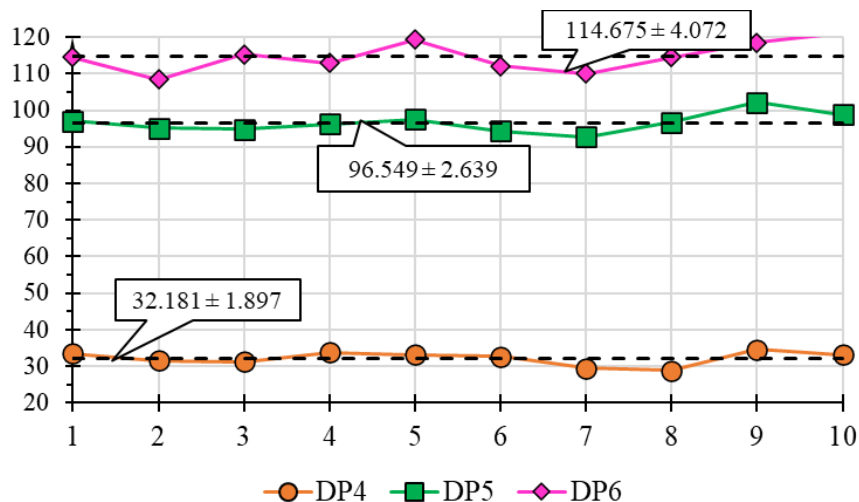


Фиг.54 Сравнителен анализ на разстоянието по дисталната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 35 в μm .

На **Фиг.55** и **фиг.56** са представени резултатите от проведените измервания на отстоянието между пробните тела до абатмънтите в конкретни точки по медиалната стена на 37.

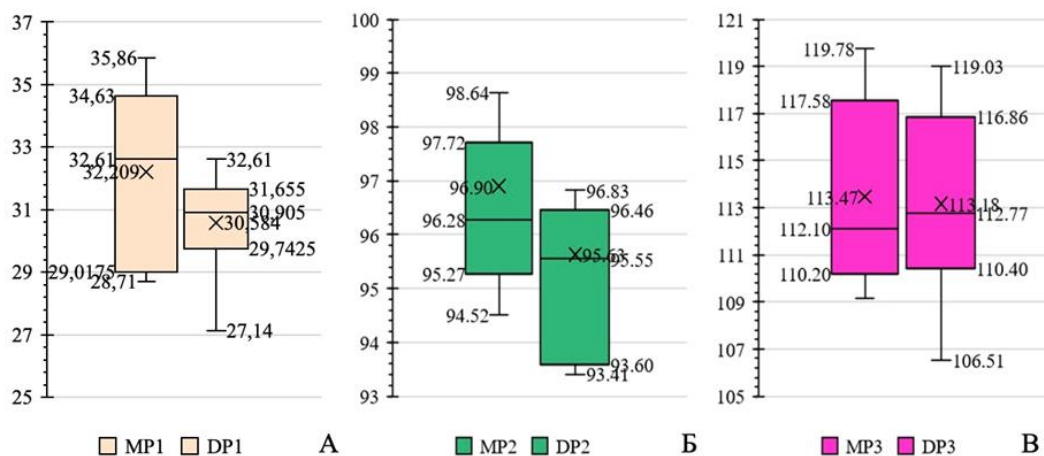


Фиг.55 Сравнителен анализ на разстоянието по медиалната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 37 в μm .

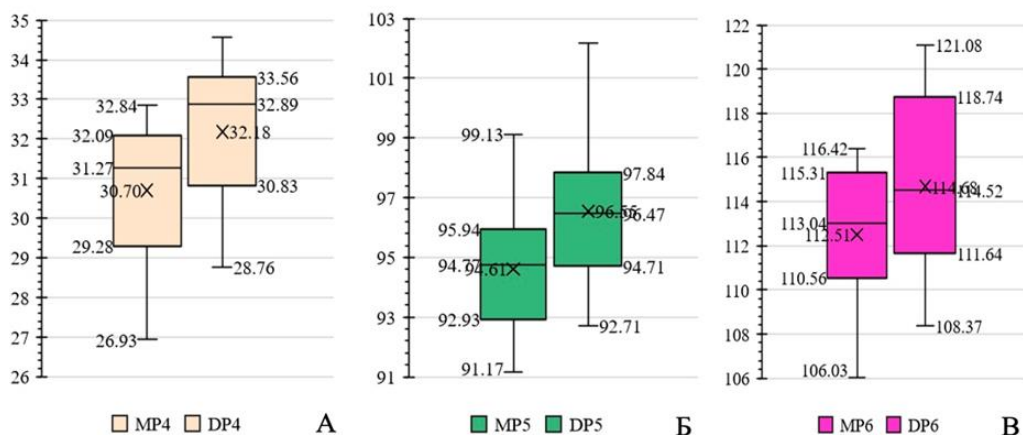


Фиг.56 Сравнителен анализ на разстоянието по дисталната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 37 в μm .

Получените резултати от измерването дебелината на циментиращия слой между крепежите и надстройките в областта на 35 и 37 в групата на сканираните аналози са обобщени на **фиг.57** и **фиг.58** Диаграмите илюстрират разпределението на измерванията за зададените параметри, средните стойности, както и максимално и минимално измерените такива.



Фиг.57 Резултати от направения анализ между измерените разстояния при пробните тела от ZrO_2 и сканиран аналог за 35 между точките от MP1 до DP3



Фиг.58 Резултати от направения анализ между измерените разстояния при пробните тела от ZrO_2 и сканиран аналог за 37 между точките от MP4 до DP6

IV.2.3 Обсъждане по втора задача

Настоящото лабораторно изследване има за цел да анализира и сравни маргиналната адаптация и точността на прилягане на пробни тела, изработени от циркониев диоксид върху абатмънти и изработени по два различни начина:

- 1. Сканиране с интраорален скенер на избраната надстройка*
- 2. Сканиране с интраорален скенер на сканиращ аналог*

В нашето изследване установихме, че има разлика в маргиналната адаптация и точността на прилягане на конструкциите между двете групи. От измерванията, които проведохме за т. MP1, DP1, MP4 и т. DP4 (външна точка на прага от медиалната и дисталната стена на изследваните тела) и последващия сравнителен анализ получихме информация относно показателя "маргинална адаптация" (marginal adaptation). След разглеждане на резултатите прави впечатление, че стойностите в групата на сканираните скан бодита са по-ниски от тези при абатмънтите. След анализа се установи, че получените стойности за дисталната стена на 35 и медиалната на 37, т.е. от страната на гредата в групата на сканираните надстройки са по-ниски от кореспондиращите „външни точки“ към съседните зъби, ограничаващи дефекта. От друга страна средните стойности за тези точки в групата на пробните тела изработени по сканиращ аналог са значително по-ниски от тези измерени в групата на сканирани надстройки. В групата на скан боди не се наблюдават такива разлика между медиалната и дисталната стена. От направеният анализ може да се направи извод, че супраструктури, изработени чрез сканиране на scan body, осигуряват по-добра маргинална адаптация. Въпреки горепосоченото в групата със сканирана надстройка, резултатите не преминават допустимите стойности за конструкции изработени по CAD/CAM технология от 100 µm.

От данните, които отчетохме за т. MP2, т. MP3, т. DP2, т. DP3 , т. MP5, т. MP6, т. DP5 и т. DP6 и след това анализирахме, получихме информация относно показателя точност на прилягане (internal fit). След разглеждане на резултатите стана ясно, че измерванията са в полза на сканираните аналози. Освен това в групата на сканираните абатмънти се наблюдава разлика между стойностите

от страната на свързващата ги гредка и срещуположните за основата на аксиалната стена и за средата на аксиалната стена.

Точността на конструкциите в маргиналната зона е от решаващо значение за успеха на протетичното лечение. Колкото по-голямо е несъответствие в тази област, толкова повече циментиращият агент е подложен на разтваряне от оралните течности. Освен това е налице плак-ретентивен фактор, който представлява предпоставка за развитие на възпаление в меките тъкани и последващи усложнения. Здравето на меките тъкани е от първостепенно значение за стабилна взаимовръзка между пародонта и конструкцията.

Етапите от лабораторния процес са свързани с реализираната накрая маргинална адаптация и точността на прилягане на конструкциите. От една страна стоят стъпките по проектиране на дизайна на супраструктурите, а от друга самият производствен процес.

Влияние може да оказат и производствените техники, вида на използвания материал, процеса на фрезозане с различен диаметър на фрезите, както и циклите на изпичане и синтероване, които могат да доведат до свиване и да повлияят на маргиналната адаптация

Изследването показва, че при използване на скан бодита в етапа на сканиране стойностите на дебелината на цимента са под критичната граница от 100 микрона. Това означава, че тази методология на сканиране осигурява по-точно и контролирано позициониране на конструкциите, което би намалило риска от усложнения в последствие и би гарантирало клиничен успех.

Предвид получените стойности след проведения сравнителен анализ се вижда, че в групата на сканираните надстройки се наблюдава разлика в измерванията между медиалната и дисталната стена на опорите. От казаното до тук бихме предположили, че тези отклонения могат да се дължат на наличието на свързваща гредка между 35 и 37, тъй като тя може да осигури допълнителна механична здравина, по-равномерно разпределение на напреженията около нея по време на процеса на фрезозане и евентуални деформациите около нея да бъдат по-ниски. Друг важен момент е етапът на синтероване, който протича под много висока температура и това води до допълнително свиване, като от страната на гредата то може да е по-малко.

