

МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ
ФАКУЛТЕТ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА
Катедра „Консервативно зъболечение“
Ръководител: проф. Д-р Радосвета Василева, дм

**ОРТОГРАДНО ЛЕЧЕНИЕ НА СЛУЧАИ С ФРАКТУРИРАНИ
ИНСТРУМЕНТИ В КРИВИ КОРЕНОВИ КАНАЛИ**

Д-Р КАЛИН КИРИЛОВ ШИЯКОВ

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за присъждане на образователна и научна
степен „доктор“

Научен ръководител

Проф. Д-р РАДОСВЕТА ИВАНОВА ВАСИЛЕВА, дм

София, 2018 г.

Дисертационният труд се състои от 186 страници и е онагледен с 15 таблици, 43 фигури и 1 приложение. В библиографията са включени 161 литературни източника, от които 17 на кирилица и 144 на латиница.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на заседание на катедрен съвет на катедра „Консервативно зъболечение“ при Факултета по дентална медицина на Медицински университет – София.

Публичната защита ще се състои на 22.01.2018 год., от 13.30 ч., в първа аудитория на ФДМ, МУ – София, бул. „Св. Георги Софийски“ №1, съгласно чл. 76 и 77 от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Медицинския университет – София, и заповед № РК 36-2543/09.11.2017г на Ректора на МУ – София, на открито заседание на **научното жури** в състав:

Председател

Проф. д-р Радосвета Василева, дм – вътрешен член и научен ръководител

Членове

Проф. д-р Снежанка Топалова-Пиринска, дм – вътрешен член и рецензент

Проф. д-р Славчо Димитров, дм – външен член и рецензент

Проф. д-р Елена Дюлгерова, дх, дмн – външен член

Проф. д-р Иван Филипов, дм – външен член

Резервни членове

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

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

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

ЗАБЕЛЕЖКА: Номерата на фигурите в автореферата не съответстват на тези в дисертационния труд.

СЪДЪРЖАНИЕ

ВЪВЕДЕНИЕ.....	5
ЦЕЛ И ЗАДАЧИ.....	6
МАТЕРИАЛИ.....	7
МЕТОДИ.....	9
РЕЗУЛТАТИ.....	31
ОБСЪЖДАНЕ.....	58
ЗАКЛЮЧЕНИЯ.....	77
ИЗВОДИ.....	80
ПРИНОСИ.....	82
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	83
НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ И СЪОБЩЕНИЯ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	96

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

ЕДТА	етилен-диамин-тетра-оцетна киселина
ЕУН	ендодонтски ултразвукови накрайници
ИКК	изкуствени коренови канали
КК	коренови канали
ККЗ	коренови канали на зъби
ПА	пиезоелектричен апарат
РД	работна дължина
РСИ	ръчни стоманени инструменти
УА	ултразвуков апарат
УЗВ	ултразвук, ултразвуков
УН	ултразвукови накрайници
Двън-irs	външен диаметър на микротръбичка от системата IRS
Дкк	най-малкият диаметър на ИКК в зоната на освободения
Дфр	диаметър на фрагмента
Diff-irs	разлика между външния и вътрешния диаметър на
GG	Gates Glidden пилител
NaOCl	натриев хипохлорит
Ni-Ti	никел-титан, никел-титанов

ВЪВЕДЕНИЕ

Фрактурирането на ендодонтски инструмент в кореновия канал създава препятствие за механичната и химична обработка на канала и последващото запечатване на ендодонтската система по общоприетите съвременни изисквания. Недостатъчната дезинфекция и obtуриране на канала могат да компрометират крайния резултат от лечението. Особено предизвикателство са случаите с разположение на фрагмента в средната и апикалната една трета на кореновия канал.

С въвеждането на операционния микроскоп в ендодонтията се появяват нови методи, апаратура и инструментариум, предоставящи възможности за решаване на клинични ситуации, които преди биха довели до загубата на зъба. С бързото развитие на микроскопската ендодонтия и непрекъснатата поява на нови методи и продукти нарастват нуждите от изследвания, които да посочат възможното и да поставят разумни граници на риска.

Ултразвуковата техника и по-новите микро-тръбни системи са основни съвременни средства за отстраняване на фрактурирани инструменти от кореновите канали. Те, заедно с класическия байпас, представляват основния арсенал от консервативни ортоградни решения за повечето ситуации с наличие на фрагмент в кореновия канал.

Отстраняването на счупени инструменти е важно, тъй като може да доведе до спасяването на зъба от екстракция. Поради наличието на много нерешени въпроси по темата, усилията в тази посока са оправдани.

ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Цел на настоящия дисертационен труд е чрез ин витро изследвания на ЕУН, техниката байпас, микро-тръбни системи и клинични изследвания, да бъдат подбрани инструментариум и техники, осигуряващи най-висок успех при ортоградно ендодонтско лечение на случаи с фрактурирани инструменти в криви коренови канали.

За изпълнение на целта си поставихме следните **задачи**:

1. Да се изследва и сравни ефективността на различни видове ЕУН при отстраняването на счупени инструменти от извивката на КК.
 - 1.1 Да се провери валидността на работен модел за сравнителни стандартизирани *in vitro* изследвания на ЕУН.
 - 1.2 Да се изследват и сравнят диаметърът и конфигурацията на върха на осем вида ЕУН.
 - 1.3 Да се изследва и сравни процентът успех, времето, необходимо за изваждане на фрагментите и диаметърът и изместването на оста на ИКК при работа с шест вида ЕУН.
2. Да се изследва резонансната съвместимост между осем вида ЕУН за изваждане на счупени инструменти и шест различни търговски марки ПА.
3. Да се регистрира и сравни процентът успех и времето при байпас на фрагменти след извивката на канала, както и процентът на усложнения (образуване праг, фалшив ход, фрактура на инструмента и изтласкване на фрагмента апикално) при работа със седем вида стоманени ендодонтски инструменти.
4. Да се изследва съвместимостта между микро-тръбната система за изваждане на счупени инструменти IRS (San Diego Swiss Dental) и шест вида ЕУН.
5. Да се проведе ретроспективно клинично изследване на успеха и усложненията при лечение на случаи със счупени инструменти, разположени във и след извивката на КК.

МАТЕРИАЛИ

В настоящия дисертационен труд са използвани следните материали:

Коренови канали ин витро

Общо 400 броя:

- 40 броя коренови канали на екстрахирани зъби
- 360 броя ИКК на Dentsply-Maillefer

Клинични случаи

- 97 клинични случая
- 67 долночелюстни молара, 25 горночелюстни молара, 5 горночелюстни премолара
- 108 счупени инструмента – от тях 67 ръчни стоманени пили,
7 машинни никел-титанови пили,
34 канални пълнители

Дребен ендодонтски инструментариум

- 12 вида ЕУН - RT3 (EMS), Endo E3 (W&H), стоманени ултразвукови К-пили, ProUltra endo tips 6,7 и 8 (Maillefer), CPR tips 6,7 и 8 (Obtura Spartan), ET25 (Satelec), Redo 2 (VDW)
и E7 (NSK)
- 2 вида ръчни стоманени инструменти – К-пили (Poldent и VDW), К-разширители (VDW)
- 5 вида катетеризационни пили – C-pilot (VDW), C+ пили (Dentsply-Maillefer), D Finder (Mani), Profinder Senseus (Dentsply-Maillefer), Pathfinder (Sybron Endo)
- 6 вида машинни никел-титанови инструменти - Protaper Universal, Protaper Next, Wave One, Wave One Gold (Maillefer), Reciproc, Flexmaster (VDW)
- Gates glidden пилители (Mani)

Микротръбна система

- IRS - instruments removal system (San Diego Swiss Dental)

Заснемаща техника

- дигитална камера Samsung Digimax V7
- HD видеокамера U11240ML iDS, Германия (външна камера на операционен микроскоп OPMI Pico Carl Zeiss)
- Огледално рефлексна камера Canon EOS 100D (външна камера на операционен микроскоп OPMI FC1 Carl Zeiss)

Увеличителна техника

- лабораторен стереомикроскоп Leica MZ6
- клиничен операционен микроскоп OPMI Pico (Carl Zeiss)
- клиничен операционен микроскоп OPMI FC1 (Carl Zeiss)

Апаратура

- Дигитален микрометър Mitutoyo
- 6 вида пиезоелектрични апарати - Mini Piezon (EMS), Woodpecker HW-3H (GWMI), Pyon 2 LED (W&H), Varios 550 (NSK), P5 Newtron (Acteon-Satelec), DTE HD-7H (GWMI)
- Апекс локатор Novapex (VDW)
- Ендомотор VDW Silver (VDW)
- Апарати за топла вертикална кондензация – Beefill 2in1 (VDW); GP Easy II (Apoza)

Софтуер

- Софтуерен продукт за анализ на изображения: KLONK–Image Measurement
- Статистически програми (от Microsoft Excell 2010):
 - за вариационен анализ (ANOVA single factor)
 - тест на Student (T-test)
 - тест на Fisher (F-test)
 - χ^2 -тест (chi square independence test)

МЕТОДИ

МЕТОДИ ПО ЗАДАЧА 1

ПОДЗАДАЧА 1.1

Проверка на **валидността на работен модел** за сравнителни стандартизирани in vitro изследвания на ЕУН.

Валидността (достоверността) на изкуствените коренови канали (ИКК) с производител Dentsply-Maillefer като модел за сравнителни изследвания на ЕУН за отстраняване на счупени инструменти е проверена чрез:

1. измерване и сравняване на диаметрите на ИКК и ККЗ след изваждането на еднакви счупени инструменти от едни и същи зони на каналите.
2. измерване и сравняване на времето, необходимо за изваждане на фрагментите от ИКК и ККЗ.

В правата коронарна част на ИКК и ККЗ са фрактурирани еднакви машинни никел-титанови инструменти, които след това са отстранени с помощта на ултразвуковата техника и ЕУН под увеличение с ДОМ. Регистрирано е времето за работа. След това са измерени диаметрите на каналите. Сравнени са измерените диаметри и работно време при двата вида канали – ИКК и ККЗ. Липсата на статистически значими разлики би означавала, че ИКК и ККЗ са еднакви като изследователски модел.

Локализация на фрактурираните инструменти в каналите

Фрагментите са с дължина 5 mm и са разположени в каналите (ИКК и ККЗ) коронарно, непосредствено под орифициума (фиг. 1б).

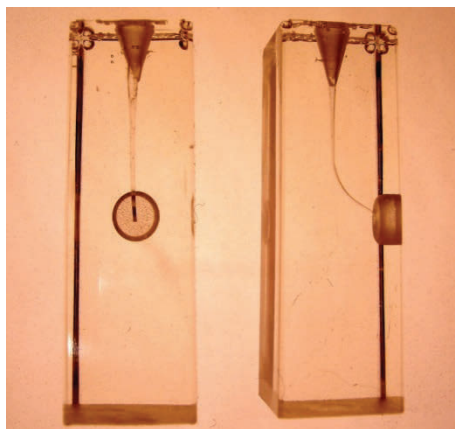
Методика за получаване на фрагментите

За получаване на фрагментите са използвани машинни Ni-Ti пили №35 с 2% коничност (FlexMaster, VDW).

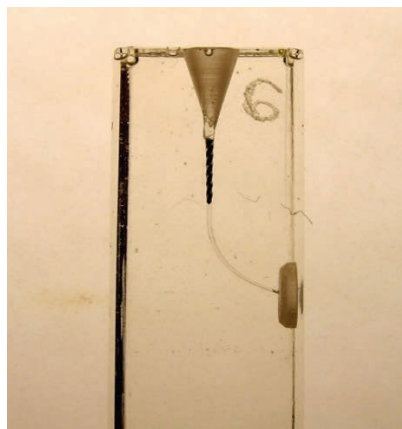
Инструментите са фрактурирани по следния начин:

Избрани са естествени зъби с тесни КК с приблизително кръгло напречно сечение. Короните на зъбите са отстранени, така че в корена, на нивото на орифициумите, да се получи плоскостен срез. ККЗ са инструментириани така, че част от върха (5 mm) на подготвения за фрактуриране инструмент да може да затегне в коронарната част на канала и след счупване фрагментът да остане на нивото на плоскостния срез. Инструментите са увредени с турбинен диамантен пилител на 5 mm от върха и форсирани до счупване в ККЗ чрез ендодонтски микромотор при максимална сила на въртене (максимален торк). Методът е описан от Gencoglu.

При ИКК, които са стандартизирани, не е провеждано предварително разширение, тъй като диаметърът на ИКК в коронарната зона е такъв, че избраните за фрактуриране инструменти да изпитват съпротивление в стените на канала.



А).



Б).

Фиг. 1: ИКК използвани в изследването за отстраняване на счупени инструменти
А): ИКК (Maillefer) Б): Локализация на Ni-Ti фрагмента под орифициума на ИКК

Методика за отстраняване на фрагментите

Фрагментите са отстранявани по описаната от Ruddle ултразвукова техника. За осигуряване на достъп до фрагментите в каналите не са ползвани пилители (авторът препоръчва Gates Glidden), тъй като фрагментите са разположени на нивото на орифициумите. Използвана е възможно най-ниската мощност на ПА, при която ЕУН (ултразвукови К-пили № 20 на EMS и Endo E3 на W&H) могат ефективно да отстраняват материал от стената на ИКК и ККЗ. Работено

е без водно охлаждане и отпилките са отстранявани чрез продухване. Максималното време на непрекъсната вибрация на ЕУН е 30 секунди (по препоръки на Madarati и сътр.), за да не се стига до нежелано повишаване на температурата.

Накрайниците са използвани с пиезоелектричен апарат Рyon 2 Led (W&H).

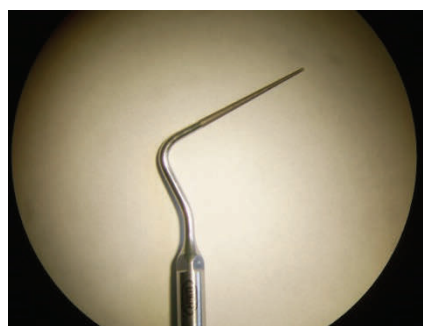
Работено е под увеличение 5,6x и 9x с дентален операционен микроскоп ОРMI-Pico, Carl Zeiss.

Аргументация за избора на ЕУН за изследването

Използваните накрайници (ултразвукови К-пили № 20, EMS и Endo E3, W&H, фиг. 2 а и б) са избрани поради голямата разлика между диаметрите при върха им – 0,20 mm, която се очаква да доведе до значителни разлики в степента на разширение на каналите при използването на двата вида накрайници. Запазването на тези разлики при ИКК и ККЗ би означавало еднакво поведение на двата вида изследвани канали.



А).



Б).

Фиг. 2: ЕУН използвани в изследването: А): К-пили № 20 (EMS); Б): Endo E3 (W&H)

Работни групи

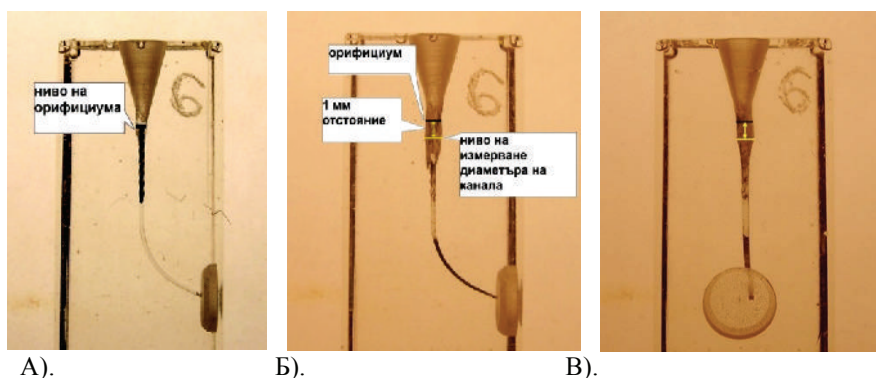
С използването на два вида КК и два вида ЕУН са сформирани четири работни групи:

1. ИКК - К-пили номер 20 (EMS-Maillefer) – 20 броя
2. ИКК - Endo E3 (W&H) – 20 броя
3. ККЗ - К-пили номер 20 (EMS-Maillefer) – 20 броя
4. ККЗ - Endo E3 (W&H) – 20 броя

Проведени измервания и изследвания

1. ИКК са заснети с дигитален фотоапарат (Samsung Digimax V7) след изваждането на фрагментите, в две равнини – по посока на извивката и перпендикулярно на посоката на извивката. Заснемането е осъществено от еднакво разстояние и при едни и същи настройки на апарата.

