

**МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ  
ФАКУЛТЕТ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА  
КАТЕДРА ПО КОНСЕРВАТИВНО ЗЪБОЛЕЧЕНИЕ**

*Ръководител: доц. д-р Севда Михайлова Янчева, доктор*

---

**Д-р Жасмина Валентинова Миронова**

**ЕФЕКТИВНОСТ НА РАЗЛИЧНИ ТЕХНИКИ  
ЗА ОТСТРАНЯВАНЕ НА ИНТРАКАНАЛНИ  
МЕДИКАМЕНТИ (ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ  
И КЛИНИЧНИ ПРОУЧВАНИЯ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

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

**Докторска програма**

„Терапевтична дентална медицина“

Област на висше образование 7. Здравеопазване и спорт

Професионално направление 7.2 Дентална медицина

**Научен ръководител**

Доц. д-р Елка Николаева Радева, доктор

**Рецензенти**

Проф. д-р Радосвета Иванова Василева, дм

Доц. д-р Весела Петрова Стефанова, дм

София, 2024 г.

Дисертационният труд съдържа 228 страници и е онагледен с 43 таблици, 87 фигури и 3 приложения. Библиографията включва 316 литературни източника, от които 16 на кирилица и 300 на латиница.

Задачи № 2 и № 3 са осъществени благодарение на научен проект № 7247/16.11.2021 г. от конкурс „Грант 2022“.

**Публичната защита** ще се състои на 20.05.2024 г., понеделник, 13:30 ч., в Първа аудитория на ФДМ, МУ – София, съгласно чл. 73 от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Медицинския университет – София, и Заповед № РК 36-642/19.03.2024 г. на Ректора на МУ – София, на открито заседание на научното жури в състав:

#### **Вътрешни членове**

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

Доц. д-р Севда Михайлова Янчева, дм

#### **Външни членове**

Проф. д-р Владимир Емануилов Панов, дмн

Доц. д-р Весела Петрова Стефанова, дм – рецензент

Доц. д-р Силвия Димитрова Димитрова, дм

#### **Резервни членове**

Доц. д-р Жанет Кирилова Николова, дм – вътрешен член

Доц. д-р Мая Димитрова Дойчинова, дм – външен член

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

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

## СЪДЪРЖАНИЕ

I. ВЪВЕДЕНИЕ.....	5
II. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ .....	7
СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ.....	8
III. МАТЕРИАЛ.....	8
IV. МЕТОДИ.....	11
V. РЕЗУЛТАТИ .....	29
VI. ОБСЪЖДАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ .....	63
VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	71
VIII. ИЗВОДИ .....	72
IX. ПРИНОСИ .....	73
X. ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	74

## ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

ЗИ – Звукова иригация

КИ – Конвенционална иригация

КК – Коренов канал

ЛАИ – Лазерно асистирана иригация

ЛДМ – Лекарите по дентална медицина

МО – Микроорганизми

ПУИ – Пасивна ултразвукова иригация

Ca(OH)<sub>2</sub> – Calcium hydroxide (калциев хидроксид)

EDTA – Ethylenediaminetetraacetic acid

(етилендиаминтетраоцетна киселина)

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – Hydrogen peroxide (водороден пероксид)

Micro-CT – Micro computed tomography (компютърна  
микротомография)

NaCl – Saline (физиологичен разтвор)

NaOCl – Sodium hypochlorite (натриев хипохлорит)

NiTi – Nickel-Titanium (никел-титан)

SEM – Scanning electron microscopy (сканираща електронна  
микроскопия)

ZnOE – Zinc oxide eugenol (Цинков оксид евгенол)

## I. ВЪВЕДЕНИЕ

Микроорганизмите са основен фактор в развитието на възпалителните заболявания на зъбната пулпа и една от основните цели на ендодонтското лечение е тяхното отстраняване. За да се намаляват или елиминират микроорганизмите от кореноканалната система, съществуват различни методи, като използването на множество инструментални техники за обработка на кореновия канал, различни видове иригационни разтвори и интраканални медикаменти. Проучванията показват, че инструменталната обработка намалява броя на бактериите в кореноканалната система, но поради сложната анатомия на кореновия канал ендодонтските инструменти оставят части от стените му недокоснати и пълното елиминиране на микроорганизмите е малко вероятно. Следователно интраканалната иригация и дезинфекция са необходими допълнителни процедури за отстраняване на размазания пласт и останалите микроорганизми и са в центъра на многобройни клинични и лабораторни изследвания. Съвременната биологично ориентирана ендодонтска терапия трябва да се извършва с подходящи иригационни разтвори и интраканални медикаменти. За да се постигне тази цел на лечението в ендодонтията, от основно значение са максималното намаляване на броя на микроорганизмите в кореноканалната система и предотвратяването на микробното размножаване в ендодонта. Интраканалните медикаменти се смятат за съществена стъпка в унищожаването на остатъчните бактерии в кореновите канали. Използването на интраканален медикамент е това, което може потенциално да наруши хранителните взаимовръзки между микроорганизмите, като елиминира някои бактерии и оставя други, с което се подобрява микробната среда в кореновия канал.

Интраканален медикамент обикновено се препоръчва, когато лечението не може да бъде завършено с едно посещение и има шанс оцелелите интраканални бактерии да се размножават между посещенията. Интраканалните медикаменти обикновено се считат за неразделна част от лечението и са важни за успеха на ендодонтското лечение, но тяхното отстраняване преди obtурирането на кореновия канал е задължително. Остатъците от медикамента, намиращи се върху стените на канала, възпрепятстват проникването на сийлъра в дентиновите каналчета, което намалява стойностите на якост на връзката помежду им. От друга страна, нито една от съществуващите техники и методи не може напълно да отстрани интраканалните медикаменти от кореноканалната система.

## II. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

### Цел

Целта на настоящия дисертационен труд е да се изследва ефективността на различни техники за отстраняване на интраканални медикаменти.

За осъществяване на така формулираната цел си поставихме следните задачи:

### Задачи

1. Да се проучи мнението на общопрактикуващите лекари по дентална медицина в България относно използването на интраканални медикаменти, както и техники за отстраняването им в хода на ортоградно ендодонтско лечение.

2. Да се изследва *in vitro* ефективността на отстраняване на интраканални медикаменти чрез конвенционална иригация, ултразвукова иригация, лазерно активирана иригация, звукова иригация, променливо отрицателно налягане при прави коренови канали.

3. Да се изследва *in vitro* ефективността на отстраняване на интраканални медикаменти чрез конвенционална иригация, ултразвукова иригация, лазерно активирана иригация, звукова иригация, променливо отрицателно налягане при криви коренови канали.

4. Да се изследва влиянието на остатъчния интраканален медикамент върху адхезията на каналопълнежното средство към дентина на корено-каналната стена.

5. Изработване и клинично апробиране на ефективен протокол за отстраняване на интраканални медикаменти.

## **СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ**

### **III. МАТЕРИАЛ**

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

Материалът, използван за осъществяването на проучванията, е следният:

#### **Материал по задача 1**

В анкетното проучване участваха 249 лекари по дентална медицина с различен трудов стаж и работна насоченост, взели участие в X научен конгрес на Столична районна колегия на БЗС „Дентална медицина в условията на пандемия“, проведен на 20-21 февруари 2021 г. в онлайн формат.

### **ЛАБОРАТОРНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ**

#### **Материал по задача 2**

Изследването се провежда върху 138 екстрахирани еднокоренови, интактни зъби с прави коренови канали и завършено кореново развитие. Като прави са определени канали с ъгъл на кривината под  $10^\circ$  по метода на Schneider и използването на рентгенографската компютърна програма Duerr Dental Imaging. Кореновите канали са обработени с машинни никел-титанови ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Switzerland) и ръчни стоманени ендодонтски инструменти. ProTaper Next са изработени от M-wire никел-титанова сплав с правоъгълно напречно сечение с коничност 6% и задвижвани с непрекъсната ротация.

#### **Материал по задача 3**

При тази задача са използвани общо 92 екстрахирани многокоренови зъба, подбрани с криви коренови канали (над



30° кривина на извивката, определена чрез използване на рентгенографска компютърна програма Duerr Dental Imaging и използвайки метода на Schneider. Кореновите канали са обработени с машинни никел-титанови ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Switzerland) и ръчни стоманени ендодонтски инструменти.

Микрокомпютърното изследване по задачи 2 и 3 се извърши в Лабораторията по 3D дигитализация и микроструктурен анализ към Института по информационни и комуникационни технологии към БАН.

#### **Материал по задача 4**

При тази задача са използвани 60 екстрахирани еднокоренови, интактни зъба с прави коренови канали и завършено кореново развитие. Те са с ъгъл на кривината под 10°, определен по метода на Schneider, по същия начин както в задача 2 и 3. Кореновите канали са обработени с машинни никел-титанови ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Switzerland) и ръчни стоманени ендодонтски инструменти.

Оценката на якост на опън се извърши в Лабораторията за експериментално изследване на дентални материали (ЛЕИДМ) на ФДМ, МУ – София.

### **КЛИНИЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ**

#### **Материал по задача 5**

В изследването са включени 30 зъба на пациенти на възраст между 40 и 55 години, които се нуждаят от провеждане на ендодонтско лечение на инфектирани коренови канали. Преди началото на лечението всички пациенти са подписали информирано съгласие. Обработката на кореновите канали е извършена с машинни никел-титанови ProTaper Next (Dentsply Maillefer, Switzerland) и ръчни стоманени ендодонтски инструменти.

По време на обработката на кореновите канали се използва 1% р-р на натриев хипохлорит (*Cerkamed, Stalowa Wola, Poland*), 17% р-р на EDTA – Endo Solution (*Cerkamed, Stalowa Wola, Poland*) и дестилирана вода. Поставят се в кореновия канал интраканалните медикаменти *Calcipast* и *Calcipast с Iodoform (Cerkamed)* в зависимост от степента на инфектиране на кореновите канали.

За отстраняване на интраканалните медикаменти се използват техники, показали по-ефективен резултат в лабораторните изследвания. За наличието на остатъци от интраканалните медикаменти в кореновите канали и за проследяване на резултатите (3 мес., 6 мес.) се използва рентгеновият метод.

След отстраняването на интраканалните медикаменти каналите се obturират със сийлър и калибрирани гутаперкови щифтове за ProTaper Next.

## **IV. МЕТОДИ**

### **Методи по задача 1**

За осъществяване на проучването сред лекарите по дентална медицина бе използван анкетен метод относно мнението на респондентите по едни и същи въпроси, структурирани в анкетна карта, състояща се от 15 въпроса с възможен един или повече от един отговор. Въпросникът бе изготвен на електронен носител.

### **Методи по задача 2**

#### **Подбор и подготовка на екстрахираните зъби**

На всички зъби се прави предварителна дигитална рентгенография. Подбират се образци без наличие на дентикли, калцифицирали коренови канали, външна и вътрешна резорбция и провеждано ендодонтско лечение.

Подбират се зъби с прави коренови канали – до 10° кривина. По време на изследването образците се съхраняват при 100% влажност в 1% воден р-р на тимол, при 4 °С с цел да се избегне дехидратацията до момента на експеримента.

#### **Ендодонтска подготовка на експерименталните зъби**

Стандартизация на образците – премахва се коронарната част на зъба, останалата коренова част на зъба е стандартизирана на 16 mm от върха на корена.

#### **Ендодонтска обработка на образците**

Определянето на работната дължина на всички зъби се извършва с ръчна стоманена К-пила ISO 10 (Dentsply Sirona, Ballaigues, Switzerland).

Всички коренови канали се обработват с пилите ProTaper Next (Dentsply Sirona Endodontics, Ballaigues, Switzerland). Предварително кореновите канали се раширяват с ръчни стоманени инструменти с размери ISO 10 и 15. С първата пила ХА (0.19/.04) се обработва коронарната част на кореновия канал, с останалите пили Х1 (0.17/.04), Х2 (0.25/.06) и Х3 (0.30/.07) ко-

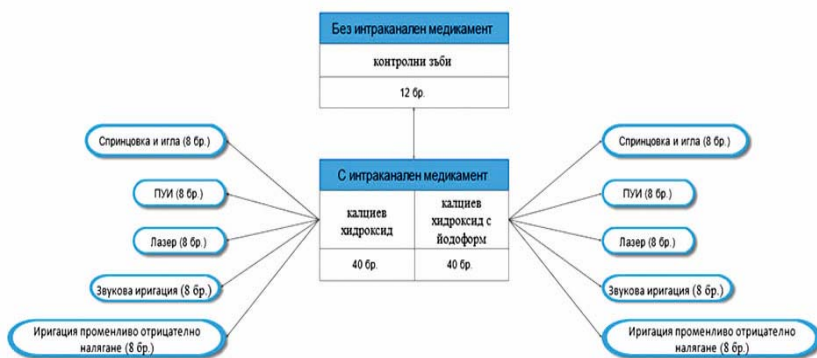
реновият канал се разширява на пълна работна дължина. В областта на апикалния форамен всички образци се обработват до размер ISO 30. Всеки комплект от машинните инструменти се използва за обработка на 3 коренови канала и се използват стандартните настройки на ендодонтския мотор за тази система (при скорост 300 rpm и торг – 2 Ncm (за всички пили).

По време на обработката след всеки инструмент всички коренови канали се промиват с 2 ml 2,5% NaOCl със спринцовка и игла 27G, поставена на 1-2 mm по-късо от работната дължина. Окончателно промиване се извършва с 5 ml 17% EDTA за 1 min, последвана от 5 ml дестилирана вода и 5 ml 2,5% NaOCl за 1 min. Подсушава се с хартиен щифт ХЗ. В зависимост от интраканалния медикамент зъбите са разделени на следните групи:

I група (n = 40) – кореновите канали се запълват с калциев хидроксид

II група (n = 40) – кореновите канали се запълват с калциев хидроксид с йодоформ

III група (n = 40) – кореновите канали се запълват с Индекстол. Отрицателна контрола (n = 6) за всяка от групите – без поставяне на интраканален медикамент (фиг. 1).



Фиг. 1. Схематично представяне на разпределението по групи

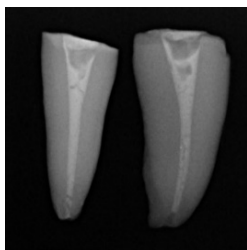
Интраканалният медикамент се нанася чрез лентуло, до напълване на канала на 1 mm по-късо от работната дължина при ниски обороти на обратния наконечник. Коронарно се поставят сух памучен тупфер и временна obturation. Правят се контролни рентгенографии за наличието и нивото на поставения интраканален медикамент. Видът и съставът на интраканалните медикаменти са представени в табл. 1.

**Табл. 1.** Състав на използваните интраканални медикаменти

Медикамент	Състав	Тегло	Производител
Calcipast	Calcium hydroxide, Barium sulphate, Hydroxyapatite Помощни вещества pH=12,5	2,1 g	CERKAMED (Stalowa Wola, Poland)
Calcipast + Iodoform	Calcium hydroxide (38%) Iodoform (30%), Barium sulphate, помощни вещества pH=11	2,1 g	CERKAMED (Stalowa Wola, Poland)
Indextol	Indomethacin Dexamethasone Oleandomycin	5 g	Actavis (Sofia, Bulgaria)

**I група (n = 40) – кореновите канали са запълнени с калциев хидроксид (Calcipast) (фиг. 2).**

Зъбите от тази група се разделят на пет подгрупи по 8 зъба и контролна група от 6 зъба.