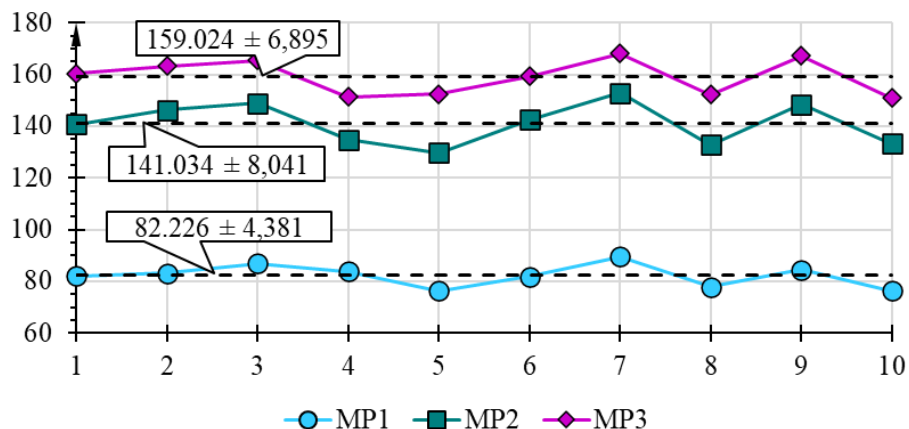
При анализа ясно се наблюдава тенденция за по-прецизни резултати в групата на скан бодитата, където стойностите по изследваните параметри са по-ниски. В тази група няма съществена разлика между изследваните точки по медиалната и дисталната стена на тестовите тела. Това ни навежда на мисълта, че вероятна причина за разликата между двете изследвани групи при сканиране на абатмънти и сканиращ аналог е начинът на сканиране, тъй като обекти се различават по своите оптични свойства и геометрия.

IV.3. Резултати и обсъждане по задача 3

Резултати по проведеното лабораторно изследване за анализ и сравняване на точността на супраструктури върху абатмънти сканирани по два метода с интраорален скенер и принтирани по SLM технология. Първата подгрупа са изработени чрез сканиране на надстройката, а втората със сканиращ аналог.

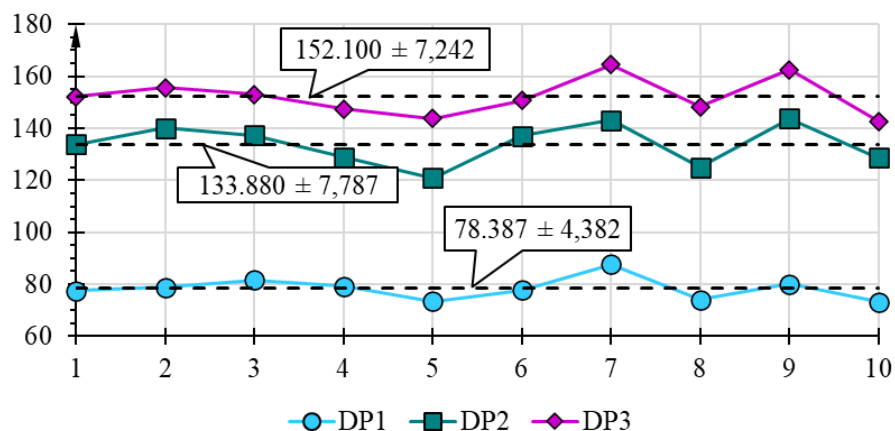
IV.3.1. Резултати от първа подгрупа - сканиране на надстройката:

В графичен вид на **Фиг.59** са представени получените резултати в средни стойности със стандартно отклонение от проведените измервания на отстоянието между пробните тела до надстройките в конкретни точки по медиалната стена на 35. Графиката показва стойности на три различни измервани параметри т.MP1, т.MP2 и т.MP3 при десет пробни тела. След статистическия анализ са отчетени средни стойности за т.MP1-82.226, т.MP2 - 141.034 и т.MP3-159.024 μm .



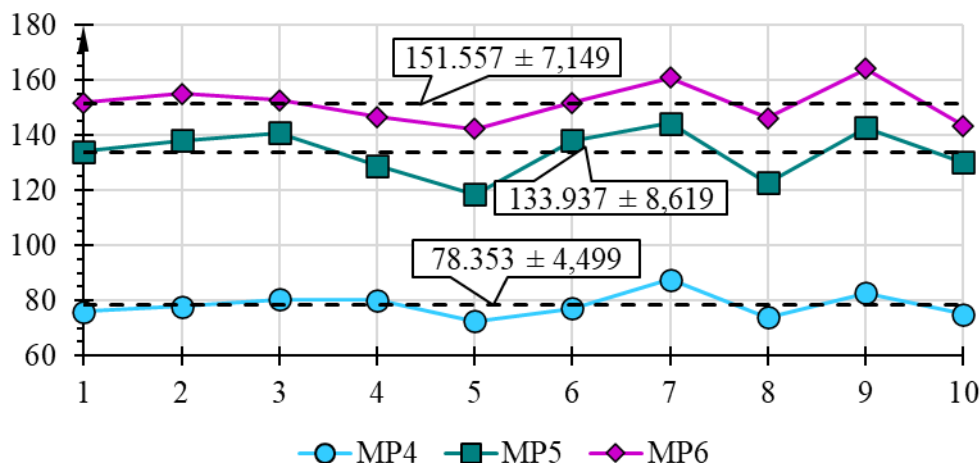
Фиг.59 Сравнителен анализ на разстоянието по медиалната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 35: т.МР1- външна точка на прага, т.МР2- основа на аксиалната стена и т.МР3-среда на аксиалната стена в μm .

На **фиг.60** са показани резултатите за дисталната стена на 35. Графиката показва измерванията т.ДР1, т.ДР2 и т.ДР3. След обработката са отчетени средни стойности за т.ДР1-78,384, т.ДР2 -133.880 и т.ДР3-152.100 μm .

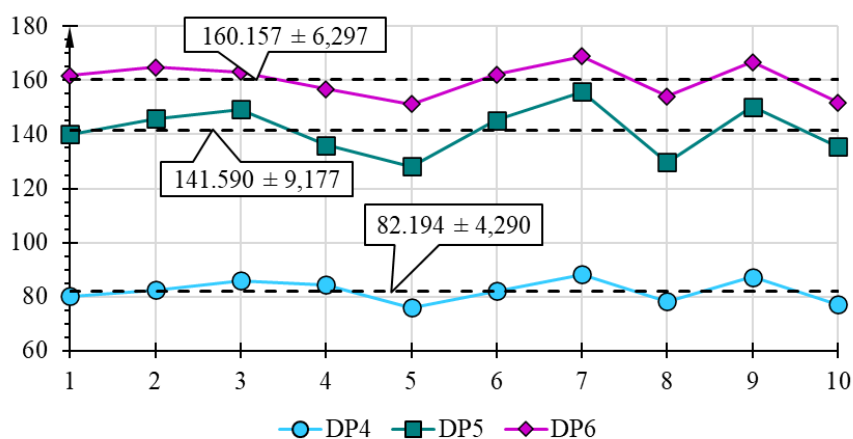


Фиг.60 Сравнителен анализ на разстоянието по дисталната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 35 в μm .

Анализът на резултатите на **фиг.61** и **фиг.62** показва средните стойности със стандартно отклонение за медиалната и в т.МР4, т.МР5 и т.МР6 и т.ДР4, т.ДР5 и т.ДР6 по дисталната стена на 37.



Фиг.61 Сравнителен анализ на разстоянието по медиалната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 37 в μm.



Фиг.62 Сравнителен анализ на разстоянието по дисталната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 37 в μm.

След проведения дискриптивен анализ спрямо външните и вътрешните точки на 35 и 37, са получени средни стойности със стандартни отклонения. Резултатите от проведените измервания са представени в **табл.1**. Според направения анализ се вижда, че има разлика между медиалната и дисталната повърхност в т.МР1 и т.ДР1 за 35 както и между т.МР4 и т.ДР4 за 37, като стойностите от страната на гредата са по-ниски ($p < 0,05\%$).

Табл.1 Сравнителен анализ на отстоянието в отделни точки по медиалната и дисталната повърхност на пробните тела по метода на сканирана надстройка измерено с стереомикроскоп при 35 и 37: в областта на прага

Изследвани групи	35		37	
Пробно тяло Со-Сг и сканирана надстройка	Средна стойност $\pm$ CO	Мин. / Макс.	Средна стойност $\pm$ CO	Мин. / Макс.
Външни точки до прага медиално	т. МР₁		т. МР₄	
	82,226 $\pm$ 4,381	76,29 / 89,53	78,353 $\pm$ 4,499	72,59 / 87,53
Външни точки до прага дистално	т. ДР₁		т. ДР₄	
	78,387 $\pm$ 4,382	73,26 / 87,75	82,194 $\pm$ 4,290	75,92 / 88,17
Р стойност	> 0,05		> 0,05	

В табл.2 е представен сравнителен анализ показващ измерванията на разстоянието между мостокрепителите и абатмънтите в т.МР2 и т.ДР2 при 35, както и т.МР5 и т.ДР5 при 37 по медиалните и дисталните стени. Вижда се, че има разлика между медиалната и дисталната повърхност т.МР2 и т.ДР2 за 35 както и между т.МР5 и т.ДР5 за 37. Наблюдава се, че и при двата носителя стойностите, които са от страната на гредата т. ДР2 и т.МР5 са по-малки в сравнение от кореспондиращите им точки към страната на ограничаващите дефекта зъби т.МР2 и т.ДР2 ($p < 0,05\%$).