Образите са обработени с програма за измерване на детайли в изображенията (KLONK – Image Measurement). На снимките в двете равнини е измерен диаметърът на ИКК на 1 mm под орифициума. Стойността за диаметъра е получена като средно-аритметична от двете измервания (фиг. 3). Точността на измерване по избраната методика е 0.02 mm.



Фиг. 3: Ниво на провеждане на измерването на диаметъра на ИКК след изваждане на фрагмента.

А): Ниво на орифициума на ИКК преди изваждане на фрагмента

Б): Измерване на диаметъра на ИКК на 1mm под нивото на орифициума след изваждане на фрагмента

В): Измерване на диаметъра на ИКК на същото ниво като в б), но в перпендикулярната равнина

2. При естествените зъби, след изваждането на фрагментите, корените са прерязани напречно, така че срезът да минава през КК на 1 mm под орифициума. След това корените са заснети перпендикулярно на получения срез с дигиталния фотоапарат от едно и също разстояние. Чрез същата програма за измерване на изображения (KLONK – Image Measurement) е измерен диаметърът на канала на нивото на среза. Диаметърът е получен като средно-аритметична стойност от две различни измервания (фиг. 4). Точността на измерване по избраната методика е 0.02 mm.



А). Б). В).
 Фиг. 4: Нива на измерване на диаметъра на ККЗ след изваждане на фрагментите
 А): Фрагменти в каналите на нивото на среза през орифициумите
 Б): Извадени фрагменти и нов срез през каналите на 1mm апикално
 В): Измерване на диаметрите на каналите на нивото на среза в две перпендикулярни равнини

3. Измерено е времето, необходимо за отстраняване на всеки фрагмент от ИКК и ККЗ.

4. Получените стойности за диаметъра на канала след изваждане на фрагментите, както и времето за работа, при двата вида канали (ИКК и ККЗ) са сравнени.

В настоящото изследване е прието, че при липса на статистически значими разлики между стойностите на диаметъра и времето за двата вида канали при използването на едни и същи ултразвукови накрайници, ИКК могат да бъдат приети за достоверен (валиден) модел за сравнителни изследвания на ЕУН.

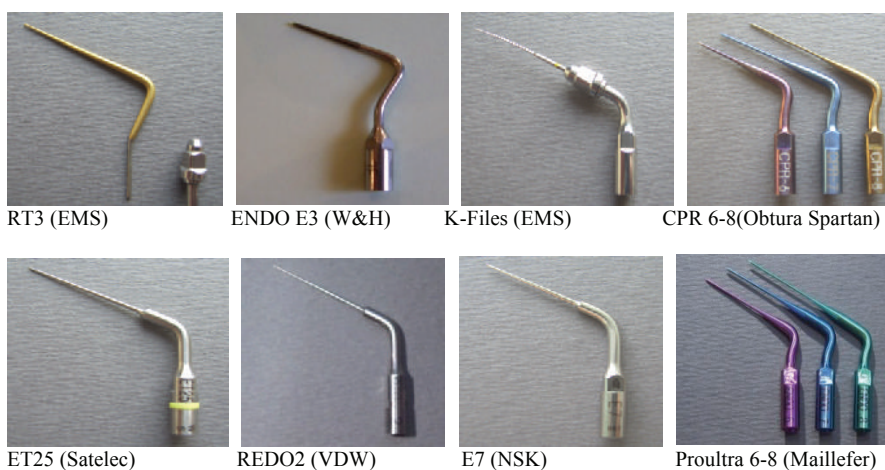
Статистика

Използван е вариационен анализ ANOVA single factor ($p > 0.05$), Тест на Фишер F-test, two sample for variances ($p > 0.05$), Тест на Стюдънт T-test, two sample assuming equal variances ($p > 0.05$).

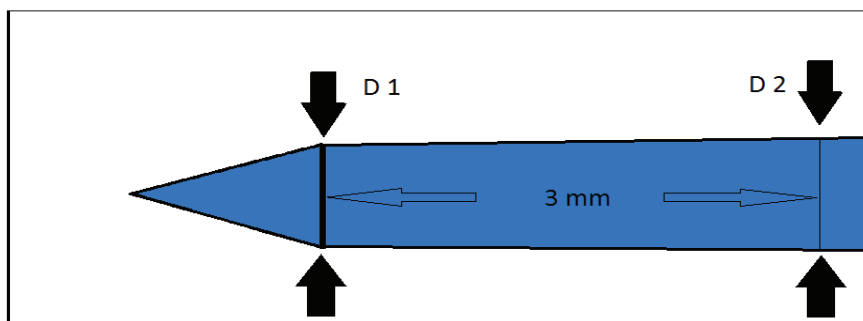
ПОДЗАДАЧА 1.2

Изследване и сравнение на **диаметърът** и **конфигурацията на върха** на осем вида **ЕУН** за отстраняване на счупени инструменти.

Диаметърът при върха на изследваните осем вида ЕУН (фиг. 5) е измерен чрез дигитален микрометър Mitutoyo, Япония (точност 0.01(0) mm). Измерването е проведено на две нива – Д1 – непосредствено преди активната част и Д2 – на 3 mm коронарно от върха (фиг. 6).



Фиг. 5: ЕУН изследвани в задача 1, подзадача 1.2



Фиг. 6: Нива на извършване на измерванията

След това крайниците са фотографирани под увеличение 16x през дентален операционен микроскоп (OPMI Pico, Carl Zeiss, Германия), чрез външната му

HD видеокамера (U1240ML, iDS, Германия). Образите са допълнително увеличени до 80x чрез софтуерен продукт за обработка на изображения (KLONK–Image Measurement) и конфигурацията на активната част на върховете им е анализирана и описана.

Получените данни за различните инструменти са сравнени. Дискутирана е очакваната взаимовръзка между получените резултати и клиничните възможности на крайниците, повечето от които са неизследвани до момента.

Забележка: Данните за диаметрите и върховете конфигурации на изследваните ЕУН са недостъпни в литературата и продуктовете каталози на производителите, което е и основанието за провеждане на изследването.

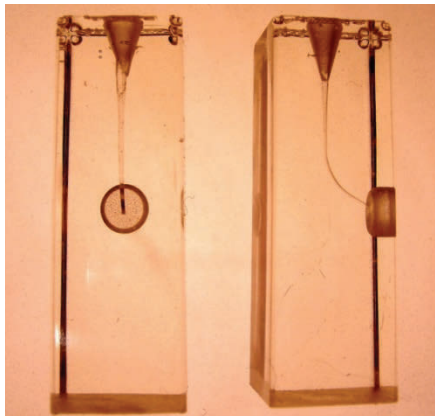
ПОДЗАДАЧА 1.3

При стандартизирани *in vitro* условия са изследвани и сравнени **процентът успех, времето, необходимо за изваждане на фрагментите от извивката на канала и диаметърът и изместването на оста на ИКК** при работа с шест вида ЕУН.

Локализацията на счупените инструменти в ИКК

В ИКК са фрактурирани стоманени К-пили с ISO номер 20 (Poldent) и никел-титанови машинни пили с ISO номер 20 и 2% коничност (FlexMaster, VDW). Всички инструменти са предварително увредени с турбинен диамантен пилител на 4 mm от върха си, след което със сила са фрактурирани в ИКК. Локализираните са в извивката на ИКК, с края на фрагмента в зоната на видимост в правата част на канала (фиг. 8).

Всеки от шестте вида изследвани ЕУН (стоманени ултразвукови К-пили № 25 (EMS-Maillefer) с модифициран връх, ET25 (Acteon-Satelec), Proultra Endo tip 8 (Maillefer), RT3 (EMS), Endo E3 (W&H), E7 (NSK), фиг. 9) е изследван в 20 ИКК – 10 канала със стоманен фрагмент и 10 с никел-титанов – общо 120 канала.



Фиг. 7: ИКК на Dentsply-Maillefer



Фиг. 8: Локализация на фрагментите



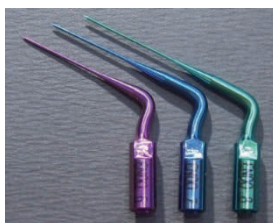
К-пиле 25(EMS-Maillefer)



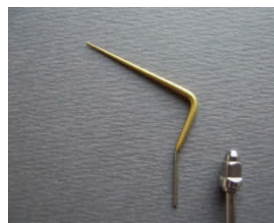
ET25 (Aceon-Satelec)



Endo E3 (W&H)



Proultra 6-8 (Maillefer)



RT3 (EMS)



E7 (NSK)

Фиг. 9: ЕУН използвани в задача 1, подзадача 1.3

Техника на работа

Инструментите RT3 (EMS), К-пиле № 25 (EMS) и Proultra 8 (Maillefer) са използвани с ПА Woodpecker HW-3H (GWMI), работна честота 25-31 kHz. ЕУН ET25 (Aceon-Satelec) и E7 (NSK) са използвани с ПА Varios 550 (NSK), работна честота 28-32 kHz. ЕУН Endo E3 (W&H) е използван с апарата Pyon 2 LED (W&H), работна честота 27-32 kHz. Причината за използване на три търговски марки ултразвукови апарати с изследваните ЕУН е липсата на добра резонансна съвместимост между някои накрайници и апарати.

Търсена е най-ниската мощност на апаратите, при която накрайниците да работят ефективно в ИКК.

Стоманените К-пили номер 25 са с предварително модифициран връх – изострен е длетовидно с помощта на абразивен диск.

Използвана е ултразвуковата техника, описана от Ruddle. Първо каналите са разширени със стоманени К-пили до нивото на фрагмента до ISO номер 40, след това последователно с Gates Glidden (GG) пилители номера 1, 2 и 3. С помощта на GG 1-3, с прерязан връх, на нивото на коронарната част на фрагмента е изработена платформа („staging platform”). Чрез вибрация с накрайниците е отстраняван материал от стената на ИКК около фрагмента и с обикаляне около фрагмента обратно на часовниковата стрелка вибрацията е използвана за раздвижването и отвинтването на фрагмента до отстраняването му (ако е възможно) от ИКК. Генерираните отпилки, затрудняващи видимостта, са отстранявани чрез продухване. Работено е без водно охлаждане. Използвано е увеличение 5,6x и 9x с ДОМ ОРМІ Pico (Carl Zeiss, Германия).

Стандартизация

Изследването е проведено при напълно еднакви условия – еднакви като дължина и диаметър ИКК, една и съща твърдост на материала от стената на канала, еднакви като материал, дължина и локализация фрагменти, една и съща техника на работа. Единствената променлива е видът на използвания ЕУН.

Проведени изследвания и измервания

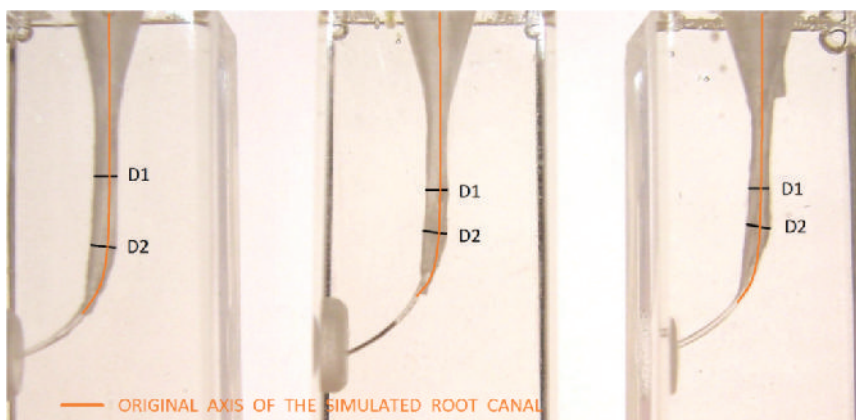
1. Регистриран е **процентът на успешно извадени фрагменти**.
2. Измерено е **времето**, необходимо за пълното отстраняване на всеки фрагмент.
3. След изваждането на фрагментите, ИКК са заснети с дигитален фотоапарат в две взаимно перпендикулярни равнини. С помощта на софтуерен продукт за анализ на изображения (Klonk-Image Measurement) върху снимките е измерен **най-големият диаметър на ИКК в зоната над фрагмента (Д1)** и
4. **Най-големият диаметър** в зоната, в която е бил разположен **фрагментът (Д2)** (фиг. 10).

5. С помощта на софтуерния продукт за анализ на изображения (Klonk-Image Measurement) върху снимките е **измерено изместването на оста на ИКК** след работа спрямо оригиналната му ос в зоните на измерване на D1 и D2 (фиг. 10 и 11).

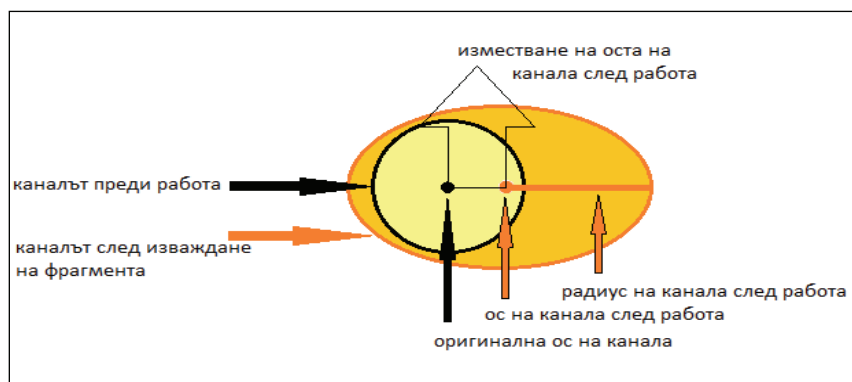
6. Получените **данни** за различните накрайници са **сравнени** и между тях са търсени **зависимости**.

Статистика

Използван е χ^2 – тест (chi-square independence test, $p>0.05$), вариационен анализ (ANOVA single factor, $p>0.05$) и тест на Student (T-test, $p>0.05$).



Фиг. 10: Нива за провеждане на измерванията и изместване на оста на канала



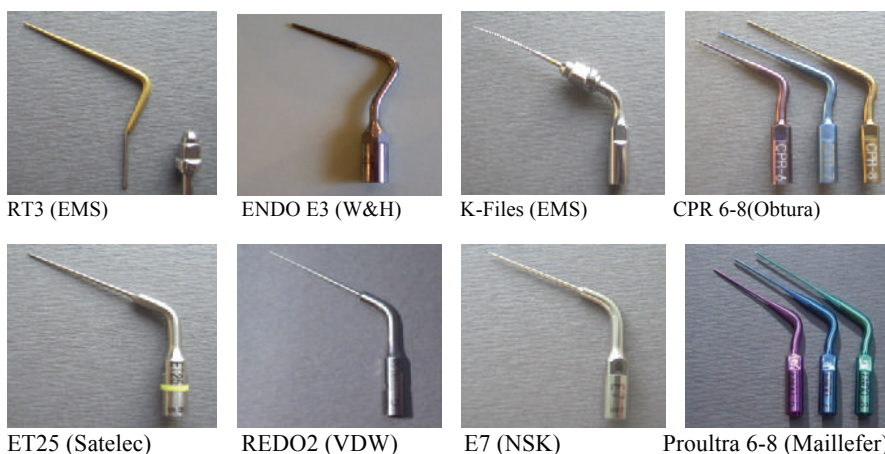
Фиг. 11: Изместване на оста на канала след работа

МЕТОДИ ПО ЗАДАЧА 2

Изследвана е резонансната **съвместимост** между осем вида **ЕУН** за изваждане на счупени инструменти и шест различни търговски марки **ПА**.