**Фиг. 2.** Рентгенография на зъбните образци, запълнени с калциев хидроксид

**Група 1 (n = 8)** – отстраняване на интраканалния медикамент със **спринцовка и игла в комбинация с пила**. Използва се игла 27G със скосен връх, която се въвежда на дължина 2 mm по-късо от работната дължина. В допълнение към иригацията се използва ръчна К-пила № 30. Иглата се поставя 2 mm по-късо от определената работна дължина и се извършват движения нагоре-надолу по дължината на кореновия канал. Започва се с промивка с 5 ml 2,5% NaOCl и активирането с ръчната К-пила, като се поставят първо 3 ml от разтвора и след това се остъргва с ръчна К-пила № 30, и след това се аплицира останалото количество, след което се промива с 3 ml дестилирана вода с непрекъснато движение на иглата и накрая се промива с 3 ml 17% EDTA за 1 min, пак с движение на иглата. Последната промивка е с 3 ml дестилирана вода. Счита се, че медикаментът е отстранен, когато от канала изтича бистра течност. Подсушава се с хартиен щифт № 30 (фиг. 3).



**Фиг. 3.** Отстраняване на интраканалния медикамент със спринцовка и игла

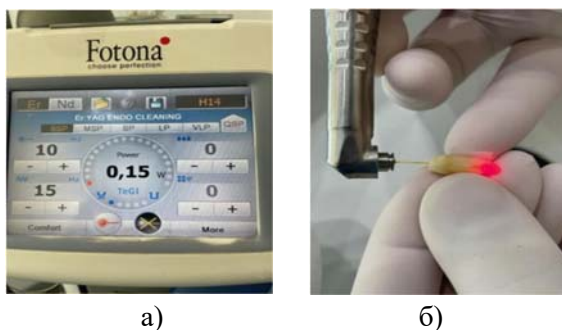
**Група 2 (n = 8)** – отстраняване на интраканалния медикамент с **пасивна ултразвукова иригация**.

На ултразвуков накрайник се въвеждат ултразвуковите пили U-file № 25 на 2 mm по-късо от работната дължина, иригира се с 5 ml 2,5% NaOCl и се активира за 30 s. За един канал една минута сумарно по 1 min, след което се промива с 3 ml дестилирана вода, след това с 3 ml 17% EDTA за 1 min, и финално с 3 ml дестилирана вода, за да се неутрализира ефектът на EDTA. Подсушава се с хартиен щифт № 30 (фиг. 4).



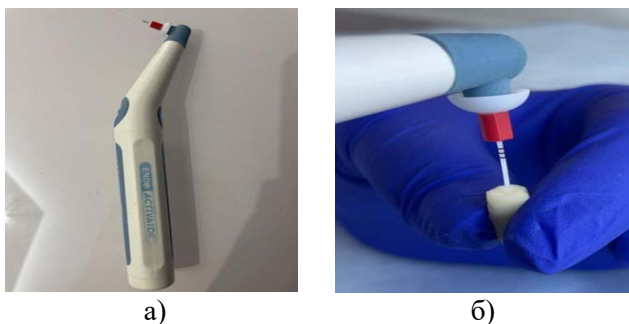
**Фиг. 4.** Отстраняване на интраканалния медикамент чрез пасивна ултразвукова иригация а) Накрайник с фиксирана U-пила № 25 б) Позиция на пилата при отстраняване на интраканалния медикамент

**Група 3 (n = 8)** – отстраняване на интраканалния медикамент (Calcipast) чрез активиране на иригационния разтвор с лазер Er:YAG 2940 nm (Light Walker, Fotona Ljubljana Slovenia) с параметри 0,15 W, 15 Hz, 10 mJ и 50  $\mu$ s дължина на импулса, размерът на връхчето е 300  $\mu$ m и 16 mm дължина. Работи се без вода и въздух, а се поставят 5 ml 2,5% NaOCl и се активира с лазер с дължина на вълната 2940 nm за 30 s. След това с 3 ml 17% EDTA се иригира за 30 s. Върхът на оптичното влакно се поставя на 3 mm от края на работната дължина и с леки движения се изтегля от апикално към коронарно. Между иригантите се промива с 3 ml дестилирана вода. Подсушава се с хартиен щифт № 30 (фиг. 5).



**Фиг. 5.** Отстраняване на интраканалния медикамент чрез Er:YAG лазер а) Параметри на лазера б) Позиция на влакното при отстраняване на интраканалния медикамент

**Група 4 (n = 8)** – използва се **звукова иригация (EndoActivator)** за отстраняване на интраканалните медикаменти. Звуковият накрайник се позиционира на 2 mm по-късо от работната дължина, в кореновия канал се поставя 2,5% NaOCl, като разтворът се активира за 30 s, след което се промива с 3 ml дестилирана вода, след това с 3 ml 17% EDTA за 1 min и финално с 5 ml дестилирана вода, за да се неутрализира ефектът на EDTA. Подсушава се с хартиен щифт № 30 (фиг. 6).



**Фиг. 6.** Отстраняване на интраканалните медикаменти чрез **звукова иригация** а) EndoActivator б) Отстраняване на интраканалния медикамент

**Група 5 (n = 8)** – отстраняване на интраканалните медикаменти чрез устройство, използващо **променливо отрицателно налягане**. Използва се макроканюла с диаметър 0,32 mm и с 12 лазерно изработени евакуиращи отвори в края на иглата. Течността се изтегля през тях, създавайки подобно на вихър отрицателно налягане, чрез което се евакуира иригационният разтвор заедно с интраканалния медикамент. Поставят се първо 5 ml 2,5% NaOCl, след което се промива с 3 ml дестилирана вода, след това с 3 ml 17% EDTA за 1 min и финално с 5 ml дестилирана вода, за да се неутрализира ефектът на EDTA. Подсушава се с хартиен щифт № 30 (фиг. 7).





а)



б)

**Фиг. 7.** Отстраняване на интраканалните медикаменти чрез система за променливо отрицателно налягане а) EndoVac система б) Отстраняване на интраканалния медикамент

**Контролна група (n = 6)** – без медикамент, промивка с дестилирана вода. Иригационният протокол е същият като в група 1.

**II група (n = 40)** – кореновите канали са запълнени с калциев хидроксид с йодоформ (Calcipast + Iodoform)

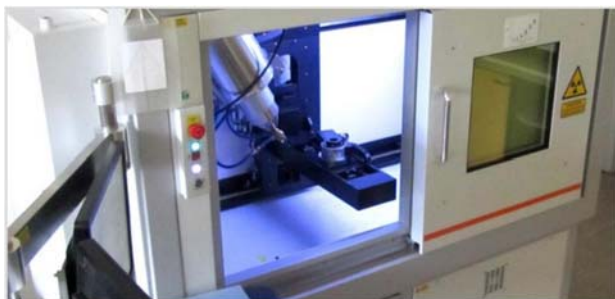
Зъбите от тази група се разделят на пет подгрупи по 8 зъба и контрола с 6 зъба.

**III група (n = 40)** – кореновите канали са запълнени с **Индекстол**

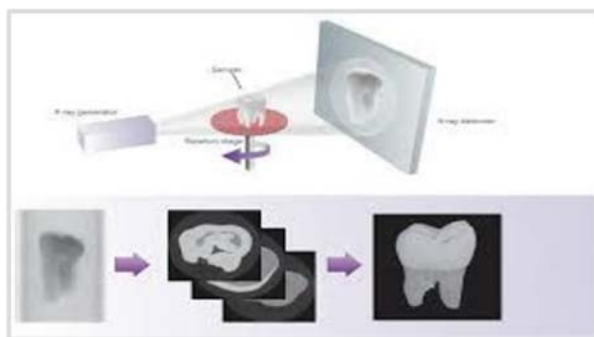
Зъбите се разделят в пет подгрупи по 8 зъба и контрола с 6 зъба. Методиките на II и III група се повтарят от предходната група. Правят се контролни рентгенографии след отстраняване на интраканалния медикамент.

**Зъбите се подготвят за изследване на количеството остатъчен медикамент чрез micro-СТ.**

Изследването се провежда с NIKON XT H 225 (Nikon Metrology, Tring, UK) индустриален микрокомпютърен томограф в Института по информационни и комуникационни технологии към БАН (фиг. 8, 9).



**Фиг. 8.** Компютърна микротомография – апаратура



**Фиг. 9.** Компютърна микротомография – начин на получаване на образа

Изследват се само групите с калциев хидроксид и калциев хидроксид с йодоформ, тъй като се установи, че индексът не се визуализира чрез микрокомпютърната томография. Поради това беше използван и методът на сканираща електронна микроскопия (SEM).

**Изследва се чрез SEM количеството остатъчен медикамент след използване на различни техники за отстраняването му.**

След отстраняване на медикамента образците се срязват надлъжно във вестибуло-лингвална посока с диамантен сепаратор в непосредствена близост до кореновия канал. След това коренът се

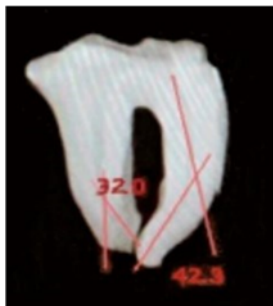
разцепва на две части. Това се прави с цел да не се замърсят пробите. Използва се сканиращ електронен микроскоп JOEL JSM 5510.

### **Методи по задача 3**

#### **Подбор на експериментални зъби**

На всички зъби се прави предварителна дигитална рентгенография. Подбират се образци без наличие на дентикли, калцифицирани коренови канали, външна и вътрешна резорбция и предходно кореново лечение.

Подбират се зъби с **криви коренови канали**, така че да имат кривина на кореновия канал над  $30^\circ$ , чрез компютърна програма Duerr Dental Imaging (фиг. 10).



**Фиг. 10.** Измерване на кривината на експерименталните образци чрез компютърна програма Duerr Dental Imaging по метода на Schneider

**Ендодонтска подготовка на експерименталните зъби.**  
**Стандартизация на образците** – премахва се коронарната част на зъба перпендикулярно на аксиалната ос на зъба, приблизително 16 mm от върха на корена.

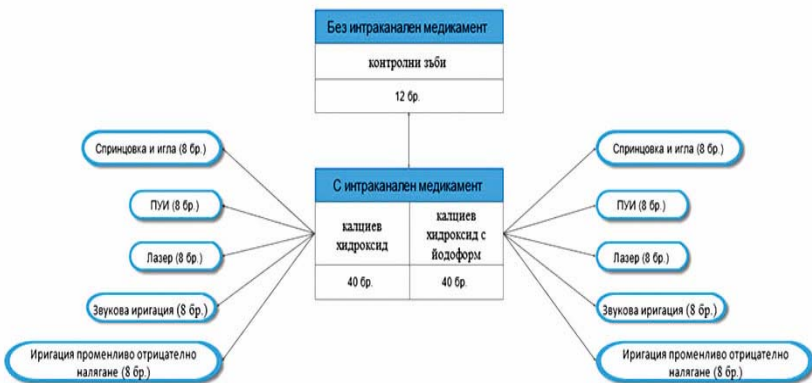
**Ендодонтска обработка на образците** – определянето на работната дължина на всички зъби се извършва с ръчна стоманена К-пила ISO 10 (Dentsply Sirona, Ballaigues, Switzerland). Всички коренови канали се обработват с пилите ProTaper Next (Dentsply Sirona Endodontics, Ballaigues, Switzerland). Всички канали се обработват до пила X2 по същата методика от задача 2.

Поставя се интраканалният медикамент (калциев хидроксид и калциев хидроксид с йодоформ) чрез лентуло, до напълване на канала на 1 mm по-късо от работната дължина. Правят се контролни рентгенографии за наличието и нивото на поставения интраканален медикамент.

**Отстраняване на интраканалните медикаменти с техники, включващи:**

- **конвенционална иригация**
- **пасивна ултразвукова иригация**
- **лазер**
- **звукова иригация**
- **променливо отрицателно налягане**

Разпределението по групи е представено на фиг. 11.



**Фиг. 11.** Схематично представяне на разпределението по групи

**I група (n = 40)** – експерименталните зъби са запълнени с калциев хидроксид

**II група (n = 40)** – експерименталните зъби са запълнени с калциев хидроксид с йодоформ

**Контролна група (n = 12)** – без медикамент (отрицателна контрола). Образците са разпределени в 5 подгрупи по (n = 8).

**Група 1 (n = 8)** – отстраняване на интраканалния медикамент със **спринцовка и игла в комбинация с пила**. Използва се игла 27G със скосен връх, която се въвежда на дължина 2 mm по-късо от работната дължина. В допълнение към иригацията се използва ръчна К-пила № 30. Методиката е еднаква с тази от задача 2 (фиг. 12).



**Фиг. 12.** Отстраняване на интраканалния медикамент чрез спринцовка и игла

**Група 2 (n = 8)** – отстраняване на интраканалния медикамент с **пасивна ултразвукова иригация**. С ултразвуков накрайник се въвеждат ултразвуковите пили на 2 mm по-късо от работната дължина (U-file, № 20). Методиката е еднаква с тази от задача 2 (фиг. 13).



а)



б)

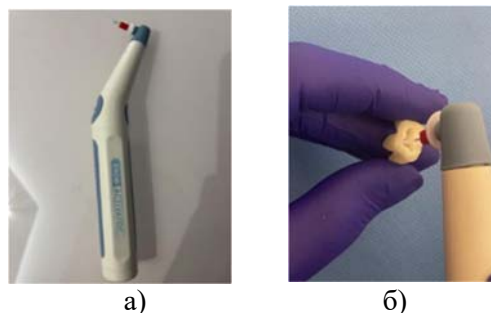
**Фиг. 13.** Техника на отстраняване на интраканалния медикамент чрез пасивна ултразвукова иригация. а) Ултразвуков накрайник с фиксирана U-пила № 25 б) Позиция на пилата при отстраняване на интраканалния медикамент

**Група 3 (n = 8)** – отстраняване на интраканалните медикаменти чрез **активиране на иригационния разтвор с Er:YAG лазер** 2940 nm (Light Walker, Fotona Ljubljana Slovenia) с параметри 0,15 W 15 Hz 10 mJ и 50  $\mu$ s дължина на импулса, размерът на връхчето е 300  $\mu$ m и 16 mm дължина. Методиката е еднаква с тази от задача 2 (фиг. 14).



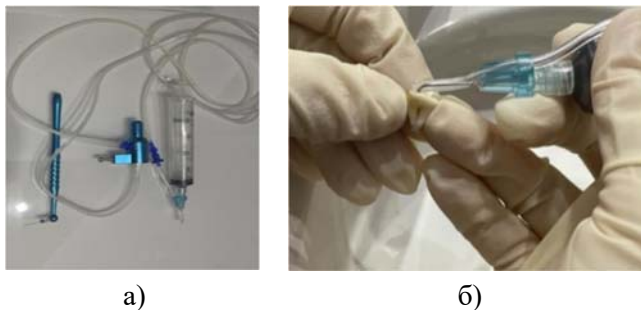
**Фиг. 14.** Отстраняване на интраканалния медикамент чрез Er:YAG лазер а) Параметри на лазера б) Позиция на влакното при отстраняване на интраканалния медикамент

**Група 4 (n = 8)** – използва се **звукова иригация (EndoActivator)** за отстраняване на интраканалните медикаменти. Звуковият накрайник се позиционира на 2 mm по-късо от работната дължина. Методиката е еднаква с тази от задача 2 (фиг. 15).