Табл.2 Сравнителен анализ на отстоянието в отделни точки по медиалната и дисталната повърхност на пробните тела по метода на сканирана надстройка измерено със стереомикроскоп при 35 и 37: в основата на аксиалните стени в μm .

Изследвани групи	35		37	
Пробно тяло Co-Cr и сканирана надстройка	Средна стойност $\pm$ CO	Мин. / Макс.	Средна стойност $\pm$ CO	Мин. / Макс.
Основи на аксиални стени медиално	т. МР₂		т. МР₅	
	141,034 $\pm$ 8,041	129,78 / 152,82	133,937 $\pm$ 8,619	118,68 / 144,41
Основи на аксиални стени дистално	т. ДР₂		т. ДР₅	
	133,880 $\pm$ 7,787	120,91 / 143,77	141,590 $\pm$ 9,177	128,13 / 155,82
Р стойност	> 0,05		> 0,05	

В **табл.3** са сравнени измерванията между т.МР3 и т.ДР3 при 35, както и т.МР6 и т.ДР6 при 37 по медиалните и дисталните стени. Проведения анализ показва, че има разлика между медиалната и дисталната повърхност т.МР3 и т.ДР3 за 35 както и между т.МР6 и т.ДР6 за 37. Наблюдава се, че и при двата носителя стойностите, които са от страната на гредата т. ДР3 и т.МР6 са по-малки в сравнение от кореспондиращите им точки към страната на ограничаващите дефекта зъби т.МР3 и т.ДР6. ($p < 0,05\%$).

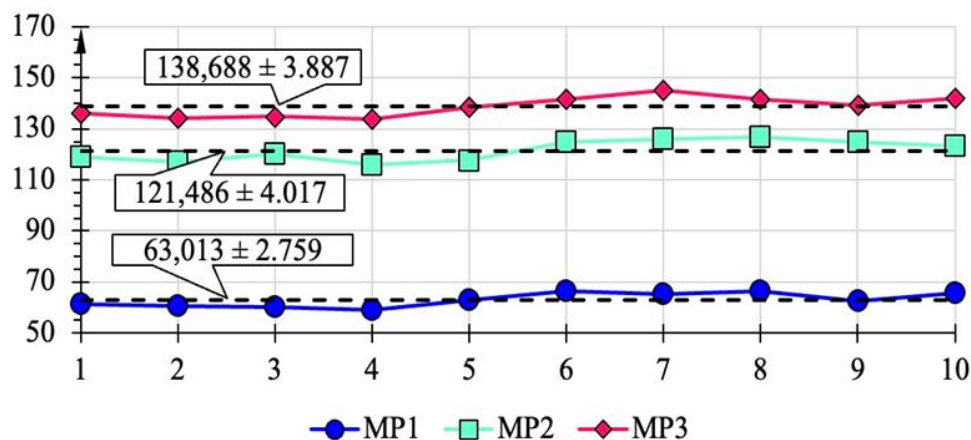
Табл.3 Сравнителен анализ на отстоянието в отделни точки по медиалната и дисталната повърхност на пробните тела по метода на сканирана надстройка измерено със стереомикроскоп при 35 и 37: в средата на аксиалните стени в μm .

Изследвани групи	35		37	
Пробно тяло Co-Cr и сканирана надстройка	Средна стойност $\pm$ CO	Мин. / Макс.	Средна стойност $\pm$ CO	Мин. / Макс.
Среда на аксиални стени медиално	т. МР₃		т. МР₆	
	159,024 $\pm$ 6,895	150,78 / 168,14	151,557 $\pm$ 7,149	142,38 / 164,15

Среда на аксиални стени дистално	т. DP ₃		т. DP ₆	
	152,100±7,242	142,72 / 164,58	160,157±6,297	151,23 / 168,91
Р стойност	< 0,05		< 0,05	

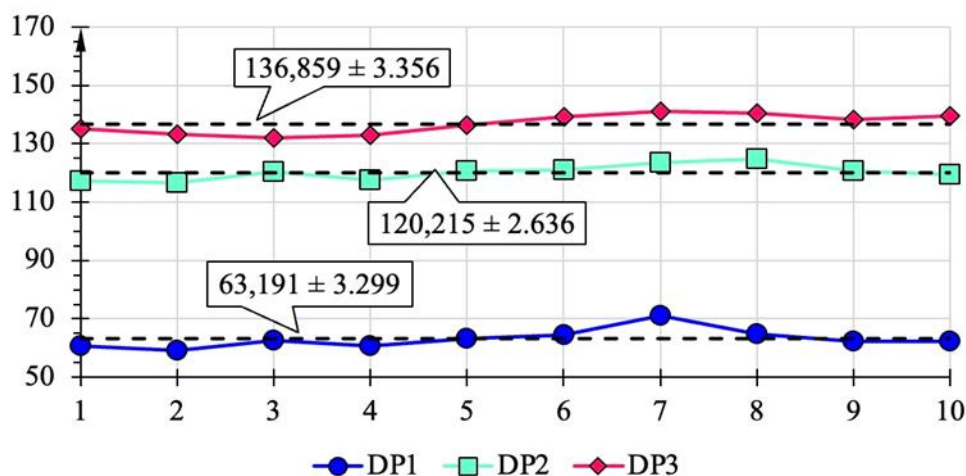
IV.3.2. Резултати от втора подгрупа сканиране на сканиран аналог:

В графичен вид на **фиг.63** са представени получените резултати в средни стойности със стандартно отклонение от проведените измервания на отстоянието между пробните тела до надстройките след сканиране на сканиращи аналози в конкретни точки по медиалната стена на 35. Графиката показва стойности на три различни измервани параметри т.MP1, т.MP2 и т.MP3 за 10 пробни тела. След статистическия анализ са отчетени средни стойности за т.MP1-63.013, т.MP2-121.486 и т.MP3-138.688 μm .



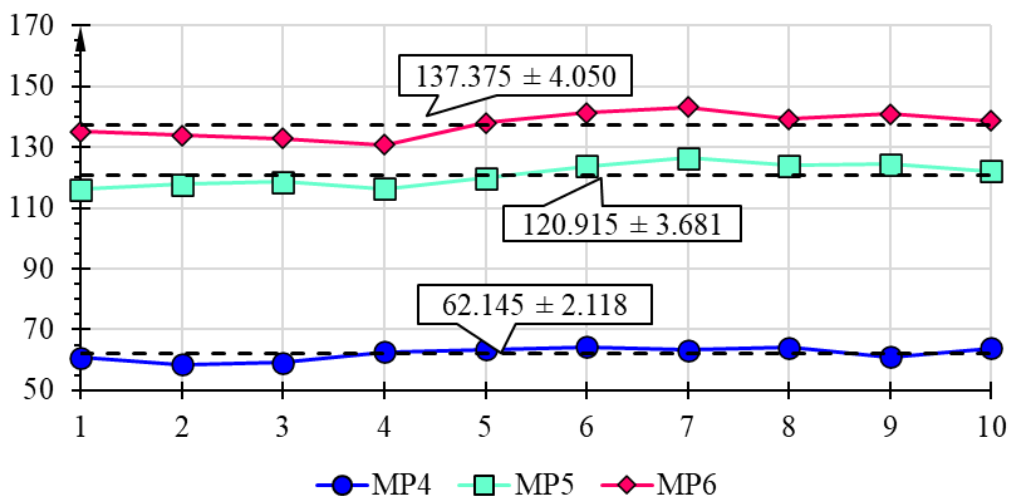
Фиг.63 Сравнителен анализ на разстоянието по медиалната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 35 в μm .

Графиката на **Фиг.64** показва получените измервания по дисталната стена на 35 в т.DP1, т.DP2 и т.DP3. Отчетени са средни стойности т.DP1-63.191, т.DP2-120.215 и т.DP3-136.859 μm .



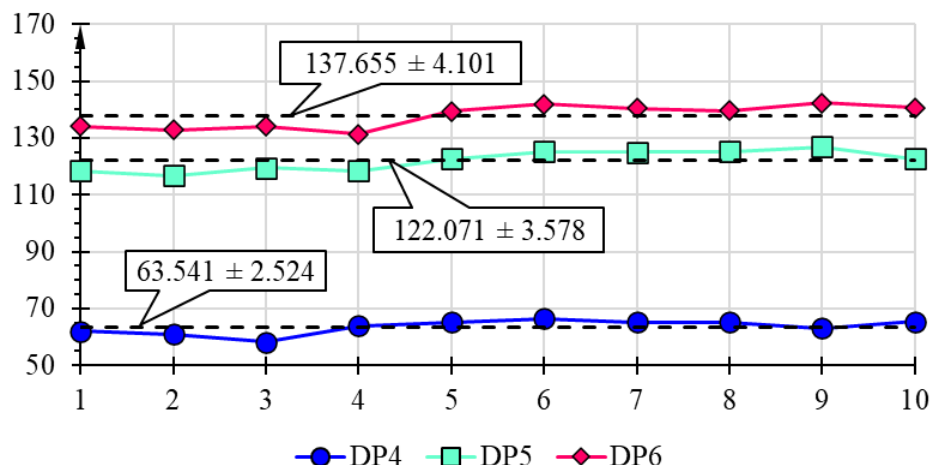
Фиг.64 Сравнителен анализ на разстоянието по дисталната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 35 в μм.