Комбинации накрайник – ПА (групи)

Изследвани са общо 57 комбинации между ендодонтски ултразвукови накрайници (фиг. 12) и пиезоелектрични апарати (групи). В 18 от комбинациите е използван адаптор (Euro-adaptor, San Diego Swiss Machining) за прикрепяне на накрайник от Satelec-стандарт към апарат от EMS-стандарт. Комбинациите са представени в таблица 1. Във всяка група са използвани по 3-5 накрайника от същия вид.



Фиг. 12: ЕУН използвани в задача 2

Методика на работа

Накрайниците са фотографирани по време на вибрация под увеличение 40x през стереомикроскоп Leica MZ6 с дигитален фотоапарат Samsung Digimax V700. Използвани са три различни настройки на мощността на апаратите – минимална, 10% от максималната и 20% от максималната мощност, фиг. 13 (предложено от Walmsley).

Таблица 1: Брой и разпределение на различните **комбинации** (изследвани групи) между ЕУН и ПА

ПА \ ЕУН	Mini Piezon (EMS)	Woodpecker HW-3H (GWMI)	Pyon 2 LED (W&H)	Varios 550 (NSK)	P5 Newtron (Acteon-Satelec)	DTE HD-7H (GWMI)
	EMS-тип	EMS-тип	EMS-тип	Satelec-тип	Satelec-тип	Satelec-тип
RT3 (EMS) EMS-тип	1	14	27	---	---	---
ENDO E3 EMS-тип	2	15	28	---	---	---
К-пили 20 EMS-тип	3	16	29	---	---	---
К-пили 25 EMS-тип	4	17	30	---	---	---
Proultra 6 EMS-тип	5	18	31	---	---	---
Proultra 7 EMS-тип	6	19	32	---	---	---
Proultra 8 EMS-тип	7	20	33	---	---	---
CPR 6 Satelec-тип	8*	21*	34*	40	46	52
CPR 7 Satelec-тип	9*	22*	35*	41	47	53
CPR 8 Satelec-тип	10*	23*	36 *	42	48	54
ET25 Satelec-тип	11*	24*	37*	43	49	55
Redo 2 Satelec-тип	12*	25*	38*	44	50	56
E7 Satelec-тип	13*	26*	39*	45	51	57

* - инструментът е прикачен към ПА чрез Euro-adaptor (San Diego Swiss)

След това с помощта на софтуер за обработка и измервания на изображения (Klonk-Image Measurement), снимките са допълнително увеличени до 80x. Амплитудите на вибрация за всеки ултразвуков накрайник при трите различни мощности на използвания апарат са сравнени. Фотографирани са по десет различни активирания на апарата за всяка настройка на мощността, така че са направени по 10 сравнения на амплитудите за всяка изследвана комбинация накрайник – ПА. Търсено е визуално установимо увеличение на амплитудата на вибрация при увеличение 80x.

Като критерий за наличие на резонансна съвместимост е прието увеличението на амплитудата на вибрация на накрайника при увеличение на мощността на ПА (фиг. 13).



Фиг. 13: Пример за визуално установимо увеличение на амплитудата на вибрация, признак за резонансна съвместимост (увеличение 80x)

Липсва резонансна съвместимост, когато амплитудата не нараства с мощността, когато няма визуално установима вибрация при увеличение 80x, или когато вибрацията на минимална мощност е екстремно силна и не може да бъде използвана адекватно, тъй като застрашава целостта на самия накрайник.

Статистика

Методиката на изследването изключва статистическа обработка на данните.

МЕТОДИ ПО ЗАДАЧА 3

При стандартизирани *in vitro* условия са регистрирани и сравнени **процентът успех** и **времето** при осъществяването на **байпас** на фрагменти, разположени след извивката на канала, както и **процентът на усложненията** образуване на праг, фалшив ход, фрактура на инструмента и изтласкване на фрагмента апикално при работа със седем вида стоманени ендодонтски инструменти.

Работен модел

В ИКК на Dentsply-Maillefer (140 броя) са фрактурирани ръчни стоманени К-пили №15. Дължината на фрагментите е 4 mm. Всички фрагменти са разположени на едно и също място след извивката на ИКК, в зона, непозволяваща осигуряване на видимост до фрагмента чрез безопасна корекция на извивката.

Всеки от седемте вида проучвани ръчни стоманени инструменти е изследван в 20 ИКК.

Пилите Profinder Senseus (Dentsply-Maillefer) не се произвеждат в размер 08, затова в изследването е използван най-малкият съществуващ номер (ISO 10). По същия начин инструментите Pathfinder (Sybron Endo) се произвеждат само в един нестандартен размер (приблизително ISO 07) и затова само той е изследван.

Техника на работа

Изследваните инструменти са използвани в присъствие на лубрикант (EDTA гел, Metabiomed) в опит за заобикаляне на фрагментите и достигане на апикалния отвор на ИКК. К-пилите, К-разширителите и инструментите C-pilot, C+ и D Finder са използвани във всеки КК с редуване на номерата 08 и 10. Profinder Senseus и Pathfinder са ползвани съответно в най-малкия и единствения произвеждан размер. При успешно извършване на байпаса, препарацията на ИКК е продължена до номер 25 на пълна работна дължина с помощта на ръчни стоманени К-пили (VDW).

Стандартизация

Изследването е проведено при напълно еднакви условия – еднакви дължина и диаметър на каналите, твърдост на материала от стената на канала, еднакви по вид, материал и локализация фрагменти, еднаква техника на работа. Различни са само инструментите, с които е провеждан байпасът. Това осигурява висока степен на достоверност на резултатите.

Регистрирани данни и изследвани зависимости

Регистрирани и сравнени са процентът успех и времето, необходимо за извършване на байпас с различните инструменти. Регистрирани и сравнени при работа с различните инструменти са следните усложнения – праг, фалшив ход, фрактура на прохождащия инструмент и изтласкване на фрагмента апикално.

Търсени са зависимости между получените данни и конструкционните особености на изследваните инструменти.

Статистика

Проведена е статистическа обработка на резултатите (chi-square independence test $P > 0.05$, ANOVA single factor $p > 0.05$ и T-test $p > 0.05$).

МЕТОДИ ПО ЗАДАЧА 4

При стандартизирани **in vitro** условия е изследвана **съвместимостта** между микро-тръбната система за изваждане на счупени инструменти **IRS** (San Diego Swiss Machining) и шест вида **ЕУН**.

Локализацията на счупените инструменти в ИКК

В ИКК са фрактурирани стоманени К-пили с ISO номер 15 (Poldent). Пилите са предварително увредени с турбинен диамантен пилител на 7 mm от върха си, след което със сила са фрактурирани в ИКК. Фрагментите са разположени в ИКК така, че коронарните им 3 mm да са в правата част на канала, а оставащите 4 mm – в извивката.

Всеки от шестте вида изследвани ЕУН (стоманени ултразвукови К-пили № 25 (EMS-Maillefer) с модифициран връх, ET25 (Acteon-Satelec), Proultra Endo tip 8 (Maillefer), RT3 (EMS), Endo E3 (W&H), E7 (NSK), е изследван в 10 ИКК – общо 60 канала.

Техника на работа

ЕУН ET25 (Acteon-Satelec) и E7 (NSK) са използвани с ПА Varios 550 (NSK), работна честота 28-32 kHz. ЕУН Endo E3 (W&H) е използван с апарата Pyon 2 LED (W&H), работна честота 27-32 kHz. Инструментите RT3 (EMS), К-пили № 25 (EMS) и Proultra 8 (Maillefer) са използвани с ПА Woodpecker HW-3H (GWMI), работна честота 25-31 kHz. Използвани са три различни марки апарати заради резонансната съвместимост с ЕУН.

За освобождаване на коронарната част на фрагментите е използвана ултразвуковата техника, описана от Ruddle. Първо каналите са разширени със стоманени К-пили до нивото на фрагмента до ISO номер 40, след това последователно с Gates Glidden (GG) пилители номера 1 и 2. Чрез вибрация с накрайниците е отстраняван материал от стената на ИКК около фрагмента, до освобождаване от пластмасата на около 3 mm от коронарната му част. Използвано е увеличение 5,6x, 9x и 16x с денталните операционни микроскопи OPMI Pico и OPMI FC1 (Carl Zeiss, Германия). След това фрагментите са захванати и извадени от ИКК с помощта на инструмент IRS-1.

Стандартизация

Изследването е проведено при напълно еднакви условия – еднакви като дължина и диаметър ИКК, една и съща твърдост на материала от стената на канала, еднакви като материал, дължина и локализация фрагменти, еднакъв вид IRS инструмент, една и съща техника на работа. Единствената променлива е видът на използвания ЕУН.

Проведени изследвания и измервания

1. След освобождаването на коронарните 3 мм от фрагментите, ИКК са заснети с дигитален фотоапарат в две взаимно перпендикулярни равнини. С помощта на софтуерен продукт за анализ на изображения (Klonk-Image Measurement) върху снимките е измерен най-малкият диаметър на ИКК (Дкк) в зоната на освободения фрагмент (фиг. 14 и 15)

2. Дкк за всеки вид ЕУН е сравнен с външния диаметър на инструмента IRS-1, който е подходящият инструмент от системата при фрагмент с диаметър (Дфр) 0.23-0.29 мм, както е в настоящото изследване. Приема се, че има съвместимост между съответния ЕУН и IRS-1, когато Дкк е по-голям от външния диаметър на IRS-1 (Двън-irs-1).

$$Дкк > Двън-irs-1(0.6mm) \Rightarrow \text{има съвместимост}$$

3. Използвайки известния диаметър на освободената част на фрагмента (Дфр=0.23-0.29мм) и измерения диаметър на ИКК в областта на фрагмента (Дкк), за всеки вид ЕУН е изчислен радиусът (ширината) на оставащото около фрагмента пространство (R), което би било използвано за инструмент от IRS системата. Изчислено е по формулата:

$$R = [Дкк - Дфр (0.29mm)] : 2$$

4. Чрез стойността на R за различните ЕУН е проверена съвместимостта между ЕУН и IRS 2, 3 и 4, използвайки разликата (Diff) между външните и вътрешните диаметри при IRS инструментите.

$$R > Diff-irs-2(0.20mm) \Rightarrow \text{има съвместимост}$$

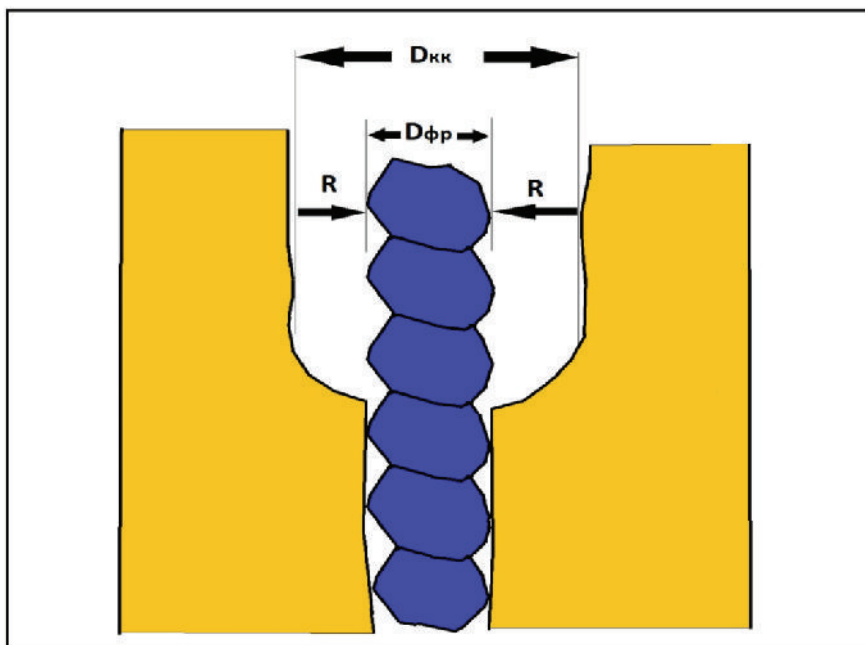
$$R > Diff-irs-3(0.20mm) \Rightarrow \text{има съвместимост}$$

$$R > Diff-irs-4(0.30mm) \Rightarrow \text{има съвместимост}$$

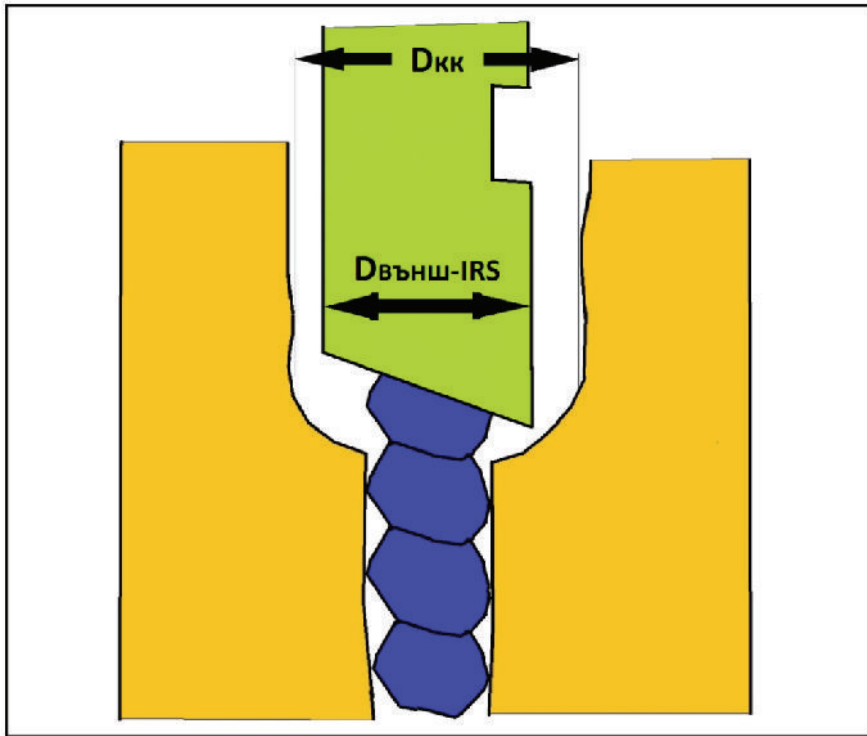
5. Фрагментите са захванати и извадени от ИКК с помощта на инструмент IRS-1. Регистриран и сравнен е процентът успех в изваждане на фрагментите в комбинация с различните ЕУН.

Статистика

Използван е χ^2 – тест (chi-square independence test, $p>0.05$), вариационен анализ (ANOVA single factor, $p>0.05$) и тест на Student (T-test, $p>0.05$).



Фиг. 14: Диаметър на ИКК ($D_{кк}$), диаметър на фрагмента ($D_{фр}$), радиус на пространството около фрагмента (R)



Фиг. 15: Диаметър на ИКК ($D_{\text{ИКК}}$) и външен диаметър на IRS инструмента ($D_{\text{ВЪНШ-IRS}}$)

МЕТОДИ ПО ЗАДАЧА 5

Проведено е **ретроспективно клинично изследване** на успеха и усложненията при лечение на случаи със **счупени инструменти**, разположени **във и след извивката** на КК.