**Фиг. 15.** Техника на отстраняване на интраканалните медикаменти чрез звукова иригация а) EndoActivator б) Отстраняване на интраканалния медикамент

**Група 5 (n = 8)** – отстраняване на интраканалните медикаменти чрез устройство, използващо **променливо отрицателно налягане**. Методиката е еднаква с тази от задача 2 (фиг. 16).



**Фиг. 16.** Отстраняване на интраканалните медикаменти чрез система за променливо отрицателно налягане а) **EndoVac** система б) Отстраняване на интраканалния медикамент

**Изследва се чрез micro-СТ количеството остатъчен медикамент след използване на различни техники за отстраняването му.**

Изследването се извърши със същата апаратура и методика, както при задача 2 в Института по информационни и комуникационни технологии към БАН.

**Изследва се чрез СЕМ наличието на остатъчен медикамент след използване на различни техники за отстраняването му.**

Изследването се извърши със същата апаратура и методика, както при задача 2.

#### **Методи по задача 4**

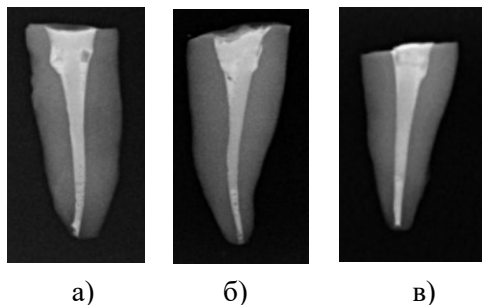
Изборът и ендодонтската подготовка на изследваните образци (n = 60) са същите, използвани при задачи 2 и 3. Поставя се интраканалният медикамент (калциев хидроксид) чрез лентуло, до напълване на канала на 1 mm по-късо от работната дължина, при ниски обороти на обратния наконечник. Коронарно се поставя сух памучен тупфер и временна obturation. Правят се контролни рентгенографии за наличието и нивото на поставения интраканален медикамент.

Двете експериментални групи, запълнени с калциев хидроксид, се разделят на по 20 зъба в група и интраканалният медикамент се отстранява чрез конвенционален метод на иригация и чрез пасивна ултразвукова иригация. Методиката на иригация съвпада с тази от задачи 2 и 3. Разпределението по групи е представено на фиг. 17.



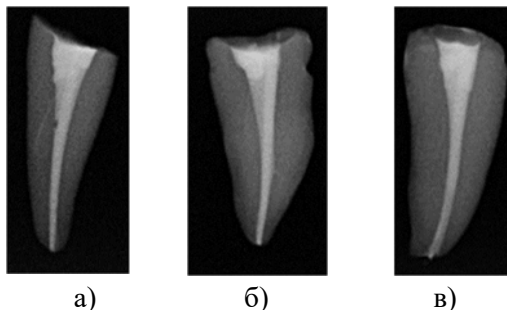
**Фиг. 17.** Схематично представяне на разпределението по групи

Кореновите канали се разделят на по 10 зъба, obturirani с калибрани гутаперкови щифтове по моноконусната техника и съответно със сийлъри AN Plus (Dentsply Sirona Endodontics, Ballaigues, Switzerland) и биокерамичен (AN Plus Bioceramic Sealer Dentsply Sirona). След obturirването на кореновите канали се прави рентгенография за контрол на качеството на каналната запълнка (фиг. 18 и 19).



**Фиг. 18.** Образци, запълнени с биокерамичен сийлър (AN Plus Bioceramic) след отстраняване на интраканалния медикамент чрез а) спринцовка и игла, б) ултразвук, в) контрола





**Фиг. 19.** Образци, запълнени с AN Plus сийлър след отстраняване на интраканалния медикамент чрез а) спринцовка и игла, б) ултразвук, в) контрола

Впоследствие зъбните корени са фиксирани в матрици и опаковани с химически активирана епоксидна смола. Изрязаните образци са на различни места по дължината на корена: на 1, 5 и 9 mm от апекса на зъбния корен.

**Стендът за изследване на адхезионното взаимодействие** между каналопълнежното средство и дентина на корено-каналната стена е *LMT-100 (LAM Technologies, Италия)*, представен на фиг. 20.



**Фиг. 20.** Вид на стенда за физикомеханично изпитване по метода *push-out*



интраканален медикамент), а кавитетите се obtурират с временен obtурационен материал (Citodur DoriDent Wien, Austria) до следващото посещение. Назначава се рентгеново изследване на лекуваните зъби, за да се визуализира поставеният медикамент. Пациентите произволно се разделят на три групи в зависимост от начина на премахване на интраканалните медикаменти: спринцовка и игла, ултразвук и лазерна иригация.

Методиките по отстраняване на интраканалните медикаменти и протоколът за иригация са както при задачи 2 и 3. На пациентите се назначава рентгеново изследване за отчитане резултата по отстраняване на интраканалния медикамент. След визуализиране на липса на медикамент в кореновия канал, те се obtурират по моноконусната техника с калибрирани гутаперкови щифтове. Ендодонтските кавитети се obtурират с фотокомпозиционен материал (G-aenial A'Chord GC Tokyo, Japan).

За всички участници в проучването е подготвена карта за информирано съгласие.

#### **Статистически методи**

Статистическите методи и обработката на анкетната карта са извършени със статистическия софтуер IBM SPSS Statistics 26, а графичното представяне е осъществено с помощта на Excel 2015.

##### **А) Дескриптивна статистика**

– средна аритметична (Mean) – мярка за центъра на тежестта на разпределението.

– стандартно отклонение (SD) – мярка за средното разсейване около средната аритметична.

– минимална стойност (Minimum) – показва минималната стойност.

– максимална стойност (Maximum) – показва максималната стойност.

– абсолютни (N) – мярка за определяне броя на единиците.

– относителни (%) – мярка за определяне на относителния дял или процент.

Б) Статистическа проверка на хипотези – това е вероятностна проверка, която минава през следните етапи:

1. Дефиниране на нулева и алтернативна хипотеза – нулевата хипотеза  $H_0$  означава липса на значима връзка или липса на статистическа разлика. Докато  $H_1$  означава наличие на статистически значима връзка или разлика.

2. Определяне на нивото на значимост – всички проверки ще бъдат направени при риск за грешка от 5% ( $\alpha = 0,05$ ) и вероятност за сигурност от 95%.

3. Избор на метод (статистически критерий) – изхожда се от целта на изследването, като в нашия случай най-подходящи са:

- Т-тест на Стюдънт за разлика между две независими групи
- Хи-квадрат тест за връзка между две променливи. Ако се открие връзка при този тест, след това се използва коефициентът на Крамер, който да оцени силата на тази връзка.

4. Избор на метод (статистически критерий) – изхожда се от целта на

- тест на Mann-Whitney и T-test за разлика между две независими групи.
- тест на Kruskal-Wallis и ANOVA за разлика между повече от две независими групи.

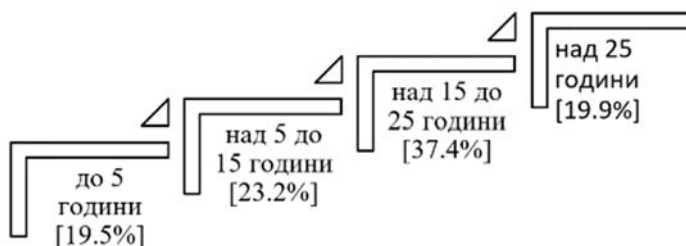
5. Изчисляване на равнище на значимост (p-value) – това е границата, където се приема или отхвърля нулевата хипотеза.

6. Вземане на решение – ако равнището на значимост е по-голямо от приетата на втория етап грешка, се приема нулевата хипотеза. Ако равнището на значимост е по-малко или равно на приетата на втория етап грешка, се приема алтернативната хипотеза.

## V. РЕЗУЛТАТИ

### Резултати по задача 1

Анкетирани са лекари по дентална медицина, от които 80 мъже (32,5%) и 166 жени (67,5%), разпределени в четири категории трудов стаж. Най-голям брой от анкетираните лица (92) са с трудов стаж между 15 и 25 години, в останалите категории са разпределени по около 20%. Средната продължителност на трудовия стаж на взелите участие анкетирани е приблизително 14 години (фиг. 22).



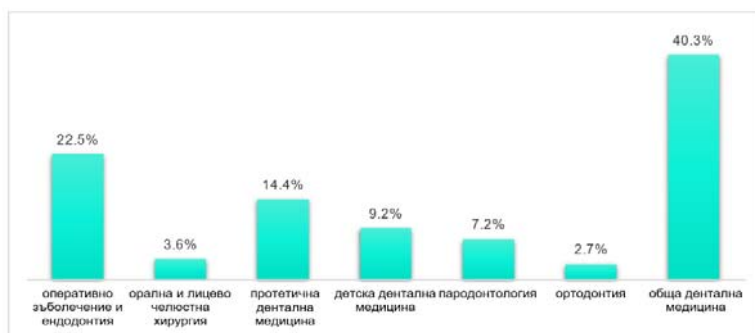
**Фиг. 22.** Разпределение на анкетираните в зависимост от продължителността на трудовия стаж

Най-често анкетираните са посочили, че практикуват обща дентална медицина (73,1%). Почти наполовина (40,8%) зъболекарите са посочили оперативно зъболечение и ендодонтия. Най-рядко са с орална и лицево-челюстна хирургия (6,5%) и ортодонтия (4,9%) (фиг. 23). Има възможност за повече от един отговор, поради това общият процент надхвърля 100%.

Около 40,3% от респондентите са посочили, че работят обща дентална медицина, и само 1% са специалисти по шест от седемте изброени специалности (фиг. 24).



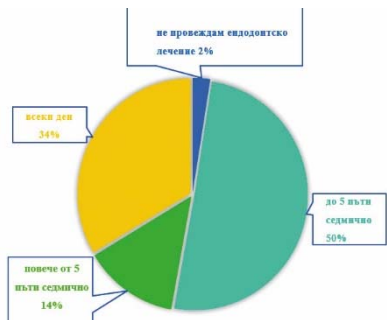
**Фиг. 23.** Разпределение на анкетираните в зависимост от областта, в която работят



**Фиг. 24.** Разпределение на анкетираните в зависимост от броя и вида направления, в които работят

На въпроса колко често провеждат ендодонтско лечение само 2% от анкетираните са отговорили, че не провеждат ендодонтско лечение. Останалите 98% най-често провеждат такова лечение до 5 пъти седмично (50%). Следва честота от отговор – всеки ден (34%), и най-малко са дали междинния отговор – повече от 5 пъти седмично (фиг. 25).

На въпроса дали използват оптично увеличение, 62%, или 153 от анкетираните лица, са отговорили, че не използват такова. Останалите 38% използват оптично устройство, както следва: 31% използват лупа и едва 8% използват микроскоп (фиг. 26).

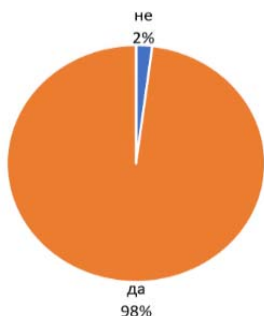


**Фиг. 25.** Честота на провеждане на ендодонтското лечение



**Фиг. 26.** Използване на оптично увеличение

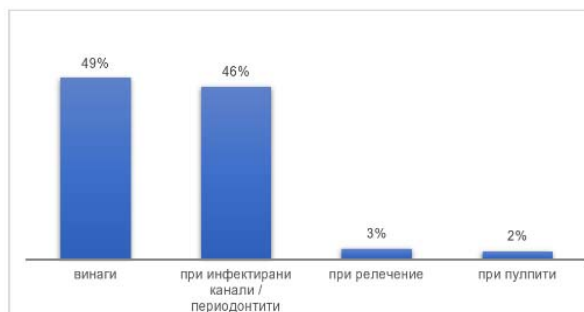
По отношение на използването на интраканални медикаменти в денталната практика само 2% от анкетираните са посочили, че не използват такива (фиг. 27).



**Фиг. 27.** Използване на интраканални медикаменти

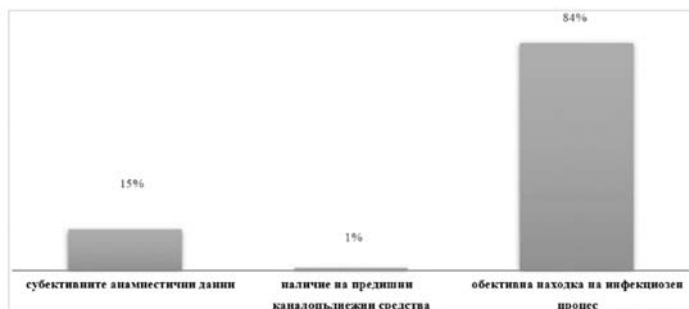
Зъболекарите използват интраканални медикаменти главно по две причини – винаги когато е възможно (49%) и при инфектирани

канални/периодонтити (46%). При релечение и при пулпити използването на тези медикаменти е в рамките на 2-3% (фиг. 28).



**Фиг. 28.** Случаи на използване на интраканални медикаменти

Фактор за употреба на интраканалните медикаменти е обективната находка на инфекциозен процес – е посочено от 84% от анкетираните. Останалите отговори са: субективните анамнестичните данни (15%) и наличието на предишни каналопълнежни средства (1%) (фиг. 29).

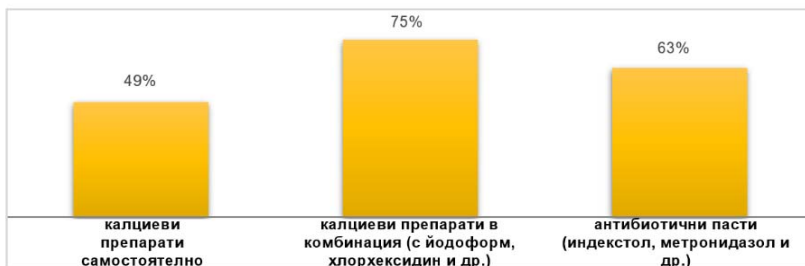


**Фиг. 29.** Фактори, влияещи върху употребата на интраканални медикаменти

Най-често използваните интраканални медикаменти са калциевите препарати в комбинация с йодоформ, хлорхексидин и



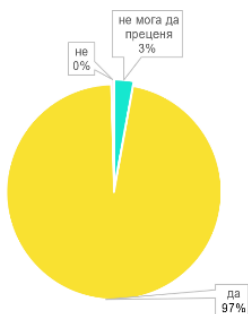
др. (75%), последвани от антибиотичните пасты (63%) и калциеви препарати в самостоятелна форма (49%) (фиг. 30)



**Фиг. 30.** Най-често използваните интраканални медикаменти

От анкетираните 41% от зъболекарите използват два от посочените видове медикаменти, 23% използват и трите, а 36% използват само един медикамент, като средно зъболекарите използват по около 2 медикамента (1,9). Сумата от процентите надхвърля 100%, защото едно анкетирано лице може да посочи повече от един медикамент.