На **фиг.65** са илюстрирани измерванията по медиалната стена на 37 в т.МР4, т.МР5 и т.МР6 със средни стойности т.МР4-62.145, т.МР5- 120.915 и т.МР6-137.375 μм.



Фиг.65 Сравнителен анализ на разстоянието по медиалната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 37 в μм.

В графичен вид на **фиг.66** са представени получените резултати в средни стойности със стандартно отклонение по дисталната стена на 37. Показани са стойности съответно за: т.ДР4- 63.541, т.ДР5- 122.071 и т.ДР6- 137.655 μм.



Фиг.66 Сравнителен анализ на разстоянието по дисталната стена между мостокрепителите и надстройките в изследваните точки за 37 в μm .

След проведения описателен анализ са представени получените резултати в средни стойности със стандартно отклонение, както и минимални и максимални стойности от проведените измервания на отстоянието между пробните тела до абатмънтите в конкретни точки по медиалната стена на 35 и 37. Според направения анализ се вижда, че няма съществена разлика между медиалната и дисталната повърхност (**Табл.4**)

Табл.4 Сравнителен анализ на отстоянието в отделни точки по медиалната и дисталната повърхност на пробните тела по метода със сканиран аналог измерено със стереомикроскоп при 35 и 37: в областта на прага в μm .

Изследвани групи	35		37	
Пробно тяло Co-Cr и сканиран аналог	Средна стойност $\pm$ CO	Мин. / Макс.	Средна стойност $\pm$ CO	Мин. / Макс.
Външни точки до прага медиално	т. MP₁		т. MP₄	
	63.013 $\pm$ 2.759	59.16 / 66.57	62.145 $\pm$ 2.118	58.55 / 64.39
Външни точки до прага дистално	т. DP₁		т. DP₄	
	63.191 $\pm$ 3.299	59.14 / 71.21	63.541 $\pm$ 2.524	58.21 / 66.39
Р стойност	> 0,05		> 0,05	

В **табл.5** е представен сравнителен анализ на получените резултати на четири различни измервани параметри т.MP2 към т.DP2 и т. MP5 към т.DP5 в средни стойности на медиалната стена на 35 и 37, както и минимално и максимално измерените стойности. Не се наблюдава съществена разлика между медиалната и дисталната повърхност.

***Табл.5** Сравнителен анализ на отстоянието в отделни точки по медиалната и дисталната повърхност на пробните тела по метода със сканиран аналог измерено със стереомикроскоп при 35 и 37: в основата на аксиалните стени в μ т.*

Изследвани групи	35		37	
Пробно тяло Co-Cr и сканиран аналог	Средна стойност $\pm$ CO	Мин. / Макс.	Средна стойност $\pm$ CO	Мин. / Макс.
Основи на аксиални стени медиално	т. MP₂		т. MP₅	
	121.486 $\pm$ 4.017	115.96 / 126.68	120.915 $\pm$ 3.681	116.04 / 126.47
	т. DP₂		т. DP₅	

Основи на аксиални стени дистално	120.215±2.636	116.61 / 124.87	122.071±3.578	116.72 / 126.85
Р стойност	> 0,05		> 0,05	

В табл.6 са представени резултатите за 35 и 37. Според направения анализ се вижда, че няма съществена разлика между медиалната и дисталната повърхност. Разликата между средните стойности е минимална ($p>0,05\%$).

Табл.6 Сравнителен анализ на отстоянието в отделни точки по медиалната и дисталната повърхност на пробните тела по метода със сканиран аналог измерено със стереомикроскоп при 35 и 37: в средата на аксиалните стени в μm

Изследвани групи	35		37	
Пробно тяло Co-Cr и сканиран аналог	Средна стойност $\pm$ CO	Мин. / Макс.	Средна стойност $\pm$ CO	Мин. / Макс.
Среда на аксиални стени медиално	т. MP₃		т. MP₆	
	138.688±3.887	133.71 / 145.13	137.375±4.050	130.74 / 143.19
Среда на аксиални стени дистално	т. DP₃		т. DP₆	
	136.859±3.356	132.05 / 141.04	137.655±4.101	131.24 / 142.31
Р стойност	> 0,05		> 0,05	

IV.3.3 Обсъждане по трета задача

Настоящото лабораторно изследване има за цел да анализира и сравни маргиналната адаптация и точността на прилягане на пробни тела изработени от Co-Cr сплав по SLM технология върху абатмънти и изработени по два различни начина:

1. Сканиране с интраорален скенер на избраната надстройка
2. Сканиране с интраорален скенер на сканиращ аналог

При сканираните абатмънти стойностите от страната на ограничаващите дефекта зъби са по-високи от измерените към свързващата гредка. В сравнение с другата изследвана група стойностите също са по-високи. На базата на направения анализ имаме основание да мислим, че използването на сканиращите аналози води до получаване на по-добри резултати относно показателя "маргинална адаптация" в сравнение с групата на сканираните абатмънти. Тази методология осигурява по-добра прецизност в тази иначе критична за успеха на протетичното лечение зона. При сравняването на показателя маргинална адаптация при пробните тела изработени по двете методологии, стана ясно, че в групата на скан бодитата са получени по-ниски средни стойности. Това би означавало, че супраструктури изработени по тази методология ще са подложени на по-малко микропросмукване и разтваряне на цимента от оралните течности. Въпреки това получените стойности в групата на сканираните абатмънти също са в границите на допустимото и не преминават 100 микрона, което от своя страна показва, че при правилно изпълнение методът също може да бъде надежден.

Относно показателя точност на прилягане се установи, че групата на сканираните аналози са с по-добри показатели. При всички измервания резултатите са равномерни и не се наблюдават големи отклонения. В групата на сканираните абатмънти измерените стойности са по-високи. Освен това в тази група се наблюдава разлика между стойностите от страната на свързващата ги гредка и срещуположните в основата на аксиалната стена и средата на аксиалната стена. Тези разлики може да се дължат на различната методология на сканиране на моделите, както и от спецификите на работния процес.

Материалът, от който са изработени конструкциите и технологията на получаването им могат да окажат влияние върху маргиналната адаптация и точността на прилягане.

Спецификите на производствения процес и технологичния режим заема първостепенно значение за изграждане на конструкции с минимални дефекти. Освен това параметри като мощност на лазера, скорост на сканиране, размер на праховите частици, стъпка между отделните слоеве, както и дебелината им

могат да са причина за неравномерно стопяване на праховите частици и това да се отрази на точността на обектите.

От проведения сравнителен анализ се вижда, че има разлика в измерванията между медиалната и дисталната стена в групата на сканираните надстройките. Възможна причина за това е свързващата греда между 35 и 37. Тъй като процесът на изграждане на слоевете при селективно лазерно стопяване протича под много висока температура, съпроводено с последващо бързо охлаждане е възможно да настъпят напрежения и дефекти в отделните слоеве. Освен това металните частици преминават през фазови превръщания по време на тези процеси, свързани с разширението по време на стопяването и свиването при следващото охлаждане. Можем да предположим, че свързващата греда осигурява стабилност и предотвратява изкривявания и деформации в тези зони по време на редуващите се цикли.

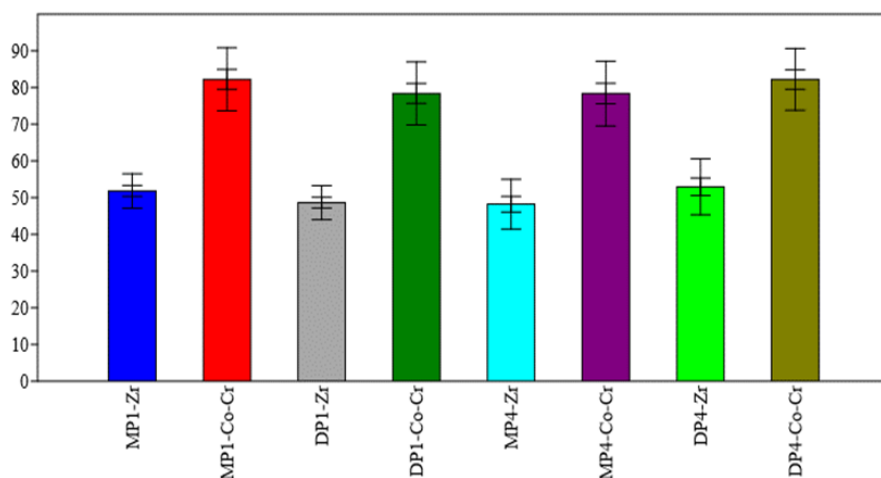
При анализа на резултатите става ясно, че в групата на скан бодитата не се наблюдават толкова големи разлики между медиалната и дисталната стена на опорите. При всички пробни тела се използваха едни и същи параметри в етапа на софтуерното моделиране на дизайна им, както и в следващите етапи от производствения процес. Тъй като в предходната задача резултатите за групата на сканираните аналози също са по-ниски, това ни дава основание да насочим внимание към методологията на сканиране. Смятаме, че вероятна причина за това са различната геометрия, оптични свойства на сканираните обекти и софтуерната съвместимост. Отличните оптични свойства на сканиращите аналози подпомагат точното пренасяне на позицията на импланта, като това улеснява получаването на по-точни данни за последващото изработване на конструкцията.