За ретроспективното изследване от клиничната ни база данни са избрани 97 клинични случая (общо 108 фрагмента) с диагнози *Periodontitis chronica granulomatosa localisata / diffusa*, *Rest pulpitis* и *Status post pulpitis* и наличие на фрактуриран инструмент след извивката на КК. Лекувани са 67 долночелюстни молара, 25 горночелюстни молара и 5 горночелюстни премолара. Фрактурираните инструменти по вид са стоманени пили в 67 случая, 7 ротационни никел-титанови пили и 34 канални пълнители (лентуло) (виж таблици 11 и 12).

Пациентите са насочвани към нас от колеги за релечение в периода март 2013 – юни 2016 година.

Използвана е описаната от Ruddle ултразвукова техника за изваждане на счупени инструменти. Каналите са последователно разширявани до нивото на фрагмента до канална пила с ISO номер 40 и след това с Gates Glidden пилители номер 1, 2 и 3. Под увеличение 5,6x, 9x и 16x с дентални операционни микроскопи (OPMI Pico и OPMI FC1, Carl Zeiss) и стоманени ултразвукови К-пили, МВ и МЛ канали на долните молари са допълнително разширявани съответно в лингвална и вестибуларна посока, а МБ канали на горните молари – в посока към МБ2. С това кривините на съответните канали са частично изправяни към безопасните зони на корените с най-голям обем твърди зъбни тъкани. След тези етапи, при невъзможност за постигане на видимост до фрагмента, поради разположението му след остатъчна извивка на канала (която е рисковано да бъде допълнително коригирана), лечението е продължавано с байпас.

Байпасът е осъществяван, като с тънки, предварително огънати, стоманени инструменти е правен опит за преминаване между фрагмента и стената на КК до достигане на работна дължина. След това каналът е разширяван ръчно покрай фрагмента според случая, до не по-малко от инструмент номер 25 на

пълна работна дължина. Каналите са запълвани със сийлър на евгенолова основа (Z.O.B Seal, Metabiomed) и студена латерална или топла вертикална кондензация (Beefill 2in1, VDW; GP Easy II, Apoza).

При постигане на видимост до началото на фрагмента, работата е продължавана по ултразвуковата техника с накрайниците ET25 (Satelec), Redo 2 (VDW), стоманени ултразвукови К-пили №20 и ПА Woodpecker (HW-3H, GWM I с евро-адаптор) с цел изваждане на фрагмента. Каналите са obtурирани със сийлър на евгенолова основа (Z.O.B Seal, Metabiomed) и студена латерална или топла вертикална кондензация (Beefill 2in1, VDW; GP Easy II, Apoza) .

При допълнително фрагментиране на счупения инструмент от ултразвуковата вибрация и невъзможност за постигане на видимост до оставащата апикална част от фрагмента, случаят е продължаван по техниката байпас.

Работната дължина е определяна електрометрично (Novarex, VDW) и в определени случаи е потвърждавана рентгенографски. В повечето случаи с байпас, наличието на фрагмент в канала не се оказва пречка за точната работа на апекслокатора.

Ендодонтското лечение не е провеждано за целите на изследването, а с цел постигане на максимален лечебен резултат.

При последвалия за целите на изследването анализ, за успех се приема цялостно изваждане на фрагмента при ултразвуковата техника или преминаване покрай фрагмента и достигане на пълна работна дължина (РД) при байпас.

Сформирани са следните две групи (виж таблици 2 и 3):

Група 1:

- Ултразвукова техника при възможност за постигане на видимост до фрагмента след частично изправяне на извивката – 56 случая.

Група 2:

- Байпас при невъзможност за постигане на видимост до фрагмента след частично изправяне на извивката – 43 случая.

- Байпас при допълнително счупване на фрагмента от ултразвуковата вибрация, изваждане на коронарната му част и оставане на апикалната част в зона с невъзможност за постигане на видимост – 7 случая; 2 случая с апикално изтласкване на фрагмента след извивката при опита за УЗ отстраняване.

Статистика

Проведен е статистически анализ (chi-square independence test (хи-квадрат анализ), $df=1$) за проверка достоверността на разликите между групите с ултразвуковата техника и байпас.

РЕЗУЛТАТИ

РЕЗУЛТАТИ ПО ЗАДАЧА 1

При стандартизирани **in vitro** условия е изследвана и сравнена **ефективността** на различни видове ЕУН при отстраняването на счупени инструменти, разположени **в извивката** на КК.

ПОДЗАДАЧА 1.1

Проверена е **валидността на работен модел** за сравнителни стандартизирани *in vitro* изследвания на ЕУН.

Измерените стойности за диаметрите на ИКК и ККЗ на 1 mm под орифициумите, както и времето за работа, са представени в таблица 2.

- Средните стойности на диаметъра на ИКК и ККЗ при работа с К-пилите са съответно 1.19 mm и 1.26 mm и между стойностите в групите няма статистически значими разлики (ANOVA single factor $p > 0.05$, F-test, two sample for variances, $p > 0.05$, T-test, two sample assuming equal variances, $p > 0.05$).
- При Endo E3 средният диаметър на ИКК и ККЗ е 1.62 mm и 1.76 mm съответно и между стойностите в групите няма статистически значими разлики (ANOVA single factor $p > 0.05$, F-test, two sample for variances, $p > 0.05$, T-test, two sample assuming equal variances, $p > 0.05$).
- Средното време, необходимо за работа, е следното:
 - К-пили и ИКК – 4.15 min, К-пили и ККЗ – 4.56 min – между стойностите няма статистически значими разлики (ANOVA single factor $p > 0.05$, F-test, two sample for variances, $p > 0.05$, T-test, two sample assuming equal variances, $p > 0.05$).
 - Endo E3 и ИКК – 11.02 min, Endo E3 и ККЗ – 11.26 min – между стойностите няма статистически значими разлики

(ANOVA single factor $p>0.05$, F-test, two sample for variances, $p>0.05$, T-test, two sample assuming equal variances, $p>0.05$).

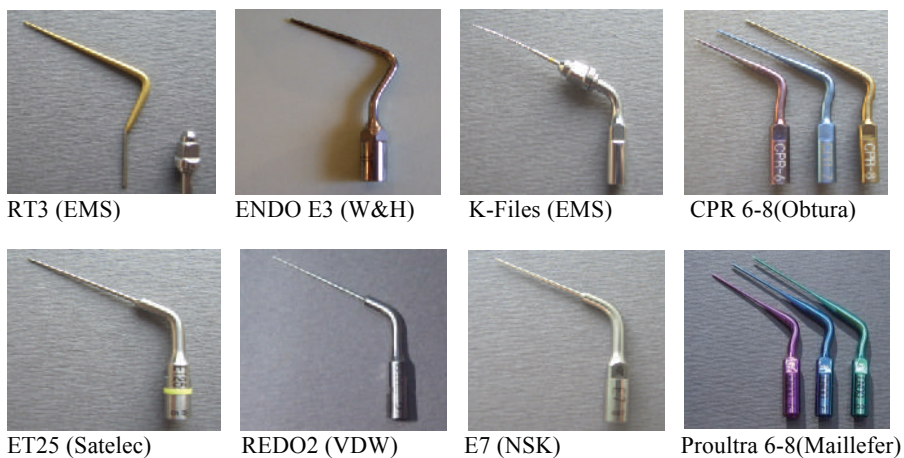
Таблица 2: Разпределение на измерените диаметри на ИКК и ККЗ и работното време при работа с двата вида изследвани ЕУН

вид канал ЕУН диам. време	Искусствени коренови канали (ИКК)				Коренови канали на зъби (ККЗ)			
	К-пилы №20 (EMS-Maillefer)		EndoE3 (W&H)		К-пилы №20 (EMS-Maillefer)		EndoE3(W&H)	
	Диам. на канала в mm	Раб. време в min	Диам. на канала в mm	Раб. време в min	Диам. на канала в mm	Раб. време в min	Диам. на канала в mm	Раб. време в min
1	1.07	5.05	1.65	4.44	1.08	3.52	1.59	13.33
2	1.27	1.43	1.48	13.16	0.97	1.28	1.77	12.29
3	0.78	2.23	1.50	12.19	0.92	4.54	1.69	10.27
4	1.04	3.38	1.55	16.34	0.83	5.16	1.67	11.44
5	1.19	3.51	1.62	7.47	1.29	6.36	1.64	9.56
6	1.12	4.33	1.59	11.12	1.23	5.21	1.58	12.05
7	1.33	3.13	1.68	9.45	1.02	12.0	1.57	10.17
8	1.25	3.47	1.54	8.56	1.34	0.45	1.71	11.48
9	1.08	4.33	1.66	9.38	1.06	2.47	1.58	14.53
10	0.89	5.39	1.69	10.52	1.58	4.21	1.59	9.35
11	1.10	3.57	1.67	11.09	1.22	4.49	1.51	10.09
12	1.50	5.43	1.59	13.46	1.08	5.12	1.62	11.32
13	1.22	3.51	1.61	9.44	1.64	6.21	1.66	8.58
14	1.32	7.47	1.58	11.32	1.59	3.17	1.56	10.20
15	1.34	4.13	1.63	10.54	1.24	4.52	1.52	10.39
16	1.28	3.19	1.66	12.20	1.42	3.45	1.56	12.27
17	1.11	4.49	1.77	10.39	1.43	4.34	1.58	9.29
18	1.39	5.41	1.60	9.48	1.46	3.44	1.68	10.02
19	1.45	4.56	1.69	10.56	1.44	6.13	1.56	10.24
20	1.26	5.15	1.76	11.39	1.36	5.32	1.50	10.33
Средна стойност	1.19	4.15	1.62	11.02	1.26	4.56	1.76	11.26

ПОДЗАДАЧА 1.2

Изследвани и сравнени са диаметърът и конфигурацията на върха на осем вида ЕУН за отстраняване на счупени инструменти.

С дигитален микрометър Mitutoyo, Япония (точност 0.01(0) mm) е измерен диаметърът при върха Д1 (точно преди активната част) и диаметърът на 3 mm по посока на стеблото на накрайника Д2 (фиг. 6) на изследваните накрайници (фиг. 16). Получените стойности са представени в таблица 3.



Фиг. 16: Изследвани накрайници

Накрайниците са фотографирани под увеличение 16x (OPMI Pico, Carl Zeiss), образите са допълнително увеличени до 80x (Klonk Image Measurement, фиг. 17) и конфигурацията на върховете им и наличието на абразивно покритие са описани.

Описанието е представено в таблица 3.

Фиг. 17: Дигитални фотографии на върховете на накрайниците (увеличение 80х).



Proultra 6



Proultra 7



Proultra 8



E7



Endo E3



RT3



ET25



Redo 2

ПОДЗАДАЧА 1.3

При стандартизирани *in vitro* условия са изследвани и сравнени **процентът успех, времето, необходимо за изваждане на фрагментите и диаметърът и изместването на оста на ИКК** при работа с шест вида ЕУН.

Процентите успех са както следва (таблица 4):

- Среден успех по крайници общо за двата вида фрагменти: К-пили – 75%, ET25 – 85%, Proultra8 – 80%, RT3 – 75%, Endo E3 – 60%, E7 – 55%. Разликите не са статистически значими (Chi-square independence test, $p>0.05$).
- Стоманени фрагменти: К-пили – 80%, ET25 – 90%, Proultra8 – 80%, RT3 – 70%, Endo E3 – 60%, E7 – 50%. Разликите не са статистически значими (Chi-square independence test, $p>0.05$).
- Никел-титанови фрагменти: К-пили – 70%, ET25 – 80%, Proultra8 – 80%, RT3 – 80%, Endo E3 – 60%, E7 – 60%. Разликите не са статистически значими (Chi-square independence test, $p>0.05$).
- Между успеха при работа върху стоманените и никел-титановите фрагменти с различните ЕУН също не се наблюдават статистически значими разлики (Chi-square independence test, $p>0.05$).

Време за пълно отстраняване на фрагмента (таблица 4):

- Средно работно време по крайници при работа върху двата вида фрагменти: К-пили – 3,51-13,04 min, средно 8,55 min, ET25 – 4,19-15,03 min, средно 9,47 min, Proultra8 – 5,33-15,58 min, средно 10,21 min, RT3 – 5,05-16,11 min, средно 11,33 min, Endo E3 – 13,57-31,33 min, средно 21,21 min, E7 – 18,02-28,13 min, средно 23,16 min. Времето за работа на Endo E3 и E7 е статистически значимо по-дълго, разликите между останалите крайници не са значими (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).
- Работно време по крайници при изваждане на стоманени фрагменти: К-пили – 3,51-12,23 min, средно 8,27 min, ET25 – 4,19-15,03 min, средно 9,22 min, Proultra8 – 5,33-15,58 min, средно 10,45

min, RT3 – 5,05-16,11 min, средно 10,58 min, Endo E3 – 16,47-23,07 min, средно 20,17 min, E7 – 18,02-27,08 min, средно 22,55 min. Времето за работа на Endo E3 и E7 е статистически значимо по-дълго, разликите между останалите крайници не са значими (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).

- Работно време по крайници при изваждане на никел-титанови фрагменти: К-пили – 4,62-13,04 min, средно 9,23 min, ET25 – 6,28-13,16 min, средно 10,12 min, Proultra8 – 7,17-13,17 min, средно 10,37 min, RT3 – 9,04-15,12 min, средно 12,08 min, Endo E3 – 13,57-31,33 min, средно 22,25 min, E7 – 19,41-28,13 min, средно 24,17 min. Времето за работа на Endo E3 и E7 е статистически значимо по-дълго, разликите между останалите крайници не са значими (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).
- Между времената за работа с едни и същи ЕУН върху стоманени и никел-титанови фрагменти не се наблюдават статистически значими разлики (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).

Диаметърът на ИКК (таблица 4) е измерен на две нива след изваждане на фрагмента – Д1 (най-голям диаметър в зоната над фрагмента) и Д2 (най-голям диаметър в зоната, в която е бил разположен фрагментът).

- Стойностите на Д1 за двата вида фрагменти общо са следните: К-пили – 1,01-1,28 mm, средно 1,14 mm, ET25 – 1,00-1,33 mm, средно 1,16 mm, Proultra8 – 1,22-1,82 mm, средно 1,52 mm, RT3 – 1,42-1,74 mm, средно 1,58 mm, Endo E3 – 1,44-1,80 mm, средно 1,62 mm, E7 – 1,50-1,81 mm, средно 1,65 mm. Разликите между стойностите на Д1 при работа с Proultra8, RT3, Endo E3 и E7 не са статистически значими (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).
- Средните стойности на Д1 за работа върху стоманени фрагменти с различните ЕУН са следните: – К-пили – 1,11 mm, ET25 – 1,15 mm, Proultra8 – 1,50 mm, RT3 – 1,61 mm, Endo E3 – 1,60 mm, E7 – 1,67 mm. Разликите между стойностите на Д1 при работа с Proultra8, RT3, Endo E3 и E7 не са статистически значими (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).