Голям процент от анкетираните са на мнение, че интраканалните медикаменти влияят върху оздравителните процеси (96,7%). Приблизително 3% (2,7%) нямат мнение по този въпрос и отбелязват, че не могат да преценят (фиг. 31).



**Фиг. 31.** Процентно разпределение на отговорите относно влиянието на интраканалните медикаменти върху оздравителните процеси

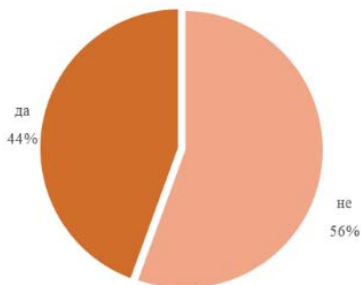
За отстраняване на интраканални медикаменти анкетираните най-често използват промивка със спринцовка и игла (96,3%). На втора и трета позиция са използването на пила (58,1%) и ултразвукова иригация (41,5%). Останалите методи сумарно заемат 15%, като най-рядко използваният от тях е иригацията с отрицателно налягане (2,8%) (фиг. 32).

Близо 1/4 (22%) са посочили, че използват само един метод. Най-често зъболекарите използват по два метода (50%). Толкова е и средният брой използвани методи (2,1) (фиг. 32).



**Фиг. 32.** Използвани методи за отстраняване на интраканални медикаменти

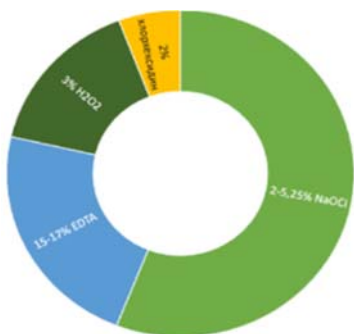
На въпроса дали методите за отстраняване на интраканалните медикаменти са достъпни за ползване, лекарите по дентална медицина са разделени на две противоположни мнения с лек превес на негативното мнение (56%) над позитивното (44%) (фиг. 33).



**Фиг. 33.** Достъпност на методите за отстраняване на интраканалните медикаменти

Анкетираните посочват, че имат затруднения при пълното отстраняване на интраканалните медикаменти и половината от тях смятат, че няма достъпност на всички методи за отстраняване. Същевременно анкетираните смятат, че непълното отстраняване на интраканалните медикаменти влияе на адхезията на каналопълнежното средство към стените на кореновия канал. Приблизително 3/4 (74%) от зъболекарите имат затруднения при пълното отстраняване на интраканалните медикаменти. Останалите 26% нямат такъв проблем.

Същевременно 89% от анкетираните смятат, че непълното отстраняване на интраканалния медикамент влияе на адхезията на каналопълнежното средство към стените на кореновия канал, докато останалите 11% мислят, че непълното отстраняване няма влияние.

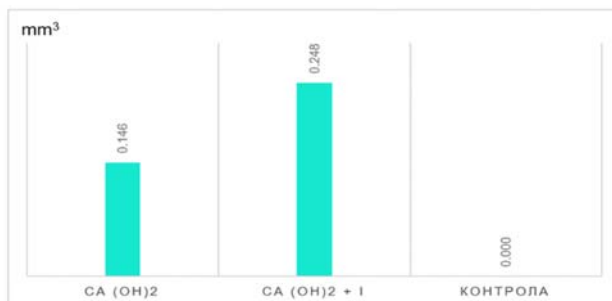


**Фиг. 34.** Разтвори за иригация при отстраняване на интраканалните медикаменти

По отношение на използвания иригационен разтвор анкетираните съобщават, че в 56% от случаите използват 2-5,25% NaOCl за отстраняване на интраканални медикаменти. Следващият по използваемост разтвор (22%) е 15-17% EDTA, после е 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (16%). Най-рядко анкетираните са посочили, че използват 2% хлорхексидин (6%) (фиг. 34).

## Резултати по задача 2

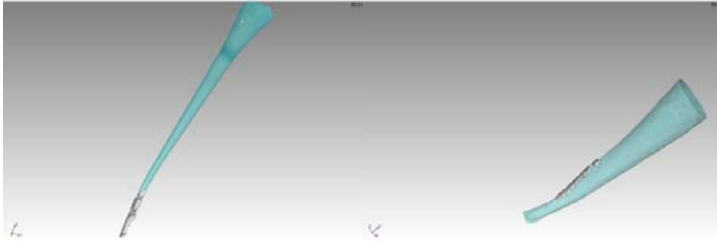
Проучването обхваща 92 коренови канала, тъй като се установи, че медикаментът Индекстол остава нерентгеноконтрастен за изследването чрез *micro-CT*.



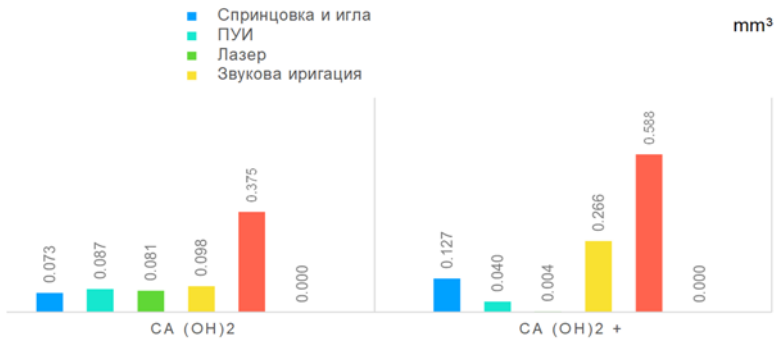
Фиг. 35. Наличие на остатък от интраканален медикамент (mm<sup>3</sup>)

Наличието на калциев хидроксид е при 72% от изследваните образци, докато калциев хидроксид с йодоформ е открит в 35% от изследваните коренови канали. При зъбите, запълнени с калциев хидроксид, средното количество остатък възлиза на 0,146 mm<sup>3</sup> и е по-ниско в сравнение с остатъка при калциев хидроксид с йодоформ 0,248 mm<sup>3</sup>. Има голямо разсейване на зъбите по обем на остатъците в размер почти  $\pm 100\%$  от средния обем остатък. Това означава, че при някои от тях откритият остатък е с много малък обем, но има и такива, при които обемът е почти два пъти над средния (0,020 mm<sup>3</sup> и 1.725 mm<sup>3</sup>) (фиг. 36, фиг.37). При контролната група няма поставен медикамент и стойността е равна на нула.

Използването на различни техники на отстраняване на интраканалните медикаменти показва количествена разлика в премахването им.



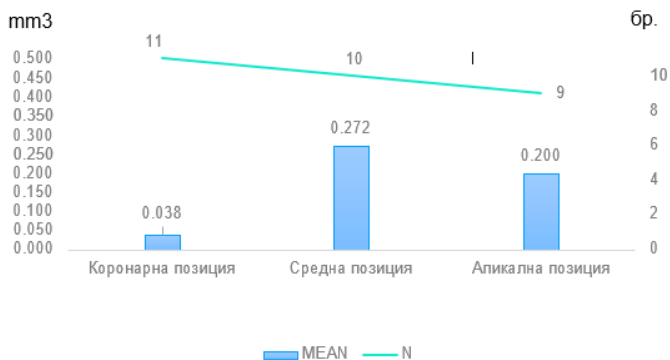
**Фиг. 36.** Наличие на остатъчен медикамент, визуализирано чрез *micro-CT*



**Фиг. 37.** Разлика в наличието на интраканален медикамент при техниките за отстраняването му

Наблюдава се най-голям процент неотстранен интраканален медикамент, когато се използва за иригация променливо отрицателно налягане  $0,375 \text{ mm}^3$ . Между останалите обработки е открито приблизително еднакво количество остатък от медикамент. При калциевия хидроксид с йодоформ най-голям обем калций отново има при иригация с променливо отрицателно налягане  $0,588 \text{ mm}^3$ . Следва звукова иригация със средно количество  $0,266 \text{ mm}^3$ . Тук най-малко интраканален медикамент е открит при обработката с лазер –  $0,004 \text{ mm}^3$  (фиг. 37).

На фиг. 38 се вижда, че най-много остатъци са открити при коронарна и апикална позиция на канала. В същото време при тях е изчислена най-малка средна стойност на обем остатък.



**Фиг. 38.** Връзка между остатъчния медикамент и кореновия канал

Това, което статистическият метод ще провери, е дали има разлика в средните стойности на остатъчния медикамент за различните позиции на канала (табл. 2).

**Табл. 2.** Резултати от проверката на връзка между остатъчния медикамент и кореновия канал

Позиция <sup>а</sup> :	Позиция <sup>б</sup> :	P-value <sup>б</sup>	P-value <sup>а</sup> = 0.014
Коронарна	Средна	p = 0.007	
	Апикална	p = 0.025	
Средна	Коронарна	p = 0.007	
	Апикална	p = 0.696	
Апикална	Коронарна	p = 0.025	
	Средна	p = 0.696	

Има статистически значима разлика между остатъчния медикамент и нивото, където е открит в кореновия канал. Равнището на значимост на разликата между остатъците в коронарната и апикалната позиция ( $p = 2,5$ ) е по-малко от приетия риск за грешка от 5%, следователно има статистически значима разлика между остатъците на двете позиции. Равнището на значимост на разликата между остатъците в средната и апикалната позиция ( $p = 69,6$ ) е по-голямо от приетия риск за грешка от 5%, следователно тук няма статистически значима разлика между остатъчния медикамент на двете позиции (табл. 2).

**Табл. 3.** Процентно представяне на разпределението на остатъка и вида обработка, използвана за неговото отстраняване

Вид обработка Позиция на остатъка	Спринцовка и игла	Ултразвук	Лазер	Звукова иригация	Иригация с променливо отрицателно налягане
Коронарна позиция	50.0% (4)	50.0% (3)	100.0% (4)		
Средна позиция	37.5% (3)	33.3% (2)		40.0% (2)	42.9% (3)
Апикална позиция	12.5% (1)	16.7% (1)		60.0% (3)	57.1% (4)
<b>ОБЩО</b>	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

При използване на иригация с ултразвук и спринцовка и игла, най-голям процент остатъци от интраканален медикамент са открити в коронарна позиция. При звуковата иригация и иригацията с променливо отрицателно налягане най-голям брой остатъци са открити при апикална позиция. При лазера остатъци са намерени само при коронарна позиция, докато при звуковата иригация и иригацията с променливо отрицателно налягане точно в тази позиция липсват открити остатъци (табл. 3).

**Изследване на иригационната способност на различните техники за премахване на интраканалните медикаменти при прави коренови канали чрез сканираща електронна микроскопия (SEM).**

Изследваните зъби след приложението на неинвазивния метод *micro-CT* се подложиха на изследване чрез сканираща електронна микроскопия. Тя се извършва в Института по минералогия и кристалография, БАН. Използва се сканиращ електронен микроскоп JOEL JSM 5510.

Остатъците от медикаментите са оценени в апикалната, средната и коронарната трета на кореновия канал. За оценка е използвана следната скала:

0 – не се наблюдава медикамент по дентиновата стена на кореновия канал

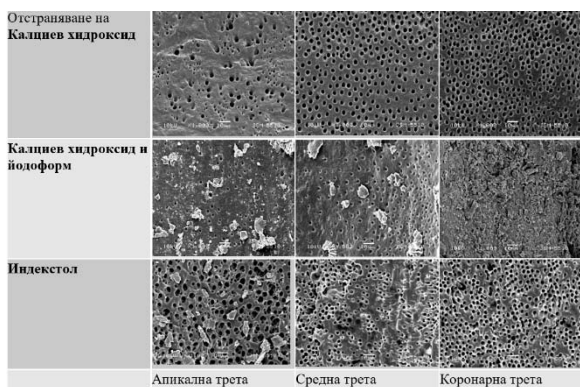
1 – под 1/2 от повърхността е покрита с медикамент;

2 – над 1/2 от повърхността е покрита с медикамент;

3 – цялата повърхност е покрита от медикамент.

При отстраняване на интраканалните медикаменти със спринцовка и игла се установи, че: най-голямо количество от тях се намира в апикалната трета, не се открива статистически значима разлика между средната стойност на медикаментите  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{I}$  и Индекстол. В областта на средната трета има разлика между  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{I}$ . При коронарната трета разлика между медикаментите не се открива. При  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{I}$  и Индекстол се наблюдава разлика между всяка трета от канала (фиг. 39, табл. 4).

При метода с ултразвук най-много остатъчен медикамент се открива при апикалната трета. Не се открива статистически значима разлика между средната стойност на медикаментите  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{I}$  и Индекстол. При средната трета има разлика между  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и останалите два медикамента, но между тях самите ( $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{I}$  и Индекстол) разлика не се открива. При коронарна трета позиция разлика се открива само между  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{I}$  (фиг. 40, табл. 5).

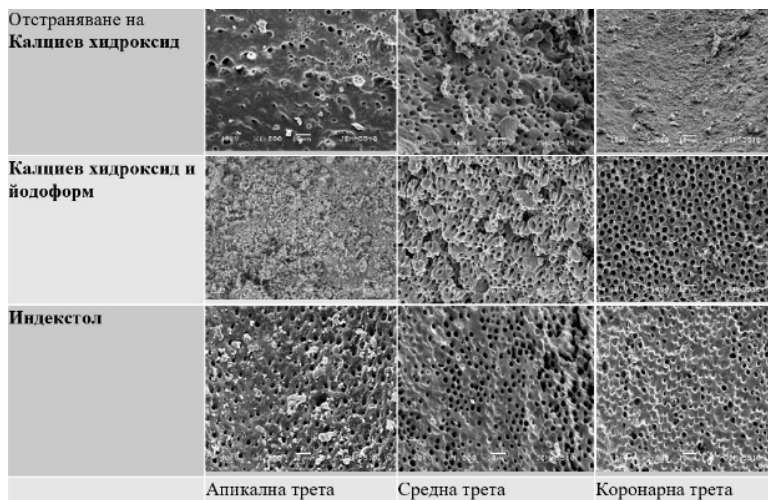


**Фиг. 39.** Сканираща електронна микроскопия на дентиновата стена в кореновия канал след отстраняване на медикамента със спринцовка и игла (увеличение x 1000)



**Табл. 4.** Сравнителен анализ на остатъчния медикамент според локализацията при използване на спринцовка и игла

Локализация	n	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub> + I	Индекстол	P-value
Апикална трета	n = 8	Mean = 2.05 SD = 0.45 Min = 1.15 Max = 3.25	Mean = 2.20 SD = 0.50 Min = 0.95 Max = 3.05	Mean = 2.21 SD = 0.50 Min = 1.25 Max = 2.94	p = 0,692
Средна трета	n = 8	Mean = 0.50 SD = 0.25 Min = 0.10 Max = 0.85	Mean = 1.00 SD = 0.30 Min = 0.41 Max = 1.75	Mean = 0.80 SD = 0.35 Min = 0.15 Max = 1.55	p = 0,048
Коронарна трета	n = 8	Mean = 0.40 SD = 0.20 Min = 0.05 Max = 0.70	Mean = 0.60 SD = 0.20 Min = 1.10 Max = 0.20	Mean = 0.40 SD = 0.25 Min = 0.75 Max = 0.10	p = 0,576
P-value		p < 0.001	p < 0.001	p < 0.001	