IV.4. Резултати и обсъждане по задача 4

Сравнителна оценка дебелината на циментиращия слой между кепета, трансферирани с помощта на директно сканиран абатмънт и сканиращи аналози с интраорален скенер по субтрактивна и адитивна технология.

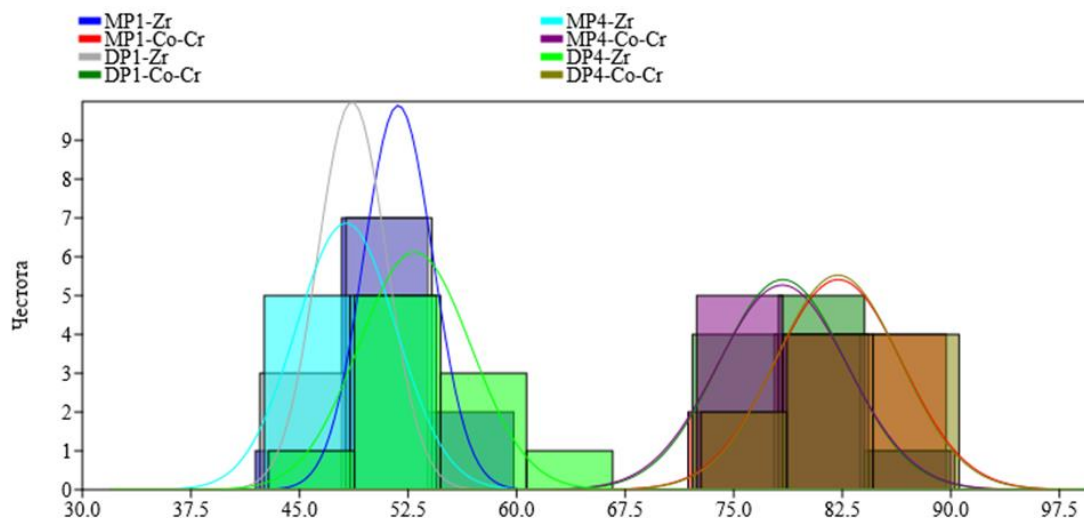
IV.4.1 Резултати от първа подгрупа - сканиране на надстройка:

Настоящият анализ има за цел да изследва разликите между проведени измервания на отстоянието между пробните тела до надстройките в определени точки за 35 и 37 отговарящи на външна точка на прага медиално и дистално, обозначени като MP1, DP1, MP4 и DP4. Образците са подложени на две различни технологии за производство-фрезование на ZrO₂ и принтиране на Co-Cr. Данните са представени под формата на диаграма на средните стойности и стандартните отклонения, и хистограма, изобразяваща разпределението на стойностите (Фиг.67).



Фиг.67 Диаграма на средните стойности и стандартните отклонения за измерванията от MP1-ZrO₂, MP1-Co-Cr, DP1-ZrO₂, DP1-Co-Cr, MP4-ZrO₂, MP4-Co-Cr, DP4-ZrO₂ и DP4-Co-Cr.

Хистограмите (Фиг.68) показват разпределението на стойностите за всяка група. т. MP1-ZrO₂ и т. DP1-ZrO₂ имат разпределения със средни стойности около 50 μ m, което показва относителна хомогенност на тези измервания. т. MP1-Co-Cr и DP1-Co-Cr имат разпределения с по-високи средни стойности и по-голямо разпръскване, което предполага по-голяма вариативност при обработката на Co-Cr. т. MP4 и т. DP4 групите следват сходни тенденции.



Фиг.68 Хистограма на разпределението на стойностите за всяка комбинация от измервания и материал от MP1-ZrO₂, MP1-Co-Cr, DP1-ZrO₂, DP1-Co-Cr, MP4-ZrO₂, MP4-Co-Cr, DP4-ZrO₂ и DP4-Co-Cr

Тестът на Tukey's е проведен за множествени сравнения след ANOVA, за да се установи кои точно групи се различават значимо една от друга. Резултатите от теста на Tukey's показват, че има значими разлики между различните групи, като повечето сравнения отхвърлят нулевата хипотеза за равенство на средните стойности.

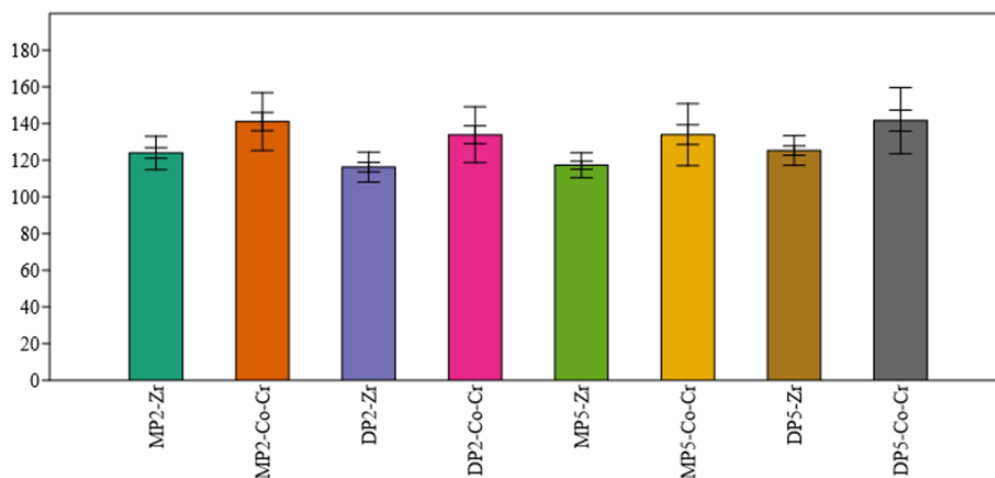
Табл.7 Сравнение на групи с ZrO₂ и Co-Cr между т.МР1, т.ДР1, т.МР4 и т.ДР4

Група 1	Група 2	Средна разлика, μm	р стойност	Долно ниво, μm	Горно ниво, μm
DP1-Co-Cr	DP1-ZrO ₂	27,05	0,001	24,555	29,545
DP1-Co-Cr	DP4-ZrO ₂	25,64	0,001	23,145	28,135
DP1-Co-Cr	MP1-ZrO ₂	26,28	0,001	23,785	28,775
DP1-Co-Cr	MP4-ZrO ₂	28,07	0,001	25,575	30,565
DP1-ZrO ₂	DP4-Co-Cr	-20,46	0,001	-22,955	-17,965
DP1-ZrO ₂	MP1-Co-Cr	-23,43	0,001	-25,925	-20,935
DP1-ZrO ₂	MP4-Co-Cr	-29,59	0,001	-32,085	-27,095
DP4-Co-Cr	DP4-ZrO ₂	19,05	0,001	16,555	21,545
DP4-Co-Cr	MP1-ZrO ₂	19,69	0,001	17,195	22,185
DP4-Co-Cr	MP4-ZrO ₂	21,48	0,001	18,985	23,975
DP4-ZrO ₂	MP1-Co-Cr	-22,02	0,001	-24,515	-19,525

DP4-ZrO2	MP4-Co-Cr	-28,18	0,001	-30,675	-25,685
MP1-Co-Cr	MP1-ZrO2	22,66	0,001	20,165	25,155
MP1-Co-Cr	MP4-ZrO2	24,45	0,001	21,955	26,945
MP1-ZrO2	MP4-Co-Cr	-28,82	0,001	-31,315	-26,325
MP4-Co-Cr	MP4-ZrO2	30,60	0,001	28,105	33,095

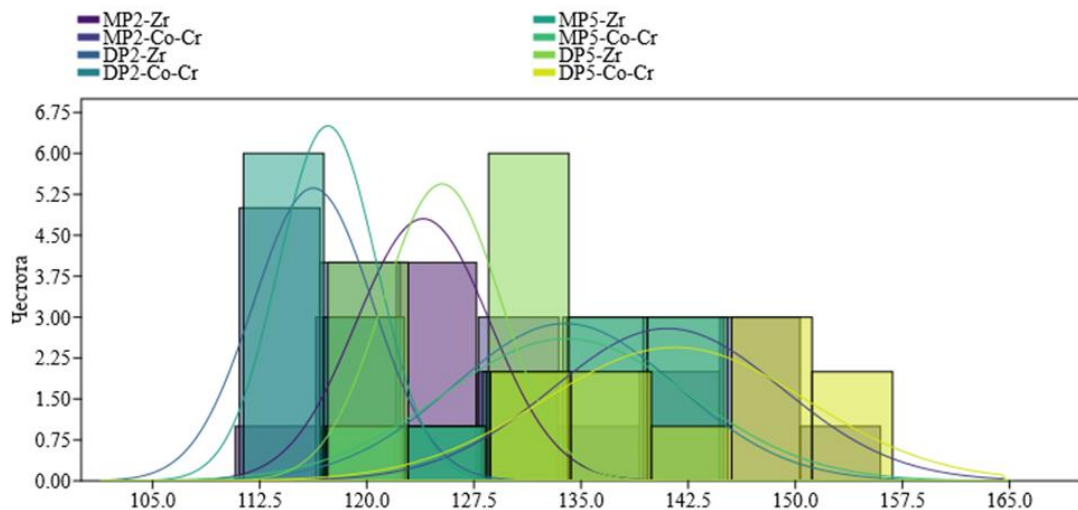
От анализа на данните и визуализациите можем да заключим, че при пробните тела изработени от Co-Cr се наблюдават по-високи стойности в сравнение с обработката на ZrO2 за всички разгледани групи.