- Средните стойности на Д1 за работа върху никел-титанови фрагменти с различните ЕУН са следните: – К-пили – 1,17 mm, ET25 – 1,17 mm, Proultra8 – 1,54 mm, RT3 – 1,55 mm, Endo E3 – 1,64 mm, E7 – 1,63 mm. Разликите между стойностите на Д1 при работа с Proultra8, RT3, Endo E3 и E7 не са статистически значими (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).
- Стойностите на Д2 за двата вида фрагменти общо са следните (таблица 4) – К-пили – 0,89-1,32 mm, средно 1,10 mm, ET25 – 1,05-1,27 mm, средно 1,16 mm, Proultra8 – 1,41-1,81 mm, средно 1,61 mm, RT3 – 1,51-1,79 mm, средно 1,65 mm, Endo E3 – 1,47-1,91 mm, средно 1,69 mm, E7 – 1,48-1,99 mm, средно 1,73 mm. Разликите в разширението на каналите между Proultra8, RT3, Endo E3 и E7 не са статистически значими (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).
- Средните стойности на Д2 за работа върху стоманени фрагменти с различните ЕУН са следните: – К-пили – 1,11 mm, ET25 – 1,13 mm, Proultra8 – 1,60 mm, RT3 – 1,67 mm, Endo E3 – 1,72 mm, E7 – 1,79 mm. Разликите между стойностите на Д2 при работа с Proultra8, RT3, Endo E3 и E7 не са статистически значими (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).
- Средните стойности на Д2 за работа върху никел-титанови фрагменти с различните ЕУН са следните: – К-пили – 1,09 mm, ET25 – 1,19 mm, Proultra8 – 1,59 mm, RT3 – 1,63 mm, Endo E3 – 1,66 mm, E7 – 1,76 mm. Разликите между стойностите на Д2 при работа с Proultra8, RT3, Endo E3 и E7 не са статистически значими (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).
- Няма статистически значими разлики в разширението на канала с едни и същи крайници при двата вида фрагменти (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).
- Среден диаметър на ИКК (Д1 + Д2) (таблица 4) – К-пили – 1,12 mm, ET25 – 1,16 mm, Proultra8 – 1,56 mm, RT3 – 1,61 mm, Endo E3 – 1,65 mm, E7 – 1,69 mm. Няма статистически значими разлики между К-

пилите и ET25, както и между Proultra8, RT3, Endo E3 и E7 (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).

Таблица 4: Получени данни – процент успех, работно време, диаметър на ИКК в областта над фрагмента (Д1) и в областта на фрагмента (Д2) – при отстраняване на фрагменти от ИКК с шест вида ЕУН

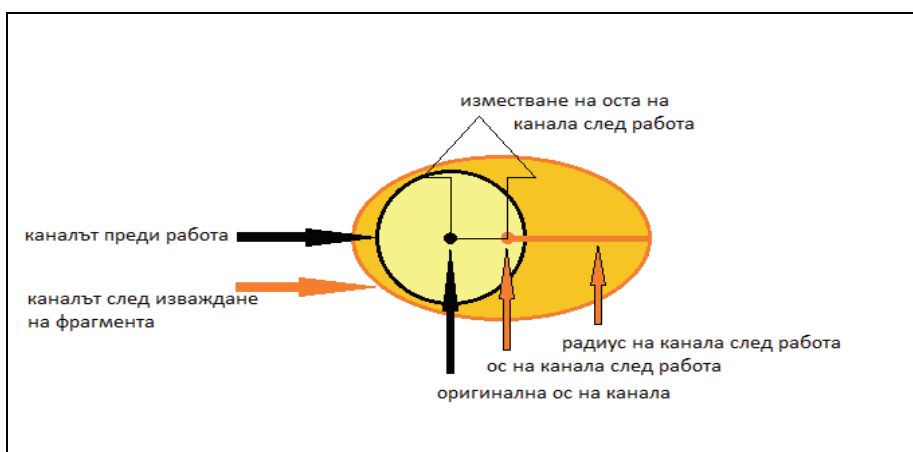
ЕУН данни	К-пили 25 (EMS)	ET25 (Satelec)	Proultra8 (Maillfer)	RT3 (EMS)	Endo E3 (W&H)	E7 (NSK)	
Върхови диам. (■)	0.25 mm	0.32mm	0.42 mm	0.32 mm	0.40 mm	0.42 mm	1
Процент успех	75%	85%	80%	75%	60%	55%	2
Време за работа	8.55 min a	9.47 min a	10.21 min a	11.33 min a	21.2 min b	23.16 min b	3
Д1	1.14 mm a	1.16 mm a	1.52 mm b	1.58 mm b	1.62 mm b	1.65 mm b	4
Д2	1.10 mm a	1.16 mm a	1.61 mm b	1.65 mm b	1.69 mm b	1.73 mm b	5
Д среден	1.12 mm a	1.16 mm a	1.56 mm b	1.61 mm b	1.65 mm b	1.69 mm b	6

1 – не е провеждан статистически анализ, (■) – данните са от задача 1, подзадача 1.2.

2 – няма статистически значими разлики (Chi square independence test, $p>0.05$)

3,4,5,6 – различните букви (a и b) показват статистически значими разлики (ANOVA single factor, $p>0.05$, T-test, $p>0.05$)

Измерено е **изместването на оста на ИКК** след работа (фиг. 18 и таб. 5).



Фиг. 18: Изместване на оста на канала след изваждане на счупени инструменти с ЕУН

При всички изследвани ЕУН се наблюдава изместване на канала спрямо оригиналната му ос в посока към вътрешната част на извивката (фиг. 19).



Фиг. 19: Изместване на канала спрямо оригиналната ос (оранжева линия) към вътрешната страна на извивката (червени стрелки)

Измереното изместване за различните накрайници в зоната на Д1 е както следва (таблица 5): К-пили – 0,07-0,15 mm, средно 0,11 mm, ET25 – 0,09-0,15 mm, средно 0,12 mm, Proultra8 – 0,13-0,21 mm, средно 0,17 mm, RT3 – 0,13-0,19 mm, средно 0,16 mm, Endo E3 – 0,15-0,19 mm, средно 0,17 mm, E7 – 0,15-0,21 mm, средно 0,18 mm. Разликите между стойностите не са статистически значими (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).

Измереното изместване за различните накрайници в зоната на Д2 е както следва (таблица 5): К-пили – 0,12-0,26 mm, средно 0,19 mm, ET25 – 0,15-0,31 mm, средно 0,23 mm, Proultra8 – 0,20-0,36 mm, средно 0,28 mm, RT3 – 0,22-0,40 mm, средно 0,31 mm, Endo E3 – 0,26-0,40 mm, средно 0,33 mm, E7 – 0,27-0,39 mm, средно 0,33 mm. Разликите между стойностите не са статистически значими (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).

Средното изместване на оста на канала в посока към вътрешността на извивката за различните ЕУН е както следва (таблица 5): К-пили – 0,150 mm, ET25 – 0,175 mm, Proultra8 – 0,225 mm, RT3 – 0,235 mm, Endo E3 – 0,250 mm, E7 – 0,255 mm. Няма статистически значими разлики между стойностите (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).

Няма статистически значими разлики в изместването с еднакви накрайници при двата вида фрагменти – стоманени и никел-титанови (ANOVA single factor, $p > 0.05$, Student's T-test, $p > 0.05$).

Таблица 5: Установено изместване на оста на ИКК в зоната над фрагмента (Д1) и зоната на фрагмента (Д2) след изваждане на фрагментите с шест вида ЕУН

ЕУН изместване	К-пили 25 (EMS)	ET25 (Satelec)	Proultra8 (Maillefer)	RT3 (EMS)	Endo E3 (W&H)	E7 (NSK)
Изместване на оста на ИКК в зоната на Д1	0.11 mm	0.12 mm	0.17 mm	0.16 mm	0.17 mm	0.18 mm
Изместване на оста на ИКК в зоната на Д2	0.19 mm	0.23 mm	0.28 mm	0.31 mm	0.33 mm	0.33 mm
Средно изместване	0.15 mm	0.175 mm	0.225 mm	0.235 mm	0.250 mm	0.255 mm

- между измерените стойности няма статистически значими разлики (ANOVA single factor, $p > 0.05$, T-test, $p > 0.05$)

РЕЗУЛТАТИ ПО ЗАДАЧА 2

Изследвана е резонансната **съвместимост** между осем вида **ЕУН** за изваждане на счупени инструменти и шест различни търговски марки **ПА**.

Резонансната съвместимост на ПА с изследваните ЕУН е както следва (таблици 6 и 8): Mini Piezon (EMS) е съвместим с 8 от 13 изследвани накрайника (61,5%), Woodpecker (GWMI) – с 10 от 13 накрайника (76,9%), Pyon 2 led (W&H) – с 4 от 13 накрайника (30,7%), Varios 550 (NSK) и P5 Newtron (Satelec) – с по 5 от 6 изследвани накрайника всеки (83,3%), DTE (GWMI) – с 2 от 6 накрайника (33,3%).

Липса на резонансна съвместимост е установена в 40,35% от всички случаи. В 29,82% от тях тя е представена като липса на вибрация, а в останалите случаи – 10,53% - твърде силна вибрация, която не може да бъде използвана, поради опасност от спонтанна фрактура на накрайника.

Съвместимостта на ЕУН с изследваните ПА е представена в таблици 6 и 7.

Поради голямото разнообразие от възможни комбинации между накрайници и ПА и относително малките бройки в някои подгрупи, провеждането на статистически анализ е невъзможно.

Таблица 6: Съвместимост между ПА и ЕУН

ПА ЕУН	Mini Piezon (EMS)	Wood- pecker HW-3H (GWMI)	Pyon LED (W&H) 2	Varios 550 (NSK)	P5 Newtron (Acteon- Satelec)	DTE HD-7H (GWMI)
	EMS- тип	EMS- тип	EMS-тип	Satelec- тип	Satelec- тип	Satelec- тип
RT3 (EMS) EMS-тип	ДА	ДА	НЕ	---	---	---
ENDO E3 EMS-тип	ДА	ДА	ДА	---	---	---
К-пили 20 EMS-тип	ДА	ДА	ДА	---	---	---
К-пили 25 EMS-тип	ДА	ДА	ДА	---	---	---
Proultra 6 EMS-тип	НЕ	ДА	НЕ	---	---	---
Proultra 7 EMS-тип	НЕ	ДА	НЕ	---	---	---
Proultra 8 EMS-тип	ДА	ДА	НЕ	---	---	---
CPR 6 Satelec-тип	ДА*	НЕ*	НЕ*	ДА	ДА	НЕ
CPR 7 Satelec-тип	ДА*	НЕ*	НЕ*	НЕ	ДА	НЕ
CPR 8 Satelec-тип	НЕ*	ДА*	ДА*	ДА	ДА	ДА
ET25 Satelec-тип	НЕ*	ДА*	НЕ*	ДА	ДА	НЕ
Redo 2 Satelec-тип	ДА*	ДА*	НЕ*	ДА	ДА	НЕ
E7 Satelec-тип	НЕ*	НЕ*	НЕ*	ДА	НЕ	ДА

* - инструментът е прикачен към ПА чрез Euro-adaptor (San Diego Swiss)

Таблица 7: Съвместимост на ЕУН към ПА в проценти

ЕУН \ ПА	ПА	Общо ПА, с които е изследван ЕУН		Съвместимост с ПА	
		Брой ПА	% ПА	брой ПА	% ПА
RT3	(EMS)	3	100	2	66.6
ENDO E3	(W&H)	3	100	3	100
К- пили №20	(EMS)	3	100	3	100
К- пили №25	(EMS)	3	100	3	100
Proultra 6	(Maillefer)	3	100	1	33.3
Proultra 7	(Maillefer)	3	100	1	33.3
Proultra 8	(Maillefer)	3	100	2	66.6
CPR 6	(Obtura Spartan)	6	100	3	50
CPR 7	(Obtura Spartan)	6	100	2	33.3
CPR 8	(Obtura Spartan)	6	100	5	83.3
ET 25	(Satelec)	6	100	3	50
Redo 2	(WDV)	6	100	4	66.6
E7	(NSK)	6	100	2	33.3

Таблица 8: Съвместимост на ПА към ЕУН в проценти

ПА \ ЕУН	ЕУН	Общо ЕУН, с които е изследван ПА		Съвместимост с ЕУН	
		Брой ЕУН	% ЕУН	брой ЕУН	% ЕУН
Mini Piezon	(EMS)	13	100	8	61.5
Woodpecker HW-3H	(GWMI)	13	100	10	76.9
Pyon 2 LED	(W&H)	13	100	4	30.7
Varios 550	(NSK)	6	100	5	83.3
P5 Newtron	(Acteon Satelec)	6	100	5	83.3
DTE HD-7H	(GWMI)	6	100	2	33.3

РЕЗУЛТАТИ ПО ЗАДАЧА 3

При стандартизирани *in vitro* условия са регистрирани и сравнени **процентът успех** и **времето** при осъществяването на **байпас** на фрагменти, разположени след извивката на канала, както и **процентът на усложнения** (образуване праг, фалшив ход, фрактура на инструмента и изтласкване на фрагмента апикално) при работа със седем вида стоманени ендодонтски инструменти.

Най-кратко средно **работно време** (таблица 9) дават пилите C-pilot – 11,41 min (1,23-21,59 min). Следват D Finder с 12,07 min (2,41-22,13 min), K-пилите с 12,25 min (2,06-22,44 min), Profinder Senseus с 13,03 min (4,21-22,65 min), C+ пили с 13,27 min (3,04-23,50), K-разширителите с 15,22 min (3,42-27,02 min) и Pathfinder с 15,53 min (3,47-27,59 min). Няма статистически значими разлики между измерените стойности за работно време при различните инструменти (ANOVA single factor $p > 0.05$, Student's T-test $p > 0.05$).

В настоящото изследване за успех се приема преминаване покрай фрагмента с изследвания инструмент и достигане на апикалния отвор на ИКК.

Най-висок **процент успех** (таблица 9) е получен с инструментите C-pilot – 75% (15 успешни байпаса от 20 ИКК). Следват D Finder и Profinder Senseus с по 70% успех (14 успешни байпаса от 20 ИКК). След това се нареждат C+ пилите с 65% успех (13 от 20), следвани от K-пилите и Pathfinder с по 60% успех (12 от 20), и K-разширителите с 55% успех (11 от 20).

Разликите между получените стойности за успеха на различните инструменти не са статистически значими (chi-square independence test $P > 0.05$).

Образуване на праг и фалшив ход е получено при всеки от изследваните инструменти (таблица 9).

На първо място по **образуване на прагове** се нареждат пилите Profinder Senseus с 30% (6 от 20), C-pilot с 25% (5 от 20), следват D-finder и K-разширителите с по 20% (4 от 20), и K-пили, C+ пили и Pathfinder с по 15% (3 от 20). Няма статистически значими разлики между получените стойности (chi-square independence test $P > 0.05$), таблица 9.

Таблица 9: Получени данни (успех, работно време и усложнения) при байпас на фрагменти със седем вида катетеризационни пили в ИКК

вид пила / получени данни	К-пили № 08, 10 (VDW)	К-разширители № 08, 10 (VDW)	С-pilot пили № 08, 10 (VDW)	С+ пили № 08, 10 (Dentsply-Maillefer)	D Finder пили № 08, 10 (Mani)	Profinder Senseus № 10 (Dentsply-Maillefer)	Pathfinder пили (Sybron Endo)
Успех	60 % 12/20	55% 11/20	75% 15/20	65% 13/20	70% 14/20	70% 14/20	60% 12/20
Работно време (средно)	12.25 min.	15.22 min.	11.41 min.	13.27 min.	12.07 min.	13.03 min.	15.53 min.
Образуване на праг	15% 3/20	20% 4/20	25% 5/20	15% 3/20	20% 4/20	30% 6/20	15% 3/20
Образуване на фалшив ход	5% 1/20	20% 4/20	20% 4/20	10% 2/20	10% 2/20	25% 5/20	15% 3/20
Фрактура на проходящ инструмент	–	10% 2/20	–	–	5% 1/20	–	–
Изтласкване на фрагмента апикално	10% 2/20	–	–	5% 1/20	–	–	5% 1/20

Най-много **фалшиви ходове** са получени с Profinder Senseus – 25% от случаите (5 от 20). Следват К-разширителите и С-pilot с по 20% (4 от 20 случая), Pathfinder с 15% (3 от 20), С+ пили и D-finder с по 10% (2 от 20) и К-пилите с 5% (1 от 20). Няма статистически значими разлики между получените стойности (chi-square independence test $P>0.05$), таблица 9.