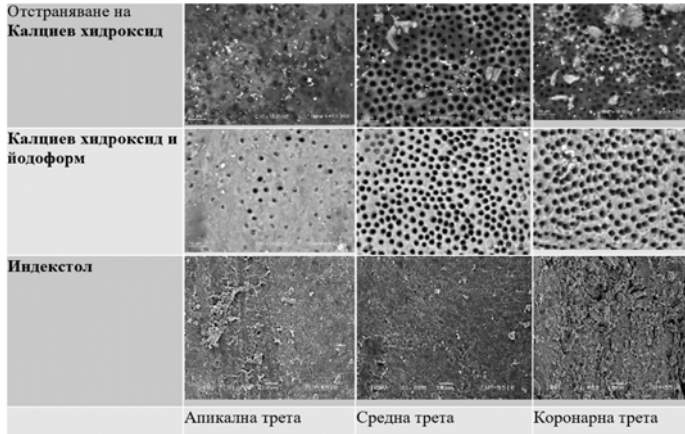
**Фиг. 40.** Сканираща електронна микроскопия на дентиновата стена в кореновия канал след отстраняване на медикамента с ултразвук (увеличение x 1000)

**Табл. 5.** Анализ на въздействието на остатъците от изследваните медикаменти според локализацията при използване на ултразвук

Локализация	n	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub> + I	Индекстол	P-value
Апикална трета	n = 8	Mean = 1.80 SD = 0.45 Min = 0.75 Max = 2.65	Mean = 2.00 SD = 0.55 Min = 1.30 Max = 2.85	Mean = 2.00 SD = 0.50 Min = 0.95 Max = 3.20	p = 0,630
Средна трета	n = 8	Mean = 0.40 SD = 0.35 Min = 0.15 Max = 0.90	Mean = 0.80 SD = 0.20 Min = 0.30 Max = 1.60	Mean = 0.80 SD = 0.30 Min = 0.10 Max = 1.55	p = 0,032
Коронарна трета	n = 8	Mean = 0.30 SD = 0.25 Min = 0.05 Max = 0.75	Mean = 0.50 SD = 0.20 Min = 1.10 Max = 0.22	Mean = 0.40 SD = 0.30 Min = 0.80 Max = 0.09	p = 0,041
<b>P-value</b>		p = 0.004	p < 0.001	p < 0.001	

При отстраняване на интраканалните медикаменти с Er:YAG лазер се установи, че най-много от тях се откриват при апикалната трета при Ca(OH)<sub>2</sub> + I. Разлика между средната стойност на медикаментите не се открива при средната и коронарната трета. Такава се открива само при апикалната трета. Наблюдава се повече остатъчен медикамент при апикалната трета. Между останалите локализации разлика не се открива (фиг. 41, табл. 6).

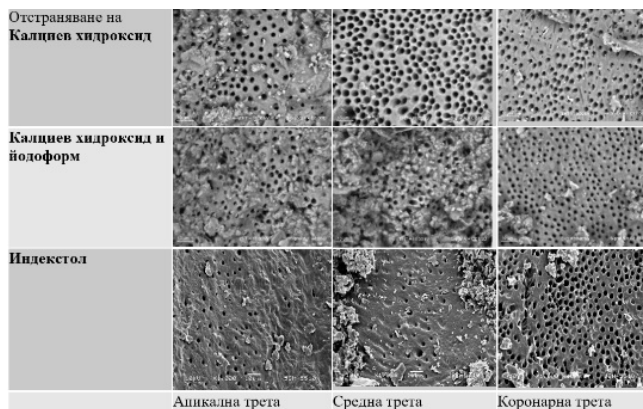
При метода с EndoActivator най-голямо количество интраканални медикаменти са в апикалната трета. При средната трета и коронарна трета има разлика между всяка позиция. При Индекстол има разлика между апикалната позиция и останалите две позиции, но между средна и коронарна трета разлика не се открива (фиг. 42, табл. 7).



**Фиг. 41.** Сканираща електронна микроскопия на дентиновата стена в корония канал след отстраняване на медикамента с лазер (увеличение x 1000)

**Табл. 6.** Сравнителен анализ на остатъчния медикамент според локализацията при използване на Er:YAG лазер 2940 nm

Локализация	n	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub> + I	Индекстол	P-value
Апикална трета	n = 8	Mean = 0.80 SD = 0.45 Min = 0.15 Max = 1.65	Mean = 1.00 SD = 0.50 Min = 0.30 Max = 2.25	Mean = 0.80 SD = 0.50 Min = 0.20 Max = 1.90	p = 0,315
Средна трета	n = 8	Mean = 0.10 SD = 0.25 Min = 0.01 Max = 0.40	Mean = 0.20 SD = 0.30 Min = 0.30 Max = 1.60	Mean = 0.30 SD = 0.30 Min = 0.05 Max = 0.95	p = 0,016
Коронарна трета	n = 8	Mean = 0.10 SD = 0.20 Min = 0.01 Max = 0.55	Mean = 0.20 SD = 0.20 Min = 0.05 Max = 0.65	Mean = 0.20 SD = 0.25 Min = 0.01 Max = 0.80	p = 0,041
<b>P-value</b>		p = 0.002	p < 0.001	p < 0.001	

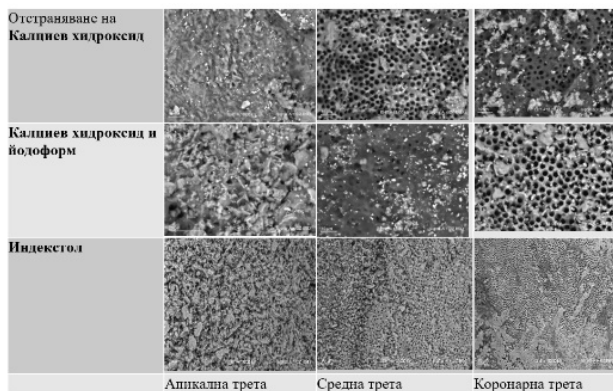


**Фиг. 42.** Сканираща електронна микроскопия на дентиновата стена в кореновия канал след отстраняване на медикамента с EndoActivator (увеличение x 1000)

**Табл. 7.** Анализ на въздействието на остатъците от изследваните медикаменти според локализацията при използване на EndoActivator

Локализация	n	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub> + I	Индекстол	P-value
Апикална трета	n = 8	Mean = 1.80 SD = 0.45 Min = 0.80 Max = 2.70	Mean = 2.20 SD = 0.50 Min = 1.10 Max = 3.20	Mean = 2.00 SD = 0.60 Min = 1.20 Max = 3.45	p = 0,138
Средна трета	n = 8	Mean = 0.80 SD = 0.25 Min = 0.30 Max = 1.60	Mean = 2.00 SD = 0.30 Min = 1.30 Max = 2.50	Mean = 1.20 SD = 0.30 Min = 0.55 Max = 1.95	p < 0,001
Коронарна трета	n = 8	Mean = 0.60 SD = 0.20 Min = 0.10 Max = 0.95	Mean = 1.80 SD = 0.20 Min = 1.45 Max = 2.35	Mean = 1.00 SD = 0.25 Min = 0.40 Max = 1.70	p < 0,001
<b>P-value</b>		p < 0.001	p = 0.202	p < 0.001	

При анализ на остатъчния медикамент според локализацията при използване на EndoVac най-голямото количество интраканални медикаменти са в апикалната трета. При средната и коронарната трета има разлика между всяка позиция (фиг. 43, табл. 8).



**Фиг. 43.** Сканираща електронна микроскопия на дентинвата стена в кореновия канал след отстраняване на медикамента с EndoVac (увеличение x 1000)

**Табл. 8.** Сравнителен анализ на остатъчния медикамент според локализацията при използване на EndoVac

Локализация	n	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub> + I	Индекстол	P-value
Апикална трета	n = 8	Mean = 2.00 SD = 0.45 Min = 0.95 Max = 2.80	Mean = 2.20 SD = 0.60 Min = 1.30 Max = 3.00	Mean = 2.00 SD = 0.55 Min = 1.20 Max = 2.70	p = 0,628
Средна трета	n = 8	Mean = 0.80 SD = 0.20 Min = 0.45 Max = 1.10	Mean = 2.00 SD = 0.25 Min = 1.50 Max = 2.40	Mean = 1.20 SD = 0.30 Min = 0.75 Max = 1.70	p < 0,001
Коронарна трета	n = 8	Mean = 0.60 SD = 0.20 Min = 0.40 Max = 1.00	Mean = 1.60 SD = 0.20 Min = 1.15 Max = 1.80	Mean = 1.00 SD = 0.15 Min = 0.65 Max = 1.40	p < 0,001
P-value		p < 0.001	p = 0.034	p < 0.001	

### Резултати по задача 3

Остатъци от интраканалния медикамент се откриват в 83% от зъбите, третиращи с калциев хидроксид, и при 75% от зъбите, третиращи с калциев хидроксид с йодоформ.



**Фиг. 44.** Разлика между наличието на остатък от интраканалния медикамент при двата вида запълване ( $\text{mm}^3$ ) и при контролната група

При калциевия хидроксид средното количество остатък възлиза на  $0,668 \text{ mm}^3$  и е по-високо в сравнение с остатъка при калциевия хидроксид с йодоформ  $0,635 \text{ mm}^3$ . Голямото разсейване на зъбите по обем на остатък от интраканален медикамент е в размер почти и над  $\pm 100\%$  около средния обем остатък. Това означава, че при някои от тях откритият остатък е с много малък обем, но има и такива, при които обемът е почти два пъти над средния (фиг. 44).

Графично разликата между петте вида обработка е представена на фиг. 45 чрез количеството остатъчен медикамент, измерено в  $\text{mm}^3$ .

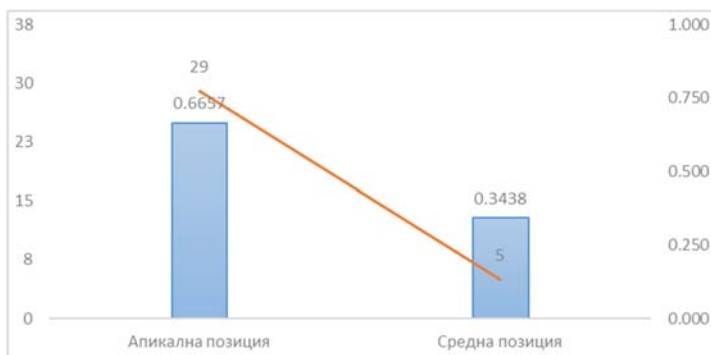
Най-голям обем непремахнат медикамент при калциевия хидроксид има при използването на спринцовка и игла –  $1,020 \text{ mm}^3$ . Следва ултразвуковата иригация с  $0,853 \text{ mm}^3$ . С най-много премахнат интраканален медикамент тук е обработката с лазер-асистираната иригация, при която е открито количество средно от  $0,121 \text{ mm}^3$  (табл. 9).

При калциевия хидроксид с йодоформ най-голям обем остатъчен медикамент има при ултразвуковата иригация –  $1,583 \text{ mm}^3$ . Следва приблизително еднакъв остатък от медикамент при техниката за иригация с променливо отрицателно налягане –  $0,589 \text{ mm}^3$ , и тази със спринцовка и игла –  $0,580 \text{ mm}^3$ .



**Фиг. 45.** Разлика между наличието на остатък от медикамент при всеки вид техника за отстраняването му ( $\text{mm}^3$ ) и при контролната група

Остатъци от интраканалните медикаменти са открити по цялата дължина на кореновия канал (коронарна, средна и апикална част) (фиг. 46).



**Фиг. 46.** Връзка между местоположението на остатъчния медикамент по дължината на канала

Разлика между калциев хидроксид и калциев хидроксид с йодоформ в обема остатък от интраканален медикамент не беше открита. Средният обем на медикамента, когато той е открит при средната част на кореновия канал, възлиза на  $0,344 \text{ mm}^3$ , а когато е открит в апикалната част, е  $0,666 \text{ mm}^3$ , което е близо 2 пъти повече размери. Също така в по-голямата си част (76%)

остатъците са открити в апикална зона. Въпреки че разлика в позициите на остатъчния медикамент спрямо канала не беше открита, важно е да се провери каква обработка е била използвана за премахване на медикамента преди това (табл. 9)

**Табл. 9.** Връзка между вида на обработката и позицията на остатъчния медикамент

Вид обработка \ Позиция на остатъка	Апикална трета на к.к.	Средна трета на к.к.	p-value
Ултразвук	100.0%		P < 0.05
Спринцовка и игла	71.4%	28.8%	
Лазер	50.0%	50.0%	
Иригация променливо отрицателно налягане	100.0%		
Звукова иригация	100.0%		

Между вида обработка и позициите на остатъците има връзка.

**Табл. 10.** Процентно представяне на разпределението на позицията на остатъка от интраканалния медикамент и вида на техниката, използвана за неговото отстраняване

Вид обработка \ Позиция на остатъка	Ултразвук	Спринцовка и игла	Лазер	Иригация с променливо отрицателно налягане	Звукова иригация
Апикална позиция	100.0% (8)	71.4% (5)	50.0% (3)	100.0% (7)	100.0% (6)
Средна позиция		28.6% (2)	50.0% (3)		
Общо	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

В табл. 10 са представени видовете обработка за премахване на интраканалния медикамент и позицията му спрямо кореновия канал. При използване на лазер остатъци са открити равномерно при апикална (50%) и при средна трета (50%), а при спринцовка и игла 71,4% са открити при апикална трета, а 28,6% – при средна



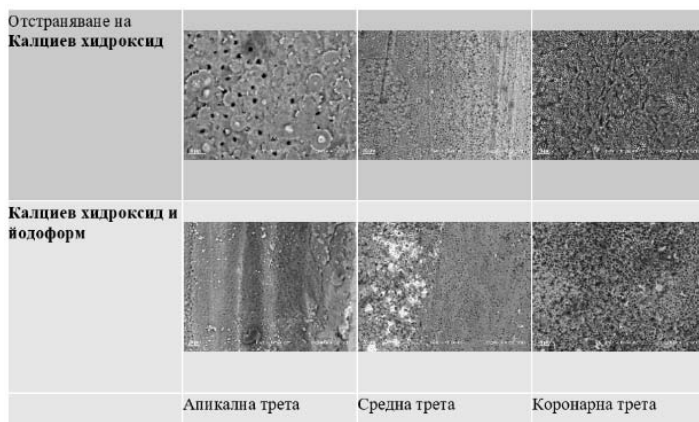
трета. При останалите три вида обработка всички остатъци (100%) са открити в апикална трета. Това е закономерност, която Хиквадрат тестът потвърждава.

***Изследва се чрез СЕМ наличието на остатъчен медикамент след използване на различни техники за отстраняването му при криви коренови канали.***

Сканиращата електронна микроскопия се извършва в Института по минералогия и кристалография, БАН.

При използването на спринцовка и игла се установи, че най-голямо количество медикамент се открива в апикалната трета, между средната стойност на медикаментите  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{I}$  не се открива статистически значима разлика. В областта на средна и коронарна трета, между  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{I}$  са налице по-малко остатъци (фиг. 47, табл. 11).