От диаграмата представена на **Фиг.69** може да се видят следните ключови тенденции:Измерването за т.MP2-ZrO2 показва средна стойност от приблизително 123,38 μm с относително ниска вариация. За т.MP2-Co-Cr се наблюдават значително по-високи средни стойности, около 140,72 μm , което подчертава разликата с при измерванията между двете групи. Средните стойности за т.DP2-ZrO2 са около 120,12 μm , докато за т.DP2-Co-Cr те са приблизително 133,9 μm , отново отразява по-високатите стойности при пробните тела изработени от Co-Cr. Сходни модели се забелязват и при групите MP5 и DP5.



Фиг.69 Диаграма на средните стойности и стандартните отклонения за измерванията от MP2-ZrO2, MP2-Co-Cr, DP2-ZrO2, DP2-Co-Cr, MP5-ZrO2, MP5-Co-Cr, DP5-ZrO2 и DP5-Co-Cr.

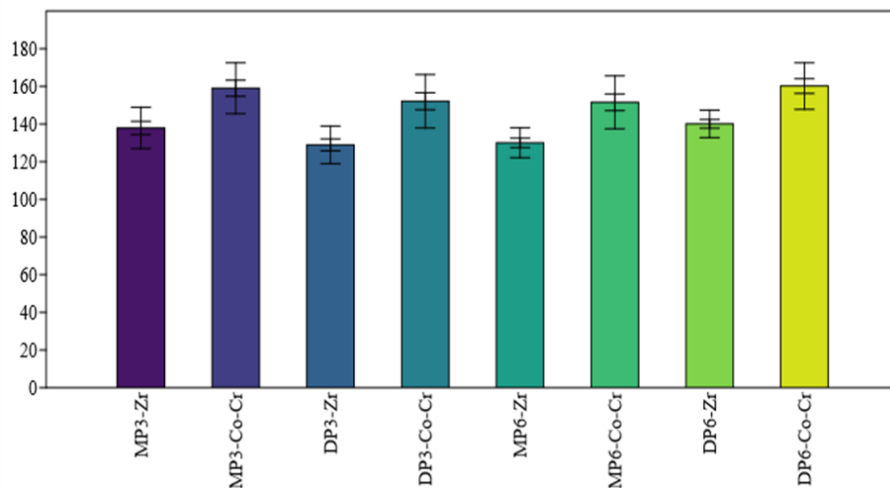
Хистограмите илюстрират разпределението на стойностите за всяка група (**Фиг.70**).



Фиг.71 Хистограма на разпределението на стойностите за всяка комбинация от измервания и материал от MP2-ZrO₂, MP2-Co-Cr, DP2-ZrO₂, DP2-Co-Cr, MP5-ZrO₂, MP5-Co-Cr, DP5-ZrO₂ и DP5-Co-Cr

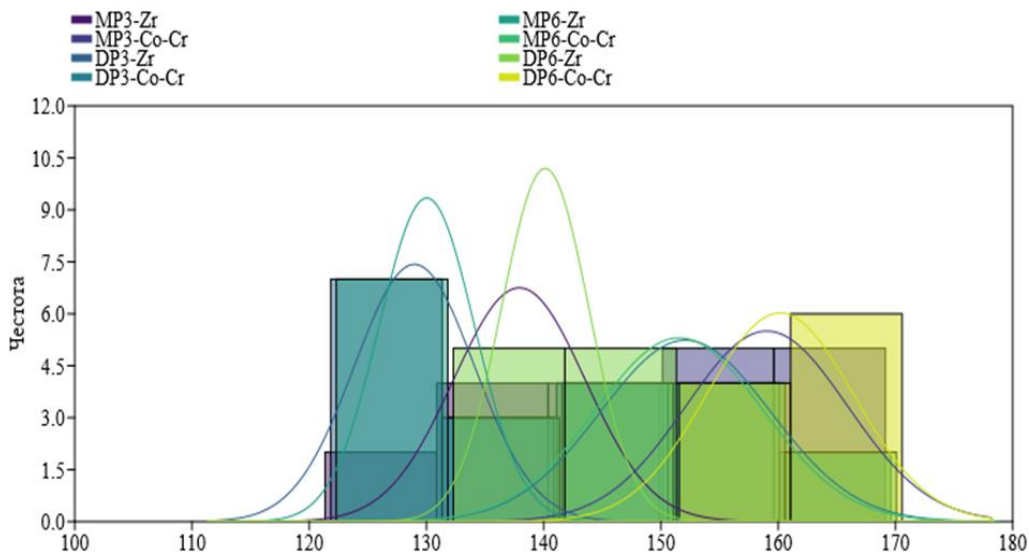
Резултатите от теста Tukey's показват значими разлики между групите, като средните стойности на поне в две от групите се показват статистически значими разлики. Тези резултати показват, че има значима разлика между групите MP2-Zr и MP2-Co-Cr. От проведените до тук анализи на резултатите можем да направим извод, че изработените от Co-Cr образци дават по-високи стойности в сравнение с тези от ZrO₂ за всички разгледани групи.

От диаграмата на **фиг.72** могат да се наблюдават следните основни тенденции: т.МР3-Сo-Сr показва значително по-високи средни стойности в сравнение с т.МР3-ЗrO₂., т.ДР3-Сo-Сr също показва по-висока стойност спрямо т.ДР3-ЗrO₂. Подобни са резултатите, които се наблюдават и при т.МР6 и т.ДР6 групите.



Фиг. 72 Диаграма на средните стойности и стандартните отклонения за измерванията от MP3-ZrO₂, MP3-Co-Cr, DP3-ZrO₂, DP3-Co-Cr, MP6-ZrO₂, MP6-Co-Cr, DP6-ZrO₂ и DP6-Co-Cr

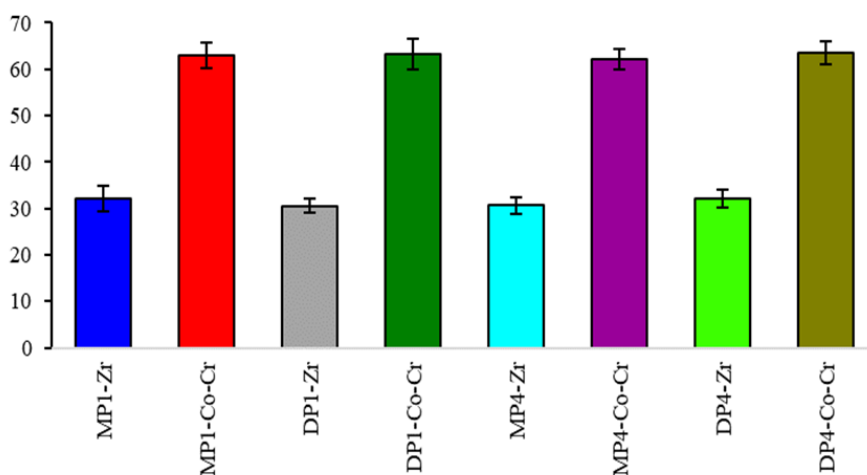
Хистограмите илюстрират разпределението на стойностите за всяка група(Фиг.73).