Фрактури на проходящия инструмент са наблюдавани само при два вида инструменти – К-разширителите – 10% (2 от 20 случая), и D Finder – 5% (1 от 20 случая). Няма статистически значими разлики между стойностите (chi-square independence test $P>0.05$), таблица 9.

Изгласване на фрагмента апикално е наблюдавано при работа с К-пилите – 10% (2 от 20 случая), С+ пилите и Pathfinder – по 5% (1 от 20 случая). Няма статистически значими разлики между стойностите (chi-square independence test $P>0.05$), таблица 9.

РЕЗУЛТАТИ ПО ЗАДАЧА 4

При стандартизирани *in vitro* условия е изследвана **съвместимостта** между микро-гръбната система за изваждане на счупени инструменти **IRS** (San Diego Swiss Machining) и шест вида **ЕУН**.

- Измерените средни минимални диаметри на ИКК (Дкк) при работа с различните ЕУН са както следва (таблица 10): Най-малък е Дкк при К-пилите – 1.02-1.12 mm, средно 1.07 mm, следван от този при ET25 – 1.04-1.16 mm, средно 1.10 mm, Proultra8 – 1.39-1.59 mm, средно 1.49 mm, RT3 – 1.50-1.58 mm, средно 1.54 mm, Endo E3 – 1.57-1.69 mm, средно 1.63 mm, E7 – 1.60-1.78 mm, средно 1.69 mm. Няма статистически значими разлики между Дкк при К-пилите и ET25, както и между Дкк при Proultra8, RT3, Endo E3 и E7 (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).
- Диаметърът на ИКК (Дкк) при всички изследвани ЕУН е по-голям (значително) от външния диаметър на инструмента IRS-1 (Двън-irs-1), което означава, че всички изследвани ЕУН са съвместими с IRS-1 при диаметър на фрагмента (Dфр) 0.29mm (таблица 10).
- Радиусът на оставащото около фрагмента пространство (R) за различните изследвани ЕУН е както следва (таблица 10): R(К-пили) е 0.36-0.41 mm, средно 0.39 mm, R(ET25) – 0.37-0.43 mm, средно 0.40 mm, R(Proultra8) – 0.55-0.65 mm, средно 0.60 mm, R(RT3) – 0.60-0.64 mm, средно 0.62 mm, R(Endo E3) – 0.64-0.70 mm, средно 0.67 mm и E7 – 0.65-0.74 mm, средно 0.70 mm. Няма статистически значими разлики между R при К-пилите и ET25, както и между R при Proultra8, RT3, Endo E3 и E7 (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$).
- Съвместимостта на шестте вида ЕУН с IRS 2, 3 и 4 е изследвана чрез сравнение на стойностите на R за отделните ЕУН и стойността на разликата между външния и вътрешния диаметър (Diff) на IRS 2, 3 и

4 (таблица 10). По каталожни данни Diff-irs-2 е 0.20mm, Diff-irs-3 е 0.20mm, Diff-irs-4 е 0.30mm. Всички изчислени стойности за R са по-големи от съответните такива за Diff-irs-2,3 и 4. Следователно, и шестте изследвани ЕУН са съвместими с IRS инструмент 2, 3 и 4.

- Всички 60 фрагмента в изследването са успешно извадени. Няма статистически значими разлики между процента успех при комбиниране на шестте вида изследвани ЕУН с инструмента IRS-1 (chi-square independence test, $p>0.05$).

Таблица 10: Процент успех при работа с IRS-1, получени диаметри на ИКК след работа с шест вида ЕУН и съвместимост между въпросните ЕУН и IRS-1, 2, 3 и 4

ЕУН \ данни	К-пили 25 (EMS)	ET25 (Satelec)	Proultra8 (Maillfer)	RT3 (EMS)	Endo E3 (W&H)	E7 (NSK)	
Процент успех IRS-1	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1
Дкк	1.07mm a	1.10 mm a	1.49 mm b	1.54 mm b	1.63 mm b	1.69 mm b	2
Дкк	1.07 mm	1.10 mm	1.49 mm	1.54 mm	1.63 mm	1.69 mm	3
съвм.*	>	>	>	>	>	>	
Двън-irs-1	0.6 mm *	0.6 mm*	0.6 mm*	0.6 mm*	0.6mm*	0.6mm*	
Двън-irs-2	0.8 mm *	0.8 mm*	0.8 mm*	0.8 mm*	0.8 mm*	0.8 mm*	
Двън-irs-3	1.0 mm *	1.0 mm*	1.0 mm*	1.0 mm*	1.0 mm*	1.0 mm*	
R	0.39 mm a	0.40 mm a	0.60 mm b	0.62 mm b	0.67 mm b	0.70 mm b	4
R	0.39 mm	0.40 mm	0.60 mm	0.62 mm	0.67 mm	0.70 mm	5
съвм.*	>	>	>	>	>	>	
Diff-irs-2	0.20mm*	0.20mm*	0.20mm*	0.20mm*	0.20mm*	0.20mm*	
Diff-irs-3	0.20mm*	0.20mm*	0.20mm*	0.20mm*	0.20mm*	0.20mm*	
Diff-irs-4	0.30mm*	0.30mm*	0.30mm*	0.30mm*	0.30mm*	0.30mm*	

1 – няма статистически значими разлики (Chi square independence test, $p>0.05$)

2,4 – различните букви (a и b) показват статистически значими разлики (ANOVA single factor, $p>0.05$, T-test, $p>0.05$)

3,5 – символът (*) показва наличие на съвместимост между изследвания ЕУН и IRS

РЕЗУЛТАТИ ПО ЗАДАЧА 5

Проведено е **ретроспективно клинично изследване** на успеха и усложненията при лечение на случаи със **счупени инструменти**, разположени **във и след извивката** на КК.

Броят и разпределението на изследваните клинични случаи по вид зъби и вид на фрагмента са обобщени в таблици 11 и 12.

Рентгенови снимки на клинични случаи лекувани по ултразвуковата техника и байпас са представени в приложението.

РЕЗУЛТАТИ ПО ГРУПИ (таблици 13-15):

Група 1: Успешно извадени по ултразвуковата техника са 47 от 56 фрагмента (83.9% успех). Неуспешните случаи са 9. В 7 от тях (77.7%) причината за неуспех е допълнително фрактуриране на фрагмента с оставане на апикалната му част в недостъпна зона след извивката. В 1 случай (11.1%) е получено изтласкване на фрагмента апикално и попадането му дълбоко след извивката. Още един фрагмент в зоната на видимост е преценен като опасно подвижен и рисков за апикално изтласкване. Тези 9 случая са продължени по техниката байпас.

В 8 от успешните случаи (17%) след изваждане на фрагмента оставащата част на канала беше непроходима и не можа да бъде достигната пълна РД. Данните са представени в таблици 13-15.

Група 2: Успешен байпас е осъществен в 36 от 52-та случая в групата – 69.2% успех. Неуспешните случаи са 16 броя. В един от тях (6.2%) причината за неуспех е създаването на фалшив ход покрай фрагмента. В останалите неуспешни случаи беше невъзможно въвеждането на инструмент покрай фрагмента и не са наблюдавани усложнения.

В 4 от успешните случаи (11.1%) при obtурирането на канала е наблюдавано апикално изместване на фрагмента в границите на канала. В още 2 от успешните случаи (5.5%) е получена фрактура на проходащия инструмент в канала, но на следващ етап и двата фрагмента са успешно байпасирани.

Данните са представени в таблици 13-15.

Разликите в успеха между групи 1 и 2 са значими (chi-square independence test).

РЕЗУЛТАТИ ПО ВИД ЗЪБИ (таблица 14):

От общо 56 фрагмента в групата на ултразвуковата техника, 41 фрагмента (73.2%) са разположени в мандибуларни молари, 14 (25%) в максиларни молари и 1 (1.7%) в максиларен премолар. 34 от мандибуларните фрагменти са успешно отстранени (82.9%), 12 от максиларните фрагменти (85.7%) и премоларният фрагмент също (100% успех).

В 5 от неуспешните случаи (71.4%) при мандибуларните молари, причината за неуспех е допълнително фрактуриране на фрагмента, 1 фрагмент (14.2%) е изместен в зона без видимост и 1 фрагмент (14.2%) е прекалено подвижен за да е подходящ за ултразвукова работа.

При максиларните молари причината за неуспех и в двата случая (14.3%) отново е повторно счупване на фрагмента и загуба на видимост към оставащата му част заради извивката на канала.

От общо 52 фрагмента в групата байпас, 33 (63.4%) са разположени в мандибуларни молари, 14 (26.9%) в максиларни молари и 5 (9.6%) в максиларни премолари. 23 от мандибуларните фрагменти са успешно байпасирани (69.6%), 8 от максиларните (57.1%) и всичките 5 премоларни фрагменти също.

При 1 от максиларните моларни фрагменти (16.6% от неуспешните случаи) причината за неуспех е фалшив ход, при останалите неуспешни случаи при всички групи зъби няма усложнения.

При успешните случаи на мандибуларните молари, при 4 фрагмента (17.3%) е наблюдавано апикално преместване по време на obtурирането на канала. В 1 случай (4.3% от успешните) има фрактура на проходащия инструмент, като впоследствие и двата фрагмента са байпасирани. В групата на максиларните молари също е наблюдавана една фрактура на проходащ инструмент (12.5%) с последващ успешен байпас.

Данните са представени в таблица 14.

Разликите в процента успех по молари (мандибуларни и максиларни) между двете изследвани групи (ултразвук и байпас) са статистически значими (chi-square independence test).

РЕЗУЛТАТИ ПО ВИД ФРАГМЕНТ (таблица 15):

От общо 56 фрагмента в групата на ултразвуковата техника, 27 (48.2%) са ръчни стоманени пили, 25 (44.6%) са канални пълнители и 4 (7.1%) са машинни Ni-Ti пили. 21 броя от стоманените пили са успешно отстранени (77.7%), 22 от пълнителите (88%), и всичките 4 Ni-Ti фрагменти също. В 5 от неуспешните случаи със стоманени пили (83.3%) и 3 от неуспешните случаи с пълнители (100%), неуспехът се дължи на допълнително счупване на фрагмента и оставането му дълбоко след извивката на канала.

При 6 от успешните случаите с пълнители (27.2%) и два от успешните случаи със стоманени пили (9.5%), след цялостното отстраняване на фрагмента се наблюдава непроходим коренов канал и не е достигната пълна работна дължина.

От общо 52 фрагмента в групата байпас, 40 броя (76.9%) са ръчни стоманени пили, 9 броя (17.3%) са канални пълнители и 3 (5.7%) – машинни Ni-Ti инструменти. 29 броя от стоманените фрагменти са успешно байпасирани (72.5%), 5 от пълнителите (55.5%) и 2 от Ni-Ti фрагментите (66.6%) също.

В един от неуспешните случаи с фрагмент канален пълнител (25%) е получен фалшив ход. В останалите неуспешни случаи и при трите вида фрагменти не са наблюдавани усложнения.

В три от успешните случаи с фрагмент стоманени пили (10.3%) се наблюдава апикално изместване на фрагмента в рамките на канала по време на obtурирането му. В още два случая със същия вид фрагмент (6.8%) има фрактура на проходящ инструмент с последващ успешен байпас. При фрагмент пълнител също има един случай (20%) с апикално преместване на фрагмента в рамките на канала по време на obtурация.

Данните са представени в таблица 15.

Разликите в успеха между групите с ултразвукова техника и байпас при трите вида фрагменти са статистически значими (chi-square independence test).

Таблица 11: Брой и разпределение на случаите **по вид зъб** и използвана техника

Случаи Вид техника	Общо случаи		Случаи по вид зъб					
	брой	%	ДЧ молари		ГЧ молари		ГЧ премолари	
			брой	%	брой	%	брой	%
УЗВ	56	52	41	55.5	14	50	1	16.7
БАЙПАС	52	48	33	44.5	14	50	5	83.3
общо	108	100	74	100	28	100	6	100

Таблица 12а: Брой и разпределение на случаите **по вид фрагмент** и използвана техника

Случаи техника	Общо случаи		Случаи по вид фрагмент					
	брой	%	ръчни стоманени пили		машинни никел-титанови пили		канални пълнители	
			брой	%	брой	%	брой	%
УЗВ	56	52	27	40.3	4	57.1	25	73.5
БАЙПАС	52	48	40	59.7	3	42.9	9	26.5
общо	108	100	67	100	7	100	34	100

Таблица 12б: Брой и разпределение на случаите **по вид зъб**, **по вид на фрагмента** и използвана техника

Случаи Техника	Случаи по вид фрагмент и вид зъб								
				ДЧ молари		ГЧ молари		ГЧ премолари	
	вид	брой	%	брой	%	брой	%	брой	%
УЗВ	стоманени	27	25.0	16	21.7	10	35.7	1	16.7
	Ni-Ti	4	3.70	1	1.35	3	10.7		
	пълнители	25	23.2	24	32.4	1	3.59		
БАЙПАС	стоманени	40	37.0	24	32.4	11	39.2	5	83.3
	Ni-Ti	3	2.77	2	2.71	1	3.59		
	пълнители	9	8.33	7	9.46	2	7.18		
общо		108	100	74	100	28	100	6	100

Таблица 13: Резултати **по групи** (ултразвукова техника и байпас) -клиничен успех, неуспех и причини

данни техника	УЛТРАЗВУКОВА ТЕХНИКА	БАЙПАС
	56 ФРАГМЕНТА	52 ФРАГМЕНТА
БРОЙ УСПЕШНО ТРЕТИРАНИ ФРАГМЕНТИ	47 ИЗВАДЕНИ ФРАГМЕНТИ •	36 ФРАГМЕНТИ С БАЙПАС •
ПРОЦЕНТ УСПЕХ	83.9% УСПЕХ •	69.2% УСПЕХ •
БРОЙ НЕУСПЕШНИ ФРАГМЕНТИ	9	16
ПРИЧИНИ ЗА НЕУСПЕХА	7 фрагм. (77.7%) – повторна фрактура 1 фрагм. (11.1%) – апикално изместване 1 фрагм. (11.1%) – прекомерна подвижност	1 фрагм. (6.2%) – фалшив ход 15 фрагм. – невъзможен байпас

• разликите в стойностите между групи 1 и 2 са статистически значими, chi-square independence test, $p > 0.05$

Таблица 14: Резултати **по зъби** - клиничен успех, неуспех и причини при лечение на случаи с ултразвукова техника и байпас

показатели			Успешно третираны фрагменти		Неуспешно третираны фрагменти		ПРИЧИНИ ЗА НЕУСПЕХА	ОСОБЕНОСТИ ПРИ УСПЕШНИТЕ СЛУЧАИ
			брой	%	брой	%		
техники								
УЛТРАЗВУК								
зъби	фрагменти						5 фрагм. (71.4%) – повторна фрактура 1 фрагм. (14.2%) – апик. преместване 1 фрагм. (14.2%) – прекомерна подвижност	7 фрагм. (17%) – непроходим канал след отстраняване на фрагмента
	брой	%						
ДЧМ	41	73.2	34	82.9	7	12.5		
ГЧМ	14	25	12	85.7	2	3.57	2 фрагм. (14.3%) – повторна фрактура	1 фрагм. (7.1%) – непроходим канал след отстраняване на фрагмента
ГЧП	1	1.7	1	100				
БАЙПАС								
зъби	фрагменти						Непроходим канал	4 фрагм. (17.3%) – апик. изместване 1 фрагм. (4.3%) – фрактура на проходящ инстр. с последващ успешен байпас
	брой	%						
ДЧМ	33	63.4	23	69.9	10	19.2		
ГЧМ	14	26.9	8	57.1	6	11.5	1 фрагм. (16.6%) – фалшив ход 5 фрагм. (83.4%) – непроходим канал	1 фрагм. (12.5%) – фрактура на проходящ инстр. с последващ успешен байпас
ГЧП	5	9.6	5	100				