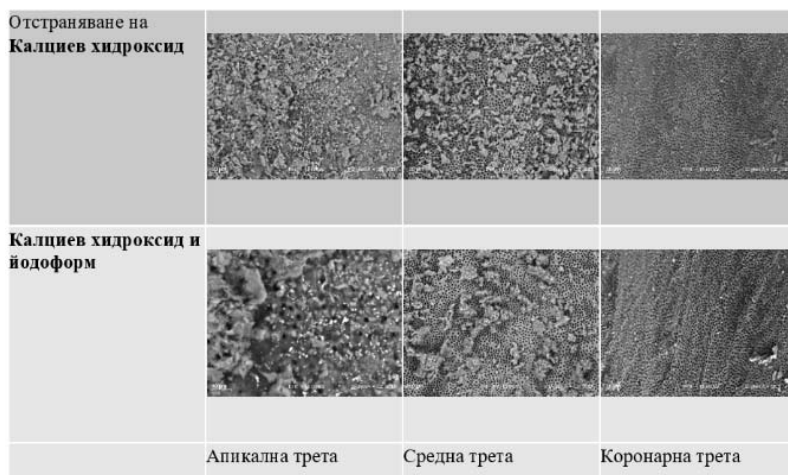
Резултатите при ултразвука се припокриват с тези при използване на промивка със спринцовка и игла (фиг. 48, табл. 12).



**Фиг. 47.** Сканираща електронна микроскопия на дентиновата стена в кореновия канал след отстраняване на медикамента със спринцовка и игла (увеличение x 1000)

**Табл. 11.** Сравнителен анализ на остатъчния медикамент според локализацията при използване на спринцовка и игла

Локализация	n	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub> + I	P-value
Апикална трета	n = 8	Mean = 2.10 SD = 0.45 Min = 1.25 Max = 2.60	Mean = 2.20 SD = 0.50 Min = 1.40 Max = 2.90	p = 0,350
Средна трета	n = 8	Mean = 0.50 SD = 0.25 Min = 0.15 Max = 0.80	Mean = 1.00 SD = 0.30 Min = 0.40 Max = 1.75	p = 0,002
Коронарна трета	n = 8	Mean = 0.40 SD = 0.20 Min = 0.20 Max = 0.75	Mean = 1.00 SD = 0.20 Min = 0.65 Max = 1.35	p < 0,001
<b>P-value</b>		p < 0.001	p < 0.001	



**Фиг. 48.** Сканираща електронна микроскопия на дентиновата стена в кореновия канал след отстраняване на медикамента с ултразвук (увеличение x 1000)

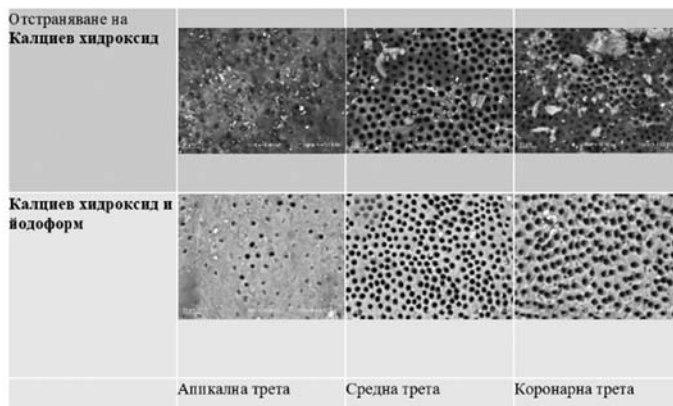
**Табл. 12** Анализ на въздействието на остатъците от изследваните медикаменти според локализацията при използване на ултразвук

Локализация	n	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub> + I	P-value
Апикална трета	n = 8	Mean = 2.00 SD = 0.60 Min = 1.35 Max = 2.90	Mean = 2.20 SD = 0.45 Min = 1.50 Max = 3.25	p = 0,444
Средна трета	n = 8	Mean = 0.30 SD = 0.20 Min = 0.15 Max = 0.65	Mean = 0.80 SD = 0.20 Min = 0.40 Max = 1.25	p = 0,004
Коронарна трета	n = 8	Mean = 0.20 SD = 0.20 Min = 0.05 Max = 0.50	Mean = 0.40 SD = 0.30 Min = 0.10 Max = 1.05	p = 0,083
<b>P-value</b>		p < 0.001	p < 0.001	

При отстраняване на интраканалните медикаменти с Er:YAG лазер се установи, че и при трите нива на локализация (апикална, средна и коронарна) най-голямо количество има Ca(OH)<sub>2</sub> + I, следван от Ca(OH)<sub>2</sub>, като няма статистически значима разлика между тях. Разлика между средната стойност на медикаментите Ca(OH)<sub>2</sub> и Ca(OH)<sub>2</sub> + I не се открива при средна и коронарна трета, а само при апикална трета (фиг. 49, табл. 13).

При метода с EndoActivator и при трите локализации най-голяма е стойността на медикамента Ca(OH)<sub>2</sub> + I, а по-малка – Ca(OH)<sub>2</sub> (фиг. 50, табл. 14).

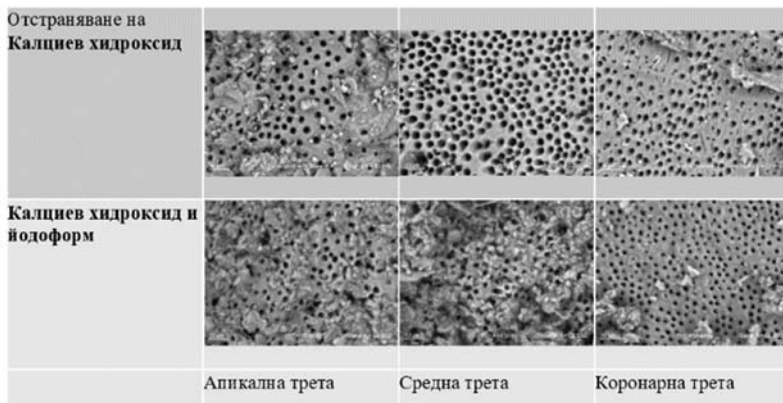
При метода за отстраняване на интраканалните медикаменти с EndoVac резултатите показват, че в областта на апекса със значимо най-голяма средна стойност е медикаментът Ca(OH)<sub>2</sub>, следван от Ca(OH)<sub>2</sub> + I. В областта на коронарната част не се установява статистически значима разлика. Наблюдават се остатъци от медикаментите по дентиновата стена и при двете групи (фиг. 51, табл. 15).



**Фиг. 49.** Сканираща електронна микроскопия на дентиновата стена в кореновия канал след отстраняване на медикамента с лазер (увеличение x 1000)

**Табл. 13.** Сравнителен анализ на остатъчния медикамент според локализацията при използване на Er:YAG лазер 2940 nm

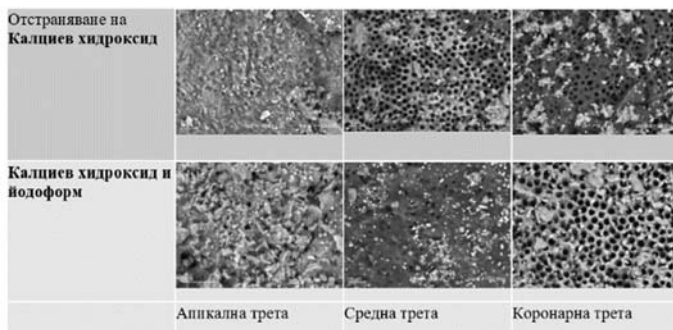
Локализация	n	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub> + I	P-value
Апикална трета	n = 8	Mean = 0.60 SD = 0.40 Min = 0.15 Max = 1.50	Mean = 1.40 SD = 0.50 Min = 0.50 Max = 2.30	p = 0,004
Средна трета	n = 8	Mean = 0.30 SD = 0.25 Min = 0.05 Max = 0.65	Mean = 0.60 SD = 0.25 Min = 0.30 Max = 1.10	p = 0,062
Коронарна трета	n = 8	Mean = 0.20 SD = 0.20 Min = 0.05 Max = 0.60	Mean = 0.40 SD = 0.25 Min = 0.10 Max = 0.85	p = 0,083
<b>P-value</b>		p = 0.042	p < 0.001	



**Фиг. 50.** Сканираща електронна микроскопия на дентиновата стена в кореновия канал след отстраняване на медикамента с EndoActivator (увеличение x 1000)

**Табл. 14.** Анализ на въздействието на остатъците от изследваните медикаменти според локализацията при използване на EndoActivator

Локализация	n	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub> + I	P-value
Апикална трета	n = 8	Mean = 1.60 SD = 0.35 Min = 0.85 Max = 2.20	Mean = 2.00 SD = 0.70 Min = 1.10 Max = 3.30	p = 0,138
Средна трета	n = 8	Mean = 0.60 SD = 0.25 Min = 0.35 Max = 0.80	Mean = 0.80 SD = 0.45 Min = 0.30 Max = 1.50	p = 0,196
Коронарна трета	n = 8	Mean = 0.30 SD = 0.20 Min = 0.15 Max = 0.80	Mean = 0.50 SD = 0.20 Min = 0.10 Max = 0.95	p = 0,086
P-value		p < 0.001	p < 0.001	



**Фиг. 51.** Сканираща електронна микроскопия на дентиновата стена на кореновия канал след отстраняване на интраканални медикаменти с EndoVac (увеличение x 1000)

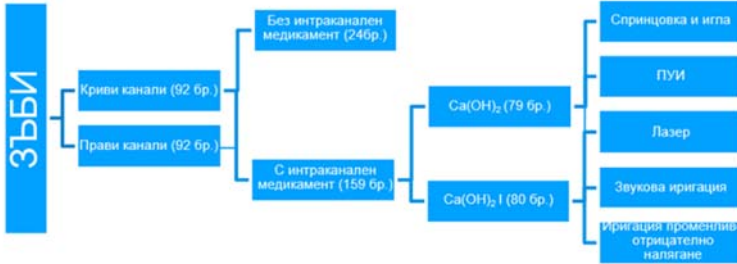
**Табл. 15.** Сравнителен анализ на остатъчния медикамент според локализацията при използване на EndoVac

Локализация	n	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub> + I	P-value
Апикална трета	n = 8	Mean = 1.80 SD = 0.40 Min = 1.25 Max = 2.50	Mean = 2.20 SD = 0.50 Min = 1.40 Max = 2.90	p = 0,138
Средна трета	n = 8	Mean = 0.80 SD = 0.25 Min = 0.50 Max = 1.10	Mean = 1.60 SD = 0.35 Min = 0.95 Max = 2.00	p < 0,001
Коронарна трета	n = 8	Mean = 0.40 SD = 0.25 Min = 0.15 Max = 0.85	Mean = 0.60 SD = 0.20 Min = 0.20 Max = 0.90	p = 0,082
P-value		p < 0.001	p < 0.001	

### Сравнително изследване на ефективността на различни техники за отстраняване на интраканалните медикаменти между прави и криви коренови канали

Проучването обхваща 184 зъба, от които 92 с криви канали и 92 с прави канали, запълнени с калциев хидроксид и калциев хидроксид с йодоформ. Тук не се включва групата зъби,

запълнени с Индекстол при прави коренови канали. За по-добра визуализация, описанието е представено на фиг. 52.



Фиг. 52. Визуално представяне на извадката



Фиг. 53. Разлика между наличието на остатък от интраканалните медикаменти при двата вида коренови канали (в  $\text{mm}^3$ )

На фиг. 53 се вижда, че намереният остатък от калциев хидроксид при зъбите с прави коренови канали е по-малко, отколкото при зъбите с криви коренови канали. При зъбите, запълнени с калциев хидроксид, средният обем на остатъка при зъбите с прави канали е  $0,146 \text{ mm}^3$ , докато при зъбите с криви канали той е  $0,668 \text{ mm}^3$ . При зъбите, запълнени с калциев хидроксид с йодоформ, средният обем на остатъка при зъбите с прави канали е  $0,248 \text{ mm}^3$ , докато при зъбите с криви канали той

е  $0,635 \text{ mm}^3$ . Средното количество остатък при кривите коренови канали е 3-4 пъти по-голямо от това при зъбите с прави канали.

Наличието на интраканален медикамент след използване на различните начини на отстраняването е представено на фиг. 54.



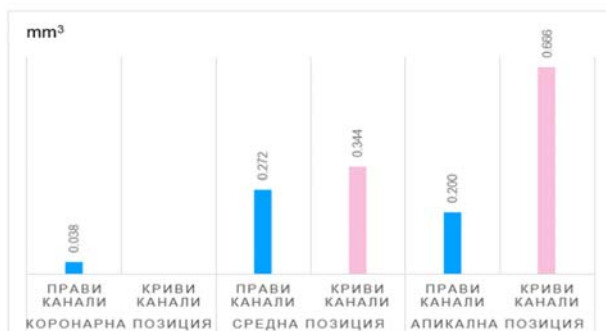
**Фиг. 54.** Наличие на остатък от интраканален медикамент при двата вида канали за всеки метод на отстраняването им и при контролната група (в  $\text{mm}^3$ )

Най-голяма разлика в обема непремахнат интраканален медикамент между прави и криви коренови канали има при отстраняването със спринцовка и игла и ултразвуковата иригация. Тя варира в порядъка на 9-12 пъти в полза на правите канали (там се открива по-малко количество медикамент). При звуковата иригация също се наблюдава разлика от порядъка на два пъти в полза на правите канали. При останалите методи на отстраняване разликите не са отчетливи.

При зъбите с прави коренови канали остатъкът от интраканалния медикамент е средно по-малко от този при зъбите с криви коренови канали. Изключение прави коронарната позиция, където остатъци от медикаментите при кривите канали не са открити. Най-голяма е разликата между обема на остатъка от медикамента при апикалната трета. Обемът на остатъка при правите канали там е  $0,200 \text{ mm}^3$ , а при кривите е близо три пъти повече с  $0,666 \text{ mm}^3$ . При средна позиция резултатите са: при



правите канали остатък от интраканален медикамент е  $0,272 \text{ mm}^3$ , а при кривите канали той е  $0,344 \text{ mm}^3$  (фиг. 55).



**Фиг. 55.** Среден обем на остатъчния медикамент по вида на канала (в  $\text{mm}^3$ )

#### Резултати по задача 4

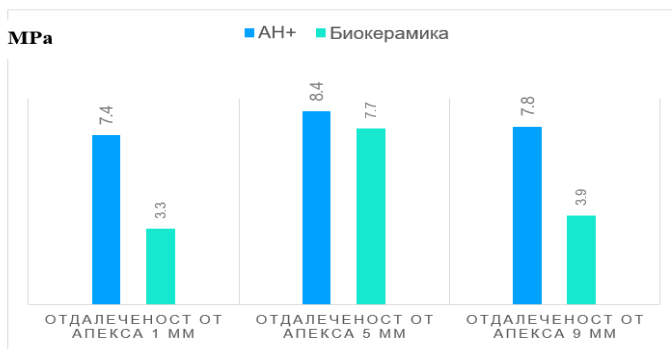
Запълнените с калциев хидроксид зъби са разделени в две групи. Едната група се obtурира със сийлър на основата на епоксидна смола (АН Plus) – 50%, а другата с биокерамичен сийлър (АН Plus Bioceramic Sealer) – 50%. И двете групи са разделени на две по начина на отстраняване на интраканалния медикамент – спринцовка и игла (50%) и ултразвук (50%).