Фиг. 73 Хистограма на разпределението на стойностите за всяка комбинация от измервания и материал от MP3-ZrO₂, MP3-Co-Cr, DP3-ZrO₂, DP3-Co-Cr, MP6-ZrO₂, MP6-Co-Cr, DP6-ZrO₂ и DP6-Co-Cr

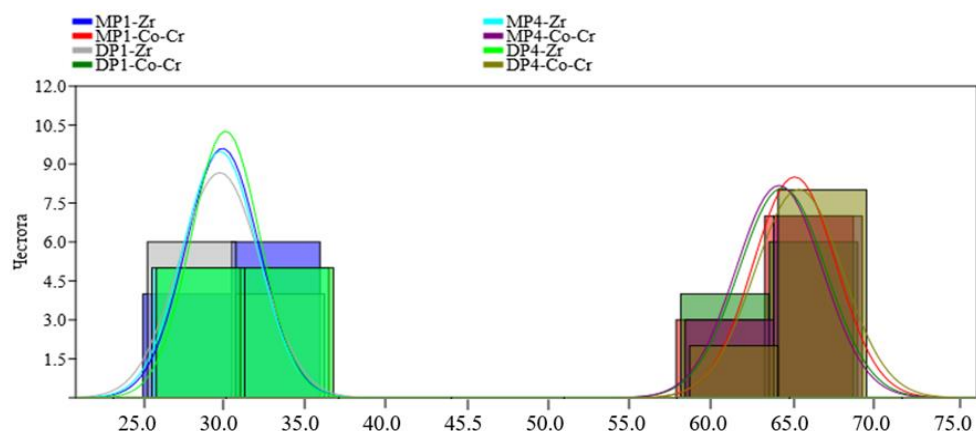
IV.4.2 Резултати от втора подгрупа- сканиране на сканиращ аналог:

Графиката на **фиг.74** показва, че т.MP1-ZrO₂ има средна стойност около 32,209 μm със сравнително ниска вариация. т.MP1-Co-Cr показва значително по-високи средни стойности около 63,013 μm , което предполага значение на начина на получаване на пробните тела от Co-Cr. Сравнението на т.DP1-ZrO₂ спрямо т.DP1-Co-Cr показва по-висока стойност за обработката Co-Cr. Подобни тенденции се наблюдават и при MP4 и DP4 групите.



Фиг. 74 Диаграма на средните стойности и стандартните отклонения за измерванията от MP1-ZrO₂, MP1-Co-Cr, DP1-ZrO₂, DP1-Co-Cr, MP4-ZrO₂, MP4-Co-Cr, DP4-ZrO₂ и DP4-Co-Cr

Хистограмата (**Фиг.75**) показва разпределението на стойностите за всяка група. т.MP1-Co-Cr и т.DP1-Co-Cr имат разпределения с по-високи средни стойности, където т.MP1-ZrO₂ и т.DP1-ZrO₂ имат разпределения със средни стойности около 30 μm , което показва относителна хомогенност на тези измервания. т.MP1-Co-Cr и т.DP1-Co-Cr имат разпределения с по-високи средни стойности и по-голямо разпръскване, което предполага по-голяма вариативност при обработката на образците произведени от Co-Cr. Групите показващи измерените стойности за т.MP4 и т.DP4 следват сходни тенденции



Фиг. 75 Хистограма на разпределението на стойностите за всяка комбинация от измервания и материал от MP1-ZrO₂, MP1-Co-Cr, DP1-ZrO₂, DP1-Co-Cr, MP4-ZrO₂, MP4-Co-Cr, DP4-ZrO₂ и DP4-Co-Cr

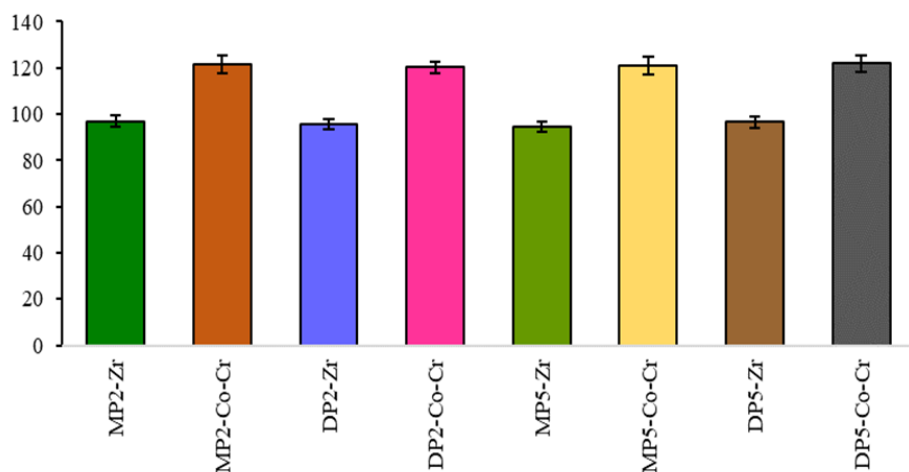
Тестът на Tukey's е проведен за множествени сравнения след ANOVA, за да се установи кои точно групи се различават значимо една от друга, показани в **Табл.8**. Пробните тела изработени от Co-Cr по адитивна технология измерените стойности са по-високи в сравнение с тези за фрезованите в разгледаните групи.

Табл.8 Сравнение на групи с ZrO₂ и Co-Cr между MP1, DP1, MP4 и DP4

Група 1	Група 2	Средна разлика, μm	р стойност	Долно ниво, μm	Горно ниво, μm
DP1-Co-Cr	DP1-ZrO ₂	32,60	0,001	30,18	35,03
DP1-Co-Cr	DP4-ZrO ₂	31,01	0,001	28,48	33,54
DP1-Co-Cr	MP1-ZrO ₂	30,98	0,001	28,13	33,83
DP1-Co-Cr	MP4-ZrO ₂	32,48	0,001	29,99	34,99
DP1-ZrO ₂	DP4-Co-Cr	-32,96	0,001	-34,93	-30,98
DP1-ZrO ₂	MP1-Co-Cr	-32,43	0,001	-34,54	-30,32
DP1-ZrO ₂	MP4-Co-Cr	-31,56	0,001	-33,31	-29,81
DP4-Co-Cr	DP4-ZrO ₂	31,36	0,001	29,26	33,46
DP4-Co-Cr	MP1-ZrO ₂	31,33	0,001	28,86	33,81
DP4-Co-Cr	MP4-ZrO ₂	32,84	0,001	30,77	34,90
DP4-ZrO ₂	MP1-Co-Cr	-30,83	0,001	-33,06	-28,61
DP4-ZrO ₂	MP4-Co-Cr	-29,96	0,001	-31,85	-28,07
MP1-Co-Cr	MP1-ZrO ₂	30,80	0,001	28,22	33,39

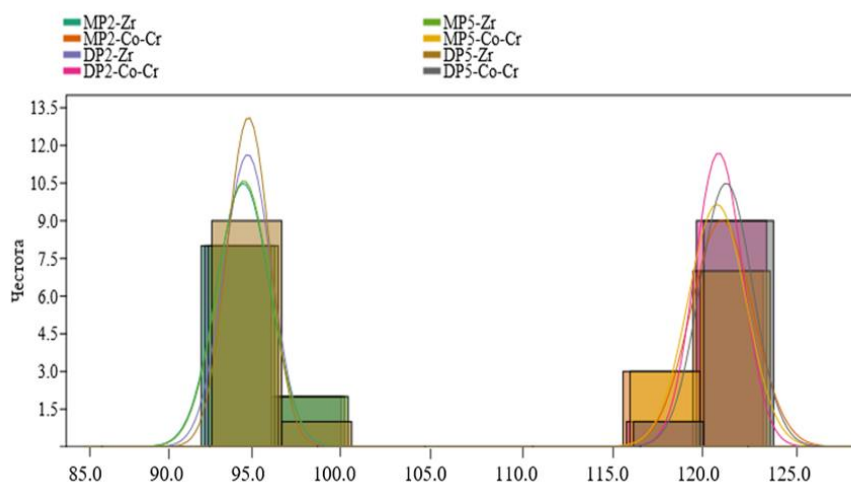
MP1-Co-Cr	MP4-ZrO2	32,31	0,001	30,12	34,50
MP1-ZrO2	MP4-Co-Cr	-29,94	0,001	-32,24	-27,64
MP4-Co-Cr	MP4-ZrO2	31,44	0,001	29,59	33,29

Графиката на **фиг.76** показва средните стойности и стандартните отклонения за всяка група. на анализ е за т.МР2, т.тDP2, т.МР5 и т.DP5



Фиг.76 Диаграма на средните стойности и стандартните отклонения за измерванията от MP2-ZrO2, MP2-Co-Cr, DP2-ZrO2, DP2-Co-Cr, MP5-ZrO2, MP5-Co-Cr, DP5-ZrO2 и DP5-Co-Cr

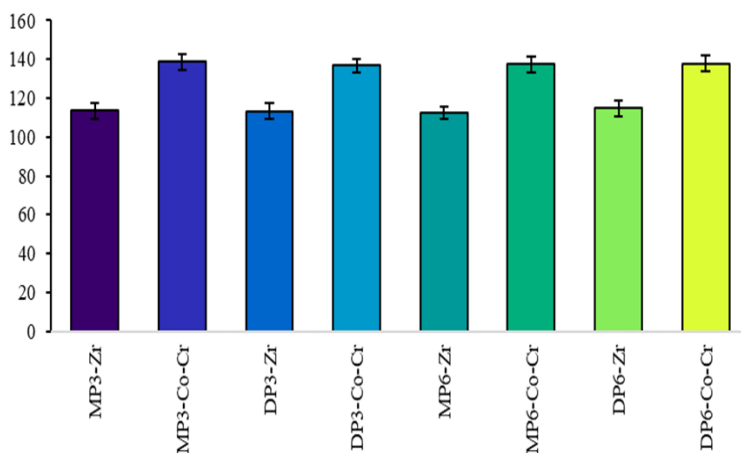
Хистограмата (**Фиг.77**) показва разпределението на стойностите за изследваните групи.