• разликите в стойностите между групи 1 и 2 са статистически значими, chi-square independence test, $p > 0.05$

Таблица 15: Резултати **по фрагменти** - клиничен успех, неуспех и причини при лечение на случаи с ултразвукова техника и байпас

показатели техники			Успешно третираны фрагменти		Неуспешно третираны фрагменти		ПРИЧИНИ ЗА НЕУСПЕХА	ОСОБЕНОСТИ ПРИ УСПЕШНИТЕ СЛУЧАИ		
			N	%	N	%				
УЛТРАЗВУК							5 фрагм. (83.3%) – повторна фрактура 1 фрагм. (16.7%) – прекомерна подвижност	2 фрагм. (9.5%) – непроходим канал след отстраняване на фрагмента		
Вид фрагм	фрагмент и									
	N	%								
СТОМ	27	48.2	21	77.7	6	22.2				
ПЪЛН	25	44.6	22	88.0	3	12.0	3 фрагм. (100%) – повторна фрактура	6 фрагм. (27.2%) – непроходим канал след отстраняване на фрагмента		
Ni-Ti	4	7.1	4	100						
БАЙПАС							Непроходим канал	2 фрагм. (6.8%) – фракт. на проходящ инструм. с последващ успешен байпас 3 фрагм. (10.3%) – апикално преместване		
Вид фрагм	фрагмент и									
	N	%								
СТОМ	40	76.9	29	72.5	11	27.5				
ПЪЛН	9	17.3	5	55.5	4	44.5			1 фрагм. (25%) – фалшив ход 3 фрагм. (75%) – непроходим канал	1 фрагм. (20%) – апикално изместване
Ni-Ti	3	5.7	2	66.6	1	33.3			Непроходим канал	

• разликите в стойностите между групи 1 и 2 са статистически значими, chi-square independence test, $p > 0.05$

Рентгенови снимки на клинични случаи лекувани по ултразвуковата техника и байпас са представени в приложението.

О Б С Ъ Ж Д А Н Е

ОБСЪЖДАНЕ ПО ЗАДАЧА 1

При стандартизирани **in vitro** условия е изследвана и сравнена **ефективността** на различни видове ЕУН при отстраняването на счупени инструменти, разположени **в извивката** на КК.

ПОДЗАДАЧА 1.1

Проверена е **валидността на работен модел** за сравнителни стандартизирани *in vitro* изследвания на ЕУН.

До момента в литературата не може да бъде открито изследване на валидността на ИКК като експериментален модел за изследване на ЕУН при изваждане на счупени инструменти. Затова получените от нас резултати не могат да бъдат сравнени и дискутирани с други подобни.

Валидността на ИКК като изследователски модел е дискутирана основно в три разработки.

Lim и Webber доказват, че ИКК са подходящи за изследване на техники за механична обработка на каналите, но не може да бъде прието, че това твърдение важи и за изваждането на счупени инструменти.

Ahmad сравнява ефектите от ултразвуково инструментирание на ИКК и естествени зъби и не открива статистически значими разлики. Според нас обаче ултразвуковото разширение на каналите се различава от работата по отстраняване на счупен инструмент – в първия случай се използва страничната повърхност на пилите с минимално триене, а във втория случай се работи с върха на инструмента със значителен натиск и фрикция. Това е причина да не можем да приемем резултатите от изследването на Ahmad като приложими и за ултразвуково отстраняване на счупени инструменти. Освен това в изследването не е споменат видът на ИКК и производителят им.

Ward et al правят изследване на успеха при изваждане на счупени канални инструменти. Те използват ИКК на Dentsply-Maillefer и екстрахирани зъби. Няма стандартизация на условията за провеждане на изследването при двата вида канали. Не е анализирана валидността на ИКК като модел за ендодонтски изследвания.

Не открихме други изследвания, свързани с отстраняване на фрактурирани инструменти с ултразвуковата техника от ИКК, нито други проверки на достоверността на ИКК като модел за такива изследвания.

Голяма част от условията на провеждане на настоящото изследване са уеднаквени. Използвани са еднакви фрагменти (като материал, вид инструмент, диаметър и дължина) с една и съща локализация в канала. Силата на затягане на фрагментите в каналите също е еднаква. Това е направено с цел да се постигне висока степен на стандартизиране и обективност. К-пилите номер 20 (EMS-Maillefer) и накрайникът Endo E3 (W&H) са избрани поради голямата разлика в диаметъра при върха (0.20 mm), която хипотетично би довела до статистически достоверна разлика в количеството отнет материал от стените на каналите. Тази разлика би трябвало да се повтори и при двата вида канали – ИКК и ККЗ. Това е принципът на провеждане на проверки на валидността на ИКК като изследователски модел.

Точността на измерване с избрания софтуер (KLONK Image Measurement) в настоящото изследване се определя от калибрирането на програмата. На дигиталната снимка трябва да бъде зададена дължина на детайл, с което програмата изчислява мащаба, по който ще се правят всички предстоящи измервания. Програмата измерва с точност до четвърти знак след десетичната запетая. Ние измервахме дължината на детайлите за калибриране с електронен шублер (Mitutoyo 500-455, Япония) с точност 0.02 mm – по-ниска от тази, с която работи програмата. Това определя крайната точност на измерването. Като се има предвид, че разликата между диаметрите на върховете на използваните ултразвукови накрайници е 0.20 mm (К-пили (EMS-Maillefer) - 0.20 mm, Endo E3 (W&H) - 0.40 mm), десеткратно по-високата точност на измерване (0.02 mm) е достатъчна за постигане на поставената цел.

При работата върху ИКК не се стигна до разтопяване на пластмасата.

По наши наблюдения съществува разлика в поведението на двата вида канали (ИКК и ККЗ) по време на работа. Пластмасата създава усещане за известна еластичност, докато дентинът е по-скоро твърд. Отпилките, които се генерират по време на вибрацията, при дентина се разпрашават, докато при пластмасата има тенденция да се слепват и агломерират, като че ли са влажни, но лесно се отстраняват с продухването. Въпреки тези наблюдения според нас ИКК и ККЗ имат подобно поведение по време на ултразвуково отстраняване на счупени инструменти.

ПОДЗАДАЧА 1.2

Изследвани и сравнени са **диаметърът и конфигурацията на върха** на осем вида **ЕУН** за отстраняване на счупени инструменти.

До момента върховете конфигурации и диаметрите на ЕУН за изваждане на счупени инструменти не са били обект на други изследвания, освен настоящото. В каталожната литература и упътванията за работа с изследваните ЕУН тези данни отсъстват напълно.

Като изключим ултразвуковите пили, които следват ISO стандартизацията, от изследваните ЕУН, най-малък и еднакъв диаметър при върха имат ET25, Redo 2 и RT3 (0.32 mm). ET25 и Redo 2 обаче са с по-малка коничност и диаметърът им на 3 mm от върха е 0.38 mm (2% коничност). RT3 има коничност от 5.3%.

Следващ по диаметър при върха е Endo E3 (0.40 mm), следван от E7, CPR8 и Proultra 8 (0.42), CPR7 и Proultra 7 (0.44 mm), CPR 6 и Proultra6 (0.48 mm). Коничността на Endo E3 е 4.6%, на E7 е 3.3%, а CPR 6-8 и Proultra 6-8 са с успоредни стени (0% коничност).

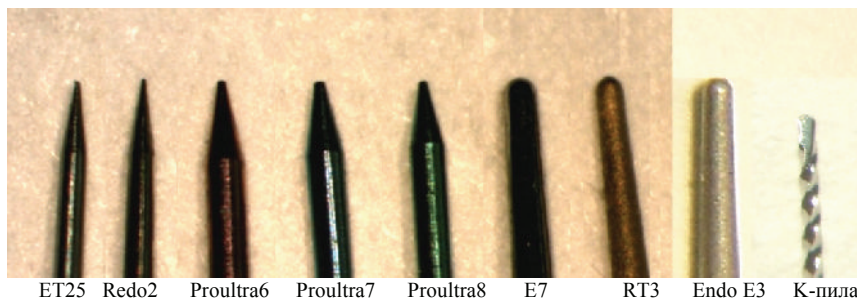
Освен диаметрите, различни са и конфигурациите при върха (фиг. 20).

ET25 и Redo 2, освен че са с най-малък диаметър и коничност, имат заострен в една точка връх (като подострен молив).

Същата върхова конфигурация притежават и CPR 6-8 и Proultra 6-8, но диаметрите им започват от 0.1 mm повече от този на ET25 и Redo 2 (0.42, 0.44, 0.48 mm съответно) и не са конични (фиг. 20).

Redo 2, Endo E3 и E7 са със заоблени върхове (като торпедо, виж фиг. 20).

Redo 2 и Endo E3, единствени от изследваните накрайници, имат абразивно покритие (прилича на диамантен борер). Всички останали накрайници имат гладки стени (фиг. 20).



Фиг. 20: Върхови конфигурации и абразивно покритие на накрайниците

Вижда се, че при липса на единен стандарт, разгледаните накрайници имат разнообразни диаметри и коничност, върхови конфигурации и абразивно покритие (фиг. 20). Комбинирането на тези различни фактори в един накрайник не се подчинява на определена логическа зависимост. Има тънки, остри и гладки инструменти (ET25, Redo 2), дебели остри и гладки (CPR 6-8, Proultra 6-8), дебели заоблени и гладки (E7), дебели заоблени и с абразивно покритие (Endo E3), както и един тънък, заоблен и с абразивно покритие (RT3), който обаче е с най-изразена коничност, така че по-скоро не би могло да се нарече „тънък“.

Разликите в диаметрите при върха между най-тънките и най-дебелите накрайници са от порядъка на 0,16 mm. Ако се вземат предвид и K-пилите №25, то диаметрите при върха на CPR6 и Proultra6 (0.48mm) са почти два пъти по-големи. Може да се очаква, че такава разлика би дала значими

разлики в степента на разширение на канала по време на работа за отстраняване на фрагмент.

ET25 и Redo 2, макар и продукт на различни производители (Satelec и VDW съответно), са напълно еднакви, и според нас е безпредметно да бъдат разглеждани поотделно в следващите изследвания, които се планират за настоящата разработка.

Същото важи за съответстващите си номера от накрайниците CPR и Proultra. В изследването на ефективността е излишно да се използват и двата представителя на тези идентични двойки.

ПОДЗАДАЧА 1.3

При стандартизирани *in vitro* условия са изследвани и сравнени **процентът успех, времето**, необходимо за изваждане на фрагментите и **диаметърът и изместването на оста на ИКК** при работа с шест вида ЕУН.

До момента в литературата не могат да бъдат открити стандартизирани сравнителни изследвания на ЕУН за отстраняване на счупени инструменти от криви коренови канали, освен настоящото. Затова получените от нас данни не могат да бъдат сравнени и дискутирани с други подобни. В предстоящото обсъждане ще се опитаме да намерим допирни точки със съществуващите изследвания по темата за изваждане на счупени инструменти.

Време за работа

Suter коментира времето за работа в клинични условия и твърди, че след 30 минути работа рискът от усложнения като перфорации значително нараства. В настоящото изследване всички успешни случаи са завършени за по-малко от 30 минути. Между работното време за К-пилите (EMS), ET25 (Satelec), Proultra8 (Maillefer) и RT3 (EMS) няма статистически значими разлики. Времето за работа с Endo E3 (W&H) и E7 (NSK) и е статистически значимо

по-дълго (ANOVA single factor, $p > 0.05$, T-test, $p > 0.05$). Като се вземат предвид известните върхови диаметри на ултразвуковите инструменти (таблица 5), извън статистиката, по-малките накрайници с остри работни върхове (фиг. 20) работят по-бързо. Единственото изключение е RT3 (EMS), който е с по-малък диаметър от Proultra8 (Maillefer), но има по-дълго време за работа. Според нас това се дължи на разликите в конфигурацията на накрайниците. RT3 е с диамантено покритие и заоблен връх, докато Proultra8 е гладък и с остър връх (фиг. 20). До момента няма други изследвания на времето за работа на различни ЕУН при изваждане на фрагменти от извивката на канала.

Успех в отстраняването на фрагментите

Shen, използвайки в клиничното си изследване различни техники без увеличение постигат 60% успех при разположение на фрагментите в извивката, и 31% при разположение на фрагментите след извивката. Suter също в клинично изследване, не откриват статистически значими разлики в успеха при различни локализации на фрагмента спрямо извивката. Souter в клинично и ин витро изследване стигат до заключението, че поради много ниски нива на успех при разположение на фрагментите след извивката и риск от перфорации, процедурата не трябва да се прилага рутинно. Ward et al, използвайки ИКК и извадени зъби откриват, че успехът значително намалява когато фрагментът е разположен изцяло около извивката и често възникват значителни увреждания на канала. Ward et al и Souter et al използват CPR-tips (Obtura Spartan), а Suter et al използват ултразвукови К-пили. В настоящото изследване фрагментите бяха разположени в извивката, като краят на инструмента е в правата част на канала (началото на извивката), където има директна видимост под увеличение. Нивата на успеха при нас (75% средна стойност, таблица 5) са малко по-високи от цитираните, но локализацията на фрагмента и ин витро условията улесняват работата. Въпреки че изследваните инструменти в настоящото изследване статистически се представят еднакво (Chi-square independence test, $p > 0.05$), извън статистиката, по-тънките инструменти с остри работни върхове се представят по-добре от тези с по-голям диаметър и / или заоблени върхове (фиг. 20, 21 и таблица 5). В момента

не съществуват други изследвания сравняващи успеха на различни ЕУН при работа в извивката на КК.

Диаметър на ИКК

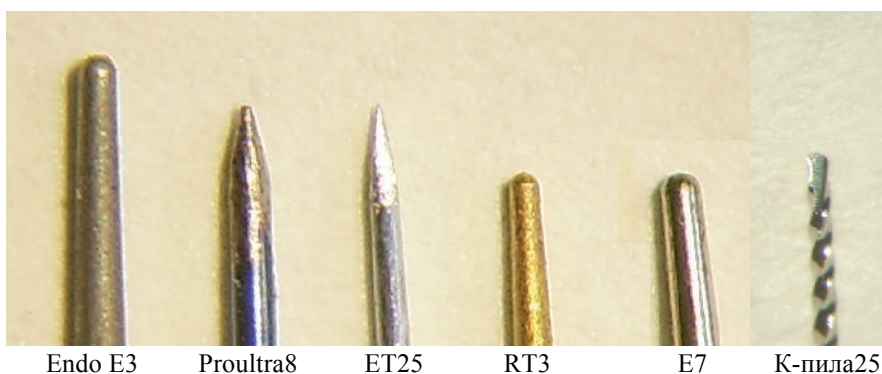
Настоящото изследване е стандартизирано – използвани са еднакви ИКК, с еднакви по вид, дължина и локализация фрагменти. Единствената променлива е използваният ЕУН. К-пилите (EMS) и ET25 (Satelec) разширяват канала статистически значимо по-малко от Proultra8 (Maillefer), RT3 (EMS), Endo E3 (W&H) и E7 (NSK), (ANOVA single factor, $p>0.05$, T-test, $p>0.05$). Ние смятаме, че това е свързано с диаметрите и конфигурациите на върха на инструментите. К-пилите и ET25 са много фини, като ET25 е гладък и има остри работни върхове, а К-пилите са с модифициран длетовиден връх (фиг. 21). RT3 има същия диаметър като ET25, но е с абразивно покритие и заоблен връх, което вероятно води до по-изразено отстраняване на материал от стената на КК. Proultra8 също са гладки и с остър връх (фиг. 21) но техните диаметри са по-големи, което според нас е причина да се нареждат след К-пилите и ET25. Endo E3 и E7 имат по-голям върхов диаметър от К-пилите и ET25, и заоблен връх, като Endo E3 е с абразивно покритие (фиг. 21). Разликите между Proultra8, RT3 Endo E3 и E7 не са статистически значими, (ANOVA single factor, $p>0.05$, T-test, $p>0.05$).