Проверява се дали има разлика в силата, необходима за разхерметизиране на връзката между дентина и използвания сийлър, измерена в мегапаскали (MPa) (фиг. 56).

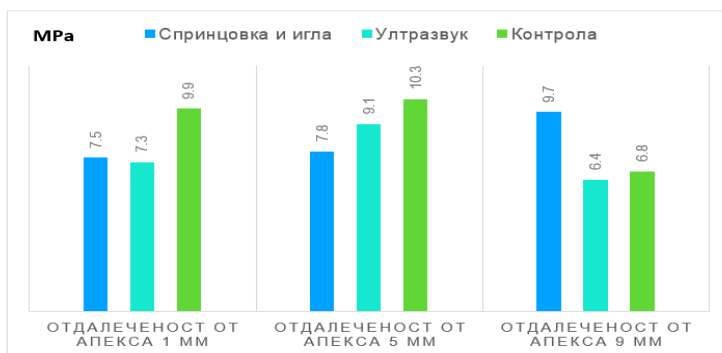
Най-голяма е силата, необходима ( $8,4 \text{ MPa} \pm 4,6$ ) при АН Plus при отдалеченост от апекса 5 mm, а най-малка е силата при биокерамичния сийлър ( $3,3 \text{ MPa} \pm 3,7$ ) с отдалеченост от апекса 1 mm. И при трите вида местоположение спрямо апекса силата, необходима за срязване, е по-ниска при биокерамичния сийлър. Най-голяма разлика между АН Plus и биокерамичния сийлър е за разстояние от апекса 1 mm, а най-малка тя е при 5 mm. (фиг. 57 и фиг. 58).

В два от трите вида разстояние от апекса най-голяма сила, необходима за разхерметизиране, има при контролната група. Тази тенденция се открива както при АН Plus сийлърта, така и при

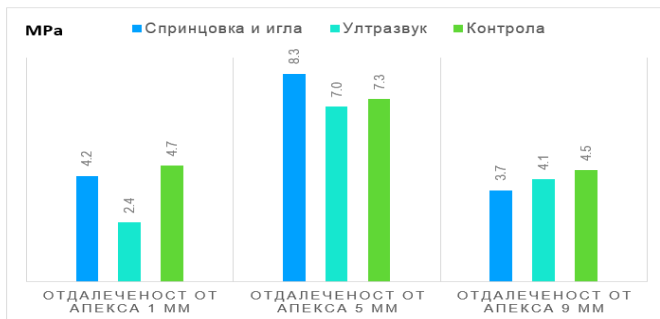
биокерамичния сийлър. След контролната група най-висока сила на срязване е при иригацията със спринцовка и игла (и в двата случая). При AN Plus нивата на силата на срязване са по-високи спрямо тези при биокерамичния сийлър (с изключение на 5 mm от апекса).



**Фиг. 56.** Разлика между силата на срязване при двата медикамента (в MPa) в зависимост от отдалечеността



**Фиг. 57.** Разлика при AN Plus сийлър между силата на срязване при двата вида обработка и при контролната група (в MPa) в зависимост от отдалечеността от апекса



**Фиг. 58.** Разлика при биокерамичния сийлър между силата на сръзване при двата вида обработка и при контролната група (в МРa) в зависимост от отдалечеността от апекса

## Резултати по задача 5

Въз основа на резултатите от проведените лабораторни изследвания беше изработен следният клиничен протокол:

### **КЛИНИЧЕН ПРОТОКОЛ ЗА ОТСТРАНЯВАНЕ НА ИНТРАКАНАЛНИ МЕДИКАМЕНТИ ПРИ ЛЕЧЕНИЕ НА ИНФЕКТИРАНИ КОРЕНОВИ КАНАЛИ**

1. Определяне на работната дължина. Разширяване на кореновите канали с ръчни стоманени инструменти с размери ISO 10 и 15. Промиване с 1% NaOCl.

2. Обработка на кореновите канали с машинни Ni-Ti пили (Pro Taper Next, Dentsply Sirona Endodontics, Ballaigues, Switzerland при скорост 300 rpm и торг – 2Ncm за всички пили.

3. Поставяне на интраканалния медикамент (Ca(OH)<sub>2</sub>-Calcipast) чрез лентуло, на 1 mm по-късо от работната дължина, на ниски обороти, поставя се сух тупфер и временна obturation за период от 7 до 14 дни.

4. Правят се контролни рентгенографии за нивото на медикамента.

5. Отстраняване на интраканалния медикамент (с техниките, чрез които са постигнати най-добри резултати в лабораторните изследвания) чрез лазерна и ултразвукова иригация. Лазерната

иригация е с Er:YAG 2940 nm (Light Walker, Fotona Ljubljana Slovenia) с параметри 0,15 W 15 Hz 10 mJ и 50  $\mu$ s дължина на импулса, размерът на връхчето е 300  $\mu$ m. При ултразвуковата иригация накрайника (U-file № 25) се въвежда на 2 mm по-късо от работната дължина. Смята се, че медикаментът е отстранен, когато от канала изтича бистра течност.

6. При липса на ексудация и медикамент в канала, той се obtурира с калибрирани гутаперкови щифтове и сийлър AN Plus (Dentsply Sirona Endodontics, Ballaigues, Switzerland) или биокерамичен (AN Plus Bioceramic Sealer Dentsply Sirona), според показанията.

Клиничният протокол беше приложен върху 30 инфектирани коренови канала, които се нуждаят от ендодонтско лечение с повече от едно посещение. Наблюдавани са рентгенографии преди и след поставянето на интраканалните медикаменти по аналогия на предходните лабораторни методи. На всеки лекуван зъб са назначени по 4 рентгенографии за оценка на ефикасността на най-често използваните техники и най-ефективната техника според лабораторните изследвания в клинични условия.

На следващите фигури (фиг. 59-62) се вижда предоперативната клинична ситуация на включените в изследването пациенти. Наблюдават се различни по големина и тежест периапикални изменения, които изискват продължителна интраканална иригация и поставяне на интраканален медикамент. На изследваните пациенти е поставен интраканален медикамент (калциев хидроксид – CerKamed, Stalowa Wola, Poland).

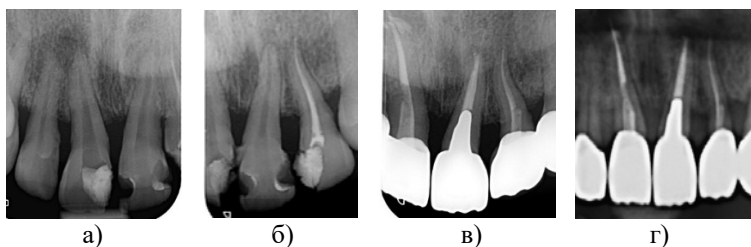
Отстраняването на интраканалния медикамент е посредством три от изследваните чрез *in vitro* методи и техники, описани подробно по-горе. Избраните методи са именно промиване със спринцовка и игла, ултразвук и лазерна иригация.

Иригацията със спринцовка и игла, въпреки че е най-често използваният метод според резултатите от анкетното проучване, не отстранява интраканалните медикаменти от кореновите канали, особено в апикалната трета и при криви коренови канали. Лазерната

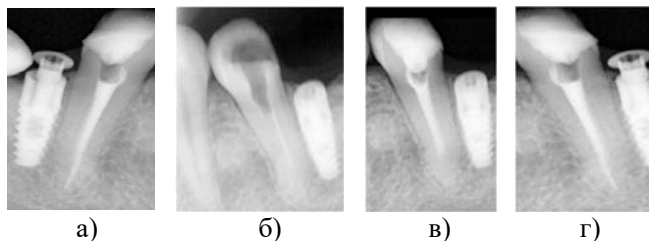
иригация, най-малко проученият и най-малко достъпният метод, отстранява интраканалните медикаменти в най-голяма степен (според резултатите от лабораторните изследвания). Използвали сме и ултразвуковата иригация като ефективен и сравнително достъпен метод за отстраняване на интраканалните медикаменти.

Отстраняването на интраканалните медикаменти се визуализира с дигитална рентгенография, на която се вижда дали има остатъчен интраканален медикамент. При наличие на такъв отстраняването се съсредоточава в тази област от кореновия канал. Кореновите канали бяха иригирани първо с 5 ml 2% NaOCl и след това с 5 ml 17% EDTA за 1 min. По време на смяната на иригационните разтвори, докато каналът на корена е запълнен с разтвор, се активира с устройства за активиране на разтвора за 10 секунди, общо за 30 секунди. Между различните разтвори се промива с дестилирана вода. Накрая каналите се промиват с 10 ml дестилирана вода за отстраняване на продължителните ефекти на EDTA и NaOCl.

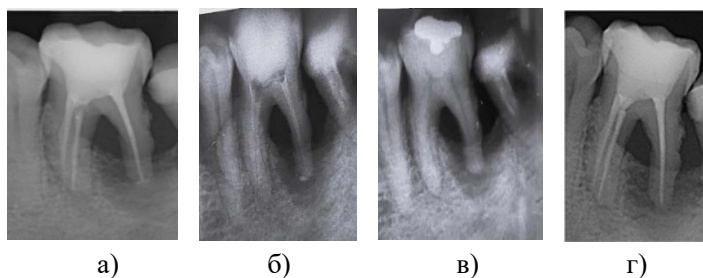
При липса на клинична симптоматика, ексудат и напълно отстранен интраканален медикамент се пристъпва към obtуриране на кореновите канали, (AH Plus Dentsply Sirona и биокерамичен сийлър AH Plus Bioceramic Sealer Dentsply Sirona) (фиг. 59-62).



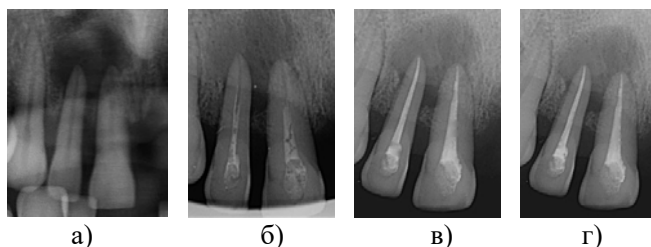
**Фиг. 59.** Клиничен случай на зъби 11, 21 и 22 с отстранен интраканален медикамент чрез спринцовка и игла. а) Диагностична рентгенография. б) Етап от лечението, при което зъби 11 и 21 са с отстранен интраканален медикамент, а зъб 22 е obtуриран. в) Постоперативна рентгенография с obtурирани коренови канали. г) Рентгенография след 6 мес.



**Фиг. 60.** Клиничен случай на зъб 35 с отстранен интраканален медикамент чрез ултразвукова иригация. а) Диагностична рентгенография. б) Рентгенография с интраканален медикамент. в) Постоперативна рентгенография с obtуриран коренов канал. г) Рентгенография след 6 мес.



**Фиг. 61.** Клиничен случай на зъб 46 с отстранен интраканален медикамент чрез лазерна иригация. а) Диагностична рентгенография. б) Рентгенография с интраканален медикамент. в) Постоперативна рентгенография с obtурирани коренови канали. г) Рентгенография след 6 мес.



**Фиг. 62.** Клиничен случай на зъби 11 и 12 с отстранен интраканален медикамент чрез лазерна иригация. а) Диагностична рентгенография. б) Рентгенография с интраканален медикамент. в) Постоперативна рентгенография с obtурирани коренови канали. г) Рентгенография след 6 мес.

## VI. ОБСЪЖДАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

### Обсъждане по задача 1

Най-голям брой от анкетираните лица (92) са с трудов стаж между 15 и 25 години. В друго изследване 62,3% от анкетираните имат трудов стаж, по-малък от 10 години, а близо 18% са с повече от 20-годишен опит (Madarati, 2017). Най-често анкетираните практикуват обща дентална медицина (73,1%). Почти половината от анкетираните са отговорили, че имат като насоченост на работа оперативно зъблечение и ендодонтия. В друго проучване 80,3% от взетите участие са общопрактикуващи лекари по дентална медицина, а само 13,3% са със специалност ендодонтия (Jernstrom, 2021).

Половината от лекарите провеждат ендодонтско лечение до 5 пъти седмично, а 34% провеждат ендодонтско лечение всеки ден. При проучване на други авторски колективи 21% от лекарите по дентална медицина извършват по-малко от едно лечение на коренови канали всяка седмица, 35% извършват 1-2 лечения, 31% – 3-5 лечения на кореновия канал, и 11% – повече от 5 (Торкара, 2017). Приблизително 70% от анкетираните не използват никакви увеличителни приспособления в своята работата. От използващите увеличителни приспособления 7% използват микроскоп. Приблизително същия резултат са получили авторите на изследване, при което 61% не използват увеличение при ендодонтското лечение. А от останалите – 22% използват лупи със светлина, 11% – лупи без светлинен източник, и само 6% – операционен микроскоп (Lodhi, 2020).

Дали използват интраканални медикаменти, 98% от анкетираните дават положителен отговор. Половината от тях ги използват винаги когато е възможно (49%), а 46% – при инфектирани коренови канали и периодонтити. Почти еднакво използване има и на трите вида интраканални медикаменти, включени в анкетата. Лек превес имат комбинираните калциеви препарати с йодоформ, хлорхексидин (75%), последвани от антибиотичните пасты (63%)

и калциевите препарати (49%). От анкетното проучване е установено също, че 41% от анкетиранияте употребяват два от посочените медикаменти, а 23% използват и трите вида медикаменти. По отношение влиянието им върху оздравителния процес 96,7% от анкетиранияте са дали положителен отговор и най-голям процент (96,3%) са посочили, че използват промивката със спринцовка и игла. Много от анкетиранияте изпитват затруднения при пълното отстраняване на интраканалните медикаменти (74%), като голям процент смятат, че непълното им отстраняване оказва влияние на качеството на дефинитивното obtуриране на кореновите канали (89%). У нас 56% от анкетиранияте използват 2-5,25% разтвор на NaOCl като иригиращ разтвор, последвано от 15-17% EDTA (22%) и 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (16%). Хлорхексидинът като промиващ агент е посочен само от 6% от анкетиранияте.

### **Обсъждане по задача 2**

Установява се, че наличието на калциев хидроксид е при 72% от изследваните образци, докато калциев хидроксид с йодоформ е открит в 35% от изследваните коренови канали. Според тези резултати между двата вида интраканални медикаменти има статистически значима разлика, с превес на наличието на повече остатък в кореновия канал при калциевия хидроксид. И други изследвания показват, че нито един от медикаментите не е напълно отстранен от кореновите канали, като най-много са остатъците от калциев хидроксид (Alturaiki, 2015).

Промивките в нашия експеримент се извършват с 2,5% NaOCl и 17% EDTA, като между тях се извършват промивки с дестилирана вода. В настоящото изследване се наблюдава най-голям процент на неотстранен интраканален медикамент, когато се използват за иригация спринцовка и игла, следва иригацията с отрицателно променливо налягане, останалите методи имат сходни резултати и най-малък е процентът при използването на лазер.



При кореновите канали, запълнени с калциев хидроксид, се вижда, че между петте вида техники за отстраняването на интраканалния медикамент има разлика. Тя е статистически значима между използването на спринцовка и игла и използването на лазер ( $p$ -value = 9,2) и почти се доближава до значима между приложението на отрицателно налягане и лазера ( $p$ -value = 5,3).