Фиг.77 *Хистограма на разпределението на стойностите за всяка комбинация от измервания и материал от MP2-ZrO₂, MP2-Co-Cr, DP2-ZrO₂, DP2-Co-Cr, MP5-ZrO₂, MP5-Co-Cr, DP5-ZrO₂ и DP5-Co-Cr*

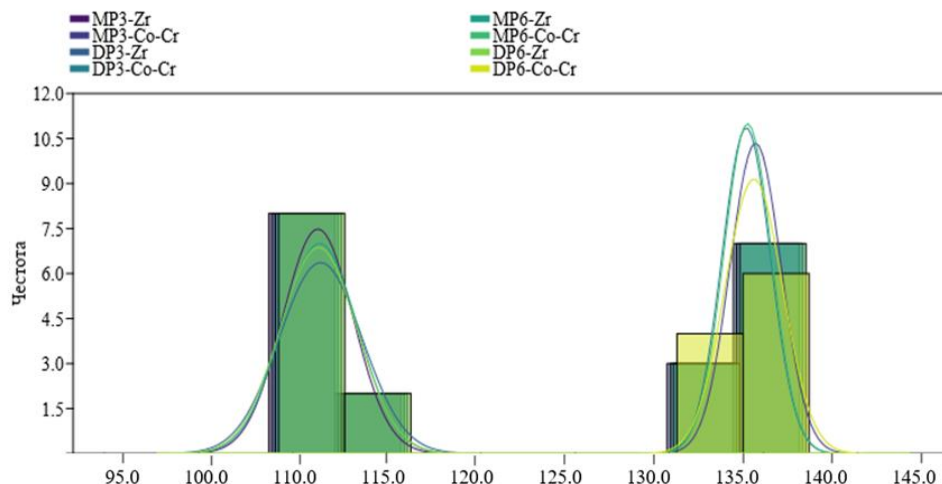
Резултатите от теста на Tukey's показват, че има значими разлики между групите, като повечето сравнения отхвърлят нулевата хипотеза за равенство на средните стойности.

Графика на средните стойности и стандартните отклонения (**Фиг.78**) показва средните стойности и стандартните отклонения за всяка група. MP3-Co-Cr показва значително по-високи средни стойности около 138.688 μm , което предполага значителен ефект на обработката Co-Cr, в сравнение с DP3-ZrO₂ има средни стойности около 113.178 μm .



Фиг.78 *Диаграма на средните стойности и стандартните отклонения за измерванията от MP3-ZrO₂, MP3-Co-Cr, DP3-ZrO₂, DP3-Co-Cr, MP6-ZrO₂, MP6-Co-Cr, DP6-ZrO₂ и DP6-Co-Cr*

Хистограмата (**Фиг.79**) показва разпределението на стойностите показва разпределението на стойностите за всяка група. MP3-Co-Cr и DP3-Co-Cr имат разпределения с по-високи средни стойности и по-голямо разпръскване, което предполага по-голяма вариативност при обработката Co-Cr. MP6 и DP6 групите следват сходни тенденции.



Фиг. 79 Хистограма на разпределението на стойностите за всяка комбинация от измервания и материал от MP3-ZrO₂, MP3-Co-Cr, DP3-ZrO₂, DP3-Co-Cr, MP6-ZrO₂, MP6-Co-Cr, DP6-ZrO₂ и DP6-Co-Cr

Извършва се t-тест между две групи, например MP3-ZrO₂ и MP3-Co-Cr, като резултатите от тях показват, че има статистически значима разлика.

IV.3.3 Обсъждане по четвърта задача

Независимо от статистическата значимост на резултатите при изследванията, те са в границите на клинично приемливото. Въпреки това те ни показват, че методът с прилагането на сканиращи тела и при двете производствени технологии осигурява по-малко маргинално несъответствие, което намалява шанса от разтваряне на цимента и възпаление на меките тъкани, което е изключително важно при протезни конструкции върху опора импланти. Освен това показателите относно вътрешното прилягане в тази група също са по-добри. В групата на сканиращите аналози изработени от циркониев диоксид по субтрактивна технология се отчита много малко отклонение от всички изследвани образци.

V. ИЗВОДИ

1. Въпреки широкото разпространение на съвременни дигитални технологии, повечето от анкетираните лекари по дентална медицина все още предпочитат конвенционалните методи на работа.
2. Повечето от анкетираните лекарите не могат да преценят дали има разлика между точността на конструкции, изработени по дигитален протокол в сравнение с класическите методи.
3. Повечето зъботехнически лаборатории провеждат сканирането на етап модели с предварително избрана надстройка.
4. Необходимо е стандартизиране и оптимизиране на методите за трансфер на информацията между зъботехническите лаборатории и денталните практики, което може да послужи като основа за бъдещи изследвания в посока подобряване на комуникацията и прецизността на изработка на протезни конструкции.
5. Установена е статистически значима разлика между групите на сканираните аналози и сканирани надстройки.
6. Използването на сканиращи аналози осигурява по-добра маргинална адаптация и точност на прилягане на супраструктури върху опора импланти, в сравнение със сканиране на надстройки и при двете технологии- фрезование и селективно лазерно стопяване.
7. Геометрията и оптичните свойства на сканираните аналози осигуряват по-висока прецизност на сканиране и по-точно пренасяне позицията на имплантите, в сравнение със сканирането на надстройки.
8. Установено е, че в групата на сканираните надстройки точността на прилягане в маргиналната зона е с по-високи стойности и при двете технологии - фрезование и селективно лазерно стопяване. Те са в границите на клинично допустимите стойности (под 100 μm).
9. Доказано е, че методът на сканиране на аналозите осигурява по-висока точност в сравнение с метода на сканиране на надстройка.

10. Установено е, че точността на прилягане при двете методологии на сканиране и двете производствени технологии са в границите на допустимите стойности, като осигуряват маргинална адаптация в границите на допустимите 100 μm и точност на прилягане по-малка от 200 μm . С най-голяма точност е комбинацията от сканиращ аналог и фрезование, следва сканирана надстройка и фрезование, сканиращ аналог и селективно лазерно стопяване и сканирана надстройка и селективно лазерно стопяване.

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящият дисертационен труд е продиктуван от бързото развитие на дигиталната дентална медицина, все по-широкото използване на адитивни технологии и различните възможни протоколи на работа.

Анализът на мнението на лекари по дентална медицина и зъботехници показва, че повечето от тях все още предпочитат конвенционалния метод за предаване на информация към зъботехническите лаборатории, които от своя страна обикновено сканират модели. Това показва, че пълният дигитален протокол все още не е напълно внедрен в много практики и често се използва частично дигиталния подход.

В нашето изследване проучихме показателят „маргинална адаптация“ и „точност на прилягане“. Сравнихме и проучихме резултатите получени от две различни методологии за трансфер на информацията към зъботехническата лаборатория, както и две производствени технологии. Установихме, че сканирането на надстройките води до отражения от повърхността им, които могат да нарушат разпределението на светлината и точността на сканиране.

Резултатите потвърждават, че сканиращите аналози осигуряват по-добра маргинална адаптация и точност на прилягане на конструкции върху опора импланти. И при двете производствени технологии се установиха стойности, които са в границите на клинично приемливите.

VII. ПРИНОСИ

Приноси с научно-приложен характер:

Приноси с оригинален характер:

1. За първи път у нас е разработена методика, която да унифицира технология за изследване на адаптационната точност на фиксирани супраструктури чрез машина за твърди срезове.
2. Установено е, че стратегията с прилагане на сканиращ аналог осигурява по-висока точност в сравнение с метода на сканиране на надстройка.
3. Установено е, че маргиналната адаптация и точността на прилягане, които е необходимо да се осигурят при лечение със супраструктури върху опора импланти, се постигат и при двете методологии на сканиране и производствени технологии. Комбинацията от метод на сканиране и технологичен процес на изработка са подредени според реализираната точност. На първо място е групата на сканиран аналог и фрезование, следва сканиране на надстройка и фрезование, сканиране на аналог и селективно лазерно стопяване и сканирана надстройка и селективно лазерно стопяване.

С потвърдителен характер:

1. Използването на сканиращи аналози осигурява по-добра маргинална адаптация и точност на прилягане на супраструктури върху опора импланти в сравнение със сканиране на надстройките и при двете производствени технологии- фрезование и селективно лазерно стопяване.
2. Геометричните и оптичните характеристики на сканираните аналози са основни фактори, които оказват влияние върху осигуряването на по-висока прецизност на сканиране и по-точно пренасяне позицията на имплантите, в сравнение с това при надстройките.

Приноси с приложен характер:

1. Предложена е новоразработена методика за изработване на образци за изследване на маргинална адаптация и точност на прилягане, която може да бъде използвана за бъдещи аналогични изследвания.
2. Предложена е класификация на комбинация от метод на сканиране и производствена технология в зависимост от точността на прилягане, която може да бъде използвана с успех в клиничната практика.

VIII. ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Kirova G. Difficulties in Taking an Impression with an Intraoral Scanner and Making Constructions by Digital Method. International Journal of Science and Research (IJSR), 2023:12(9)
2. Kirova G. Implant impression technique preferences-survey among dental practitioners. MedInform, 2023: 2;1708-1714
3. Kirova G, Katsarov S. Comparative analysis of marginal adaptation and internal fit of zirconia implant suprastructures fabricated using different scanning strategies. International Journal of Science and Research (IJSR), 2024:13(7);1478-1480