При отстраняването на калциевия хидроксид с йодоформ се установява, че между видовете обработка има разлика в отстраняващата им способност. Тази разлика е по-голяма между използването на спринцовка и игла и лазер и почти се доближава до значима между спринцовка и игла и иригация с променливо налягане. Подобно на нашето изследване, и според други автори лазерната иригация позволява по-добро почистване при всички анатомични особености на кореновия канал (Koch, 2015; Lloyd, 2014). Най-голямото количество останал  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  се наблюдава при иригация със спринцовка и игла и ултразвук (Ma JZ, 2015). В нашето проучване използването на отрицателно налягане не подобрява отстраняването на калциевия хидроксид от кореновия канал в сравнение с ръчната техника. Има разлика и между иригациите с лазер и променливо отрицателно налягане, при които има статистически значима разлика между обемите остатъчен медикамент.

В настоящото изследване най-много остатъци са открити в коронарната и апикалната позиция на канала. В същото време при тях е изчислен и най-малък среден обем остатъчен медикамент. Не се открива статистически значима разлика между остатъчния медикамент и неговия обем и нивото, на което е открит в кореновия канал (Camargo, 2016; Chockattu, 2017).

### **Обсъждане по задача 3**

Сравнението между двата вида използвани медикаменти показва, че при зъбите, запълнени с калциев хидроксид, интраканалният медикамент се открива в 83% от образците, а при зъбите, третиран с калциев хидроксид с йодоформ – при 75% от образците.

Между остатъците от двата вида интраканални медикаменти няма статистически значима разлика.

В нашето изследване най-голям обем непремахнат интраканален калциев хидроксид има при използването на спринцовка и игла, следвано от ултразвуковата иригация. С най-много премахнат интраканален медикамент тук е обработката чрез лазер-асистираната иригация. При калциевия хидроксид с йодоформ най-голям обем остатъчен медикамент има при ултразвуковата иригация. Следва приблизително еднакъв остатък от медикамент при техниките за иригация с променливо отрицателно налягане и спринцовка и игла.

При запълване на кореновия канал с калциев хидроксид между лазерно асистираната иригация, иригацията с променливо отрицателно налягане и звуковата иригация не се открива статистически значима разлика, което означава, че трите вида обработка премахват интраканалните медикаменти по един и същи начин. Но противно на това твърдение, има разлика между иригациите с лазер и променливо отрицателно налягане, при които има статистически значима разлика между обема остатъчен медикамент при двата вида обработка. Между ултразвуковата иригация и тази със спринцовка и игла няма статистически значима разлика, докато между иригацията със спринцовка и игла и лазер-асистираната иригация има статистически значима разлика в почистването (Bottcher, 2012; George, 2008). При запълване на кореновите канали с калциев хидроксид с йодоформ се открива разлика между обработката с лазер и иригацията с променливо отрицателно налягане. При калциев хидроксид с йодоформ тази разлика, която е гранична при калциевия хидроксид, се проявява и се доказва статистически. Между лазер-асистираната иригация и звуковата иригация също се открива значима разлика. Разликата между лазер и спринцовка и игла е статистически значима. Единствено разликата между иригацията с ултразвук и лазер не

е статистически значима. Разликата при тях в средните стойности е най-голяма. А при използването на спринцовка и игла има разлика освен с лазерната иригация, така също и със звуковата иригация. Остатъчният Са(ОН)<sub>2</sub> остава главно в апикалната част на извитите коренови канали и най-често се намира в областта на 0-1 mm от върха, последван от област 1-3 mm от върха на апекса (Kustarci, 2016; Ma JZ, 2015).

В настоящото изследване остатъци от интраканалните медикаменти са открити по цялата дължина на кореновия канал. Средният обем на медикамента, открит в средната част на кореновия канал, възлиза на 0,344 mm<sup>3</sup>, а в апикалната част е 0,666. В по-голямата си част (76%) остатъците са открити при апикалната зона. Установено е, че между вида на използваната обработка и позициите на остатъчния медикамент има връзка. При използване на лазер остатъци са открити равномерно при апикална (50%) и при средна трета (50%), а при спринцовка и игла 71,4% са открити при апикална трета, а 28,6% при средна трета. При останалите три вида обработка всички остатъци (100%) са открити в апикална трета.

В заключение, пълното отстраняване на калциевия хидроксид от апикалната кривина на криви коренови канали остава като предизвикателство за всяка от тестваните техники (Shi, 2022).

#### **Обсъждане по задача 4**

Адхезивните свойства на ендодонтските сийлъри са важни за минимизиране на микропросмукването, което осигурява успешна ендодонтска терапия (Jenita, 2021).

Ефектът на иригационните разтвори и интраканалните медикаменти върху силата на свързване на сийлърите към дентина се оценява в голям брой проучвания (Aly, 2021; Lambrianidis, 2006). Rosenberg et al. (2021) наблюдават почти 50% намаляване на якостта на микроопън на зъбите при дългосрочното приложение на калциевия препарат (7-84 дни). Модулът на еластичност на дентина се увеличава, както доказват Kawamoto et al. (2021), което

го прави по-склонен към фрактури. В настоящата работа сме използвали калциевия хидроксид за не повече от 14 дни.

В нашето проучване сме изследвали силата на връзката и сме установили, потвърдено и от други автори, че тя намалява от коронарна към апикална посока (Elgendy, 2021).

Сравнена е силата на адхезивната връзка при наличие на остатъчен интраканален медикамент между сийлър на базата на епоксидна смола и биокерамичен сийлър. Силата, необходима за разхерметизиране, е по-голяма при сийлър на базата на епоксидна смола. Увеличаването на силата на свързване на сийлърите на базата на епоксидна смола към дентина след прилагане на ТАР може да се отдаде на силния деминерализиращ и ерозивен ефект на този медикамент върху радикуларния дентин поради ниското му рН (Halkai, 2022). Това увеличава адхезионните повърхности и може да подобри адхезията на сийлърите към дентина (Parashar, 2020).

Въпреки по-доброто проникване на биокерамичния материал в дентиновите тубули в средната и апикалната трета на кореноканалната система, се наблюдава по-малка сила на опън, необходима за разхерметизиране на връзката между дентина и сийлър в настоящата работа. Както киселото, така и алкалното рН, оказват влияние върху механизмите на хидратация на биокерамичния материал и пречат на физикомеханичните му свойства. Натриевият хипохлорит води до значително намаляване на якостта на натиск на биокерамиката. EDTA води до значително намаляване на якостта на натиск на биокерамичните сийлъри на базата на трикалциев силикат (Jenita, 2021).

Продължителното приложение и непълното отстраняване на интраканалните медикаменти имат неблагоприятни ефекти върху химичните и механичните свойства на дентина на кореновия канал и следователно създават неблагоприятна среда за свързване със сийлърите на каналопълнежните средства.

## Обсъждане по задача 5

Описани са много методи за подобряване на почистващото действие на иригантите в кореновия канал (Amin, 2023; Swathi, 2023). Най-широко използваният метод според авторите е отстраняване на калциевия хидроксид чрез ръчно разбъркване с пила (Suleiman, 2021). В настоящата работа отстраняването със спринцовка и игла също показва по-малка ефективност, в сравнение с другите изследвани методи – ултразвуковата и лазерната иригация. Те премахват повече обем от калциев хидроксид в сравнение с иригацията със спринцовка и игла. Тези резултати са в съгласие с Marques da Silva et al. и Keskin et al., които демонстрират, че те значително подобряват отстраняването на интраканалния калциев хидроксид – в най-висок процент (99,89%) (2021). От анализиранияте публикации 37,5% са изследвали, че ултразвуковата иригация е една от най-ефективните. Ли et al. отбелязват, че тя е най-ефективният метод за премахване на медикамента и от трите части на кореновия канал в сравнение с конвенционалната иригация (2023). Въпреки че лазерната иригация е най-малко проучената техника, доказано е, че оставя почти 0% остатък от интраканалния медикамент поради създаването на фотоакустични вълни в ириганта. Според нашето изследване ултразвуковата и лазерната иригация са по-ефективни от конвенционалната промивка със спринцовка и игла за отстраняване на  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Относно местоположението на остатъците от калциев хидроксид, при ултразвуковата и звуковата иригация се постига пълно отстраняване от коронарната и средната трета на кореновите канали. Интраканалните медикаменти се натрупват в апикалната област, където каналът има по-малка площ за достигане на ириганта. Това, съчетано със сложната анатомия в тази област, прави отстраняването на интраканалните медикаменти в апикалната трета предизвикателство (Swathi, 2023). Тези резултати се припокриват с наблюденията и в нашето изследване, при което

остатъците от интраканалните медикаменти се откриват предимно в апикалната трета, последвано от персистирането им в средната трета. Това повлиява и на оздравителния процес в периапикалните тъкани, като го забавя.

Нито една от техниките за иригация не може напълно да премахне вътреканалния медикамент от кореновите канали.

## VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализът на данните по поставените задачи в дисертационния труд ни дава основание да направим следните констатации:

От анкетното проучване сме установили, че най-често лекарите по дентална медицина практикуват обща дентална медицина в своята практика и по-рядко се насочват към тясна специалност. Все още голяма част от анкетиранияте не използват оптично увеличение в практиката си, а малкото, които използват, имат лупи. Използването на интраканалните медикаменти е винаги при ендодонтско лечение, при инфектирани коренови канали, от тях най-много се прилагат комбиниранияте калциеви препарати. За отстраняване на интраканалните медикаменти анкетиранияте най-често използват промивката със спринцовка и игла, а най-рядко – иригацията с отрицателно променливо налягане, като различните методи и техники са все още недостъпни в клиничната практика. По-трудно се отстранява калциевият хидроксид, отколкото калциевия хидроксид с йодоформ. Най-много остатъци от интраканален медикамент има при иригацията със спринцовка и игла и отрицателно променливо налягане, и в коронарната и апикалната трета на кореновия канал. Лазерно асистираната иригация оставя най-малко неотстранен интраканален медикамент в кореновия канал. Средното количество остатък от интраканалните медикаменти при криви коренови канали е 3-4 пъти по-голямо от това при прави коренови канали. Методите и техниките за отстраняване на интраканалните медикаменти са по-ефективни при прави коренови канали и остатъци се намират в по-голям процент в апикална позиция при криви коренови канали. Най-голяма е силата, необходима за разхерметизиране на връзката между дентина и използвания сийлър при AN Plus, а най-малка е при биокерамичния сийлър. При клиничното изследване се установи, че наличието на интраканален медикамент в кореновия канал влияе на оздравителния процес в периапикалните тъкани.

## VIII. ИЗВОДИ

1. Почти 100% от лекарите по дентална медицина използват интраканални медикаменти в своята практика и половината от тях (49%) ги използват винаги при провеждането на ендодонтско лечение, а другите (46%) – при инфектирани коренови канали.

2. Повечето от анкетираните (74%) имат затруднения при пълното отстраняване на интраканалните медикаменти и липсва достъпност на всички методи за отстраняване. Същевременно анкетираните смятат, че непълното отстраняване на интраканалните медикаменти влияе на адхезията на каналопълнежното средство към стените на кореновия канал.

3. Най-неефективният метод за отстраняване на интраканалните медикаменти при прави коренови канали е иригация със спринцовка и игла, последван от иригацията с отрицателно обротно налягане (от 0,375 до 0,588 mm<sup>3</sup> неотстранен интраканален медикамент).

4. Най-пълно отстраняване на интраканалния медикамент от кореновите канали е постигнат с използването на лазер-асистираната иригация (0,004 mm<sup>3</sup> остатъчен медикамент и са установени проби с изцяло премахнат интраканален медикамент).

5. Техниките за отстраняване на интраканалните медикаменти са по-ефективни при прави коренови канали (0,091 mm<sup>3</sup> остатъчен медикамент), сравнено с кривите коренови канали (0,825 mm<sup>3</sup> остатъчен медикамент).

6. Наличието на остатъчен интраканален медикамент оказва влияние на навлизането на сийлъра в дентиновите тубули, като по този начин намалява силата на връзката между тях (от 7,8 МПа в коронарната част до 7,4 МПа в апикалната част за АН Plus и 3,9 МПа до 3,3 МПа за АН Plus Bioceramic Sealer).

7. Силата, необходима за разхерметизиране на адхезивната връзка между кореноканалния дентин и сийлъра, е по-висока при АН Plus (8,4 МПа), отколкото при АН Plus Bioceramic Sealer (3,3 МПа).



## IX. ПРИНОСИ

### Приноси с оригинален характер

1. За първи път у нас е проучено мнението на общопрактикуващите дентални лекари относно видовете, показанията за употреба и начините на отстраняване на интраканалните медикаменти.

2. За първи път у нас е проведено сравнително изследване на пет различни техники за отстраняване на интраканалните медикаменти при прави и криви коренови канали чрез *micro-CT* и SEM.

3. За първи път у нас е проведено сравнително изследване на пет различни техники за отстраняване на интраканалните медикаменти между прави и криви коренови канали чрез *micro-CT*.

4. За първи път у нас е оценено влиянието на остатъчните медикаменти върху адхезията на два изследвани сийлъра и дентиновата повърхност чрез апарат за изследване на *push-out* тест в МРА.

5. Установени са оптимални клинични протоколи за отстраняване на интраканални медикаменти в клинични условия.

### Приноси с потвърдителен характер

1. Чрез анкетно проучване е потвърдена необходимостта от цялостното отстраняване на интраканалните медикаменти.

2. Чрез *micro-CT* анализ в *in vitro* условия е потвърдена способността на звуковата, ултразвуковата, отрицателното налягане и най-вече лазерната техника да отстраняват интраканалните медикаменти в сложната кореноканална система.

3. Потвърдено е влиянието на остатъчните медикаменти в кореновия канал върху силата на адхезивната връзка между ендодонтския сийлър и кореновия дентин.

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

### **Публикации**

1. Миронова Ж., Е. Радева. Отстраняване на интраканални медикаменти. Дентална медицина 2020, 102(1): 63-70.
2. Mironova J, E. Radeva. Factors affecting removal efficiency of intracanal medicaments – a literature review. Internatinol Journal of Science and Research. 2021, 10(6): 301-304.
3. Mironova J, E. Radeva. A questionnaire survey among dentists on the use of intracanal medicaments in orthograde endodontic treatment. J of IMAV, 2022, 28(4):4704-4710.

### **Доклади на научни форуми**

1. Миронова Ж. Анкетно проучване сред лекарите по дентална медицина относно използването на интраканалните медикаменти в хода на ортоградното ендодонтско лечение. 11-и научен конгрес на СРК на БЗС, 19-20 февруари 2022 г., София, орална презентация.
2. Миронова Ж., Е. Радева, М. Маринова-Такорова. Изследване ефективността на техники за отстраняване на интраканални медикаменти чрез микрокомпютърна томография. 21-ви научен конгрес на БЗС, 15-17 юни 2023, Бургас (постер).

### **Проекти**

1. Проект Вх. № 7247/16.11.2021 Договор № Д-146/14.06.2022 г. Сравнително изследване ефективността на различни техники за отстраняване на интраканални медикаменти от зъби с криви коренови канали (инвитро изследване).

Водещ изследовател: доц. д-р Елка Николаева Радева, доктор;  
Членове на изследователския екип: д-р Жасмина Валентинова  
Миронова, доц. д-р Мирела Маринова-Такорова, доктор