Изместване на оста на ИКК

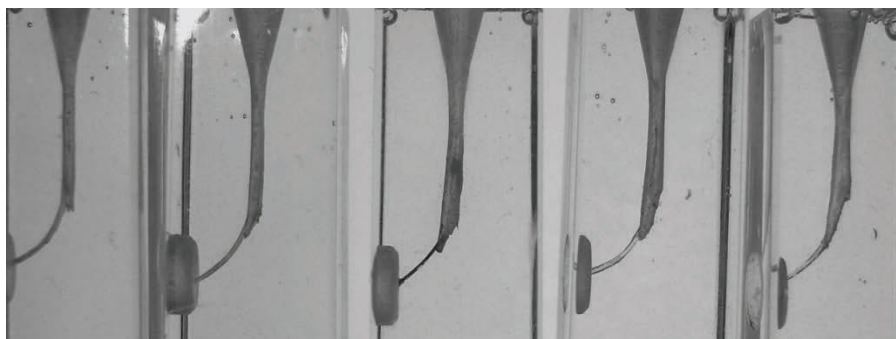
При всички изследвани ЕУН се наблюдава изместване на канала спрямо оригиналната му ос към зоната на вътрешността на извивката. Няма статистически значими разлики между измерените за различните крайни стойности. Изместването прилича на описано явление при препариране на криви КК в по-високата част на извивката – стрипиране (stripping, Weine). Според нас в настоящото изследване то също се дължи на работата с правите крайници в извивката, водеща до „изправянето“ ѝ в някаква степен и деформация на канала. Макар че няма разлики в степента на изместване на канала при употреба на различните крайници, по-големите крайници разширяват ИКК повече (по-големи D_1 , D_2 и D среден), което значи, че

деформацията на канала нараства с увеличаване на големината на накрайника (фиг. 22).

Заради риска от значително отстраняване на материал от стената на КК и канални деформации (фиг. 22) за изваждане на счупени инструменти от извивката на КК, ние бихме препоръчали употребата на ЕУН с най-малкия възможен диаметър. До момента не съществуват други изследвания сравняващи степента на разширение на канала при работа с различни накрайници по изваждане на инструменти, счупени в извивката.



Фиг. 21: Конфигурации на върховете на накрайниците



Фиг. 22: Промяна на формата на канала след отстраняване на фрагмента

ОБСЪЖДАНЕ ПО ЗАДАЧА 2

Изследвана е резонансната **съвместимост** между осем вида **ЕУН** за изваждане на счупени инструменти и шест различни търговски марки **ПА**.

До момента не са провеждани други изследвания на резонансната съвместимост между ЕУН и ПА, освен настоящото. Затова получените от нас резултати не могат да бъдат сравнени и дискутирани с други подобни.

В настоящото изследване ултразвуковите устройства с най-висок процент съвместимост са Varios 550 (NSK) и P5 Newtron (Satelec) – с по 83,3% всяко, следвани от Woodpecker (GWMI) – съвместимо със 76,9% от изследваните ЕУН.

При интерпретирането на резултатите трябва да се вземе под внимание фактът, че поради наличието на адаптор, ултразвуковите апарати от EMS-тип са комбинирани с по-голям брой накрайници (13 вида) в сравнение с апаратите от Satelec-тип (6 вида накрайници). Адапторът увеличава дължината на изследвания накрайник и така повишава риска от промяна на работната честота на вибрация и излизането ѝ извън резонанс. Адапторът е използван в 18 комбинации (таблици 1 и 8), като в 11 от тези случаи (61,1%) липсва резонансна съвместимост. Според нас добавянето на дължината на адаптора (8,5 mm) към резонансната система накрайник-ПА води до изместване на резонансната честота извън работния диапазон на пиезоелектричния кристал. Липса на резонансна съвместимост е установена в 40,35% от всички случаи (23 от 57 изследвани комбинации). Само в 10,53% от всички случаи (6 от 57 комбинации) липсата на съвместимост се дължи на неконтролируемо силна вибрация на инструмента при минимална мощност на апарата и невъзможност за намаляване на вибрацията до безопасни за употреба нива. Ние смятаме, че причината за това е в софтуера за контрол на ПА чрез обратна връзка, който не може да поддържа адекватна амплитуда на вибрация. При комбинацията ПА DTE (GWMI) с накрайник CPR-6 (Obtura Spartan) вибрацията беше толкова силна, че доведе до спонтанна фрактура на инструмента. Същата амплитуда вероятно би била подходяща за целите на пародонтологията, но за изключително фините ЕУН тя е разрушителна.

В останалите 29,82% от случаите на липса на резонансна съвместимост не можа да бъде установена каквато и да е видима вибрация при увеличение 80x, дори при максимална мощност на ПА. Според нас причина за това е пълното излизане извън резонанс на пиезоелектричния кристал на ултразвуковото устройство.

До момента не съществуват други изследвания върху резонансната съвместимост между ЕУН и ПА, затова не можем да сравним резултатите от настоящото проучване с други такива. Lea et al, Matthis и Parker изследват пародонтални ултразвукови накрайници без адаптори и това са единствените подобни достъпни разработки до момента. Смятаме, че би било изключително полезно за практиката да се въведе стандартизация на ендодонтските ултразвукови инструменти, както това е направено за ендодонтските инструменти за канална препарация.

ОБСЪЖДАНЕ ПО ЗАДАЧА 3

При стандартизирани *in vitro* условия са регистрирани и сравнени **процентът успех и времето** при осъществяването на **байпас** на фрагменти, разположени след извивката на канала, както и **процентът на усложнения** (образуване праг, фалшив ход, фрактура на инструмента и изтласкване на фрагмента апикално) при работа със седем вида стоманени ендодонтски инструменти.

До момента в литературата не могат да бъдат открити други сравнителни изследвания на различни ръчни стоманени инструменти в осъществяването на байпас. Затова получените от нас данни не могат да бъдат сравнени и дискутирани с подобни такива.

Като изключим класическите К-пили и К-разширители, всички останали инструменти, използвани в настоящото изследване, са от групата на т.нар. катетеризационни пили. Те са създадени за прохождение на облитерирани и калцифицирани канали. За целта притежават едно или повече от следните качества – по-висока ригидност заради вида на използвания материал – вид неръждаема или карбидна стомана, по-висока ригидност заради особености в конструкцията (по-широко основно стебло, върху което е направена резбата), по-висока ригидност заради нестандартна коничност, активен или водещ връх. Тези особености имат за цел да позволят упражняване на по-голям натиск върху инструменти с най-малък размер, без това да доведе до аксиална деформация на инструмента (нагъване в канала под натиск). Активният връх има за цел да си „пробива път“ през петрификатите и калцификациите, които се очаква да имат по-ниска твърдост от дентина на реалната стена на КК. От изследваните инструменти Pathfinder (Sybron Endo) има коничност по-малка от 2% и единствен размер около 07 по ISO (т.е. няма други размери), Profinder Senseus (Dentsply-Maillefer) има коничност по-малка от 2% и започва от номер 10 (т.е. номер 08 не съществува), D Finder (Mani) има конструкционни особености (напречно сечение като латинската буква D), C+ пилите (Dentsply-Maillefer) имат активен връх и нестандартна коничност в първите 3 mm от върха си – номер 08 има коничност 4,5%, а номер 10 – 4%. Пилите C-pilot

(VDW) са направени от по-твърда стомана, което им придава по-висока ригидност.

Преценихме, че тези особености на инструментите биха ги направили по-подходящи за работа при ситуация на байпас на счупен инструмент, когато трябва да се открие и използва минималното пространство, което евентуално съществува между фрагмента и стената на канала. Сравняваме пилите с класическите К-пили и К-разширители.

Използвана е препоръчваната техника с предварително извиване на върха на проходящата пила и минимална реципрочна ротация в границите на 30-60 градуса в присъствие на лубрикант.

Липсата на статистически значими разлики (chi-square independence test, $p > 0.05$) в успеха между изследваните инструменти показва, че в случаите на байпас, конструкцията на проходящия инструмент не е водещ фактор. Размерите на използваните пили са почти еднакви (номера 08 и 10, с изключение на Pathfinder - №07 и Profinder Senseus - само №10), и явно размерите и техниката са по-важните фактори.

Досега не са провеждани сравнителни in vitro изследвания на катетеризационни (нито класически) пили при байпас, затова не можем да сравним успеха от настоящото изследване с други подобни. Nevares et al в клиничното си изследване получават 33,2% успех. По-високият процент успех в настоящото изследване (55-75%) според нас се дължи на използването на изкуствени коренови канали (ИКК) с идеално гладки стени и липса на петрификати и облитерация, които често се срещат в клиниката, особено при стари фрактури на инструмент.

Най-често срещаните усложнения в нашето изследване са образуването на праг и фалшив ход (наблюдавани при всички видове изследвани пили), като това е една основна причина за липса на успех. Във всички случаи прагът и фалшивият ход се намират от външната страна на извивката на ИКК (посока на „изправяне“ на канала). Праг е образуван с всички видове пили с честота 15-30%, а фалшивият ход е винаги следствие на праг и е с честота 5-25%. Фрактура на проходящия инструмент е получена само при два вида от пилите – D Finder и К-разширители – с честота 5 и 10% съответно. Същият честотен диапазон има усложнението изтласкване на фрагмента апикално, но се наблюдава само при три вида пили – Pathfinder (5%), C+ пили (5%) и К-

пили (10%). Статистически няма разлика в усложненията между различните видове изследвани инструменти (chi-square independence test, $p>0.05$).

Няма статистически значими разлики и в работното време (ANOVA single factor, $p>0.05$, Student's T-test, $p>0.05$). При преглед на всички регистрирани стойности за времето прави впечатление, че по-често байпасът се случва за кратко време, в рамките на 10 минути. Работни времена над 15 минути са по-скоро изключение. Шансовете за успех значително намаляват след 15 минута, а рискът от усложнения нараства.

ОБСЪЖДАНЕ ПО ЗАДАЧА 4

При стандартизирани **in vitro** условия е изследвана съвместимостта между микро-тръбната система за изваждане на счупени инструменти IRS (San Diego Swiss Machining) и шест вида ЕУН.

До момента не могат да бъдат открити изследвания за IRS системата, освен разработките на автора й, в които я представя. Не съществуват данни за зависимостите между различни ЕУН и IRS. Затова получените в настоящото изследване резултати за съвместимост между ЕУН и IRS не могат да бъдат сравнени и дискутирани с други такива. В статиите си Ruddle (авторът на системата) използва ултразвуковите инструменти ProUltra Endo Tips (Maillefer).

Разпределението по размер на измерените средни минимални диаметри на ИКК при работа с различните ЕУН в настоящото изследване съпада с това от друго наше подобно изследване (виж задача 1, подзадача 1.3). Установихме, че минималното пространство (R), което различните ЕУН създават около фрагмент с известен диаметър в канала, е достатъчно за да могат да се ползват подходящите по диаметър IRS инструменти за съответния фрагмент. Смятаме, че обемът отстранен материал около фрагмента (R) при конкретен ЕУН се запазва при фрагменти с различен диаметър. Като доказателство в подкрепа на това можем да предложим сравнение на резултатите със собственото изследване в задача 1, подзадача 1.3. Позволихме си да използваме получените данни за създаденото пространство около фрагмента (R), за да предвидим промяната в диаметъра на канала (D_{кк}) при хипотетичен фрагмент с различен диаметър и възможността за използване на съответния IRS инструмент. Според получените резултати изборът на ЕУН не оказва влияние върху работата с IRS системата.

От друга страна, за избора на подходящ IRS инструмент съобразно диаметъра на фрагмента, е необходима информация за вида на счупения инструмент (номер и коничност) и дължината на фрагмента (която може да се измери по рентгенография). По тези данни се изчислява диаметърът на коронарната част на фрагмента и според това се избира IRS инструмент. Според нашия опит, проблем с този избор може да възникне в клинични условия, когато

инструментът е счупен в канала преди години, и единствената достъпна информация за него е дължината на фрагмента, тъй като тя може да бъде измерена рентгенографски. Според нас, при неизвестен диаметър на фрагмента, подходящият за него IRS-инструмент може да се определи само чрез клиничен експеримент. За целта може да се използва фактът, че след работа с ЕУН в канала се образуват дентинови отпилки под формата на прах. Ако отпилките не бъдат отстранени и в тяхно присъствие се направи проба с IRS-инструмент, избран „на око“, в дентина в близост до фрагмента остава „отпечатък“ от челото на IRS-тръбичката, който визуално показва реалната разлика в диаметрите между фрагмент и микро-тръбен инструмент. Така при нужда може да се опита с по-голям или по-малък инструмент за захващане на фрагмента. От нашия опит можем да кажем, че причината за недобър захват на фрагмента обикновено е в дължината на освободената част на фрагмента – трябва да бъдат освободени поне 2 mm от дължината на счупения инструмент, което трудно се преценява клинично през операционния микроскоп. Затова в случаите на недобър захват препоръчваме допълнително освобождаване на фрагмента (според производителя на IRS-системата са необходими 2-3 mm).

Друг проблем при използването на IRS, който можем да споделим, е че при извит КК и разположение на част от фрагмента в извивката, освободената коронарна част от него обикновено не се намира в центъра на КК, а застава в контакт с една от стените на канала (противоположната на извивката). Това бе наблюдавано и в част от случаите в настоящия експеримент. По този начин от едната страна на фрагмента няма достатъчно пространство за въвеждане на микро-тръбен инструмент. Едно възможно решение е фрагментът да бъде притиснат в подходящата посока, така че да се изкриви и да застане в центъра на канала. За съжаление това е възможно само при стоманен фрагмент. При Ni-Ti фрагмент може да се наложи допълнително ултразвуково освобождаване на пространство от стената на канала, противоположна на извивката (получава се КК с елипсовидно сечение в тази област). В такава ситуация трябва да се вземе под внимание дебелината на стената на корена и да се внимава да не се получи перфорация.

ОБСЪЖДАНЕ ПО ЗАДАЧА 5

Проведено е **ретроспективно клинично изследване** на успеха и усложненията при лечение на случаи със **счупени инструменти**, разположени **във и след извивката** на КК.

Важен въпрос, който може да възникне по настоящото изследване, е свързан с дефиницията „фрагменти, разположени СЛЕД извивката на КК“. В клиничното си изследване Hulsman и Schinkel измерват в градуси извивките на кореновите канали по рентгенографии и дефинират разположението на фрагментите спрямо извивката по следния начин: „преди извивката“, „в извивката“, „след извивката“. Също така предлагат междинните варианти „преди/във“ и „във/след“ извивката. Shen също използват дефинициите „във“ и „след“ извивката, а Ward et al – „около“ извивката. В настоящото изследване е използвана идеята на Nevares et al за дефиниране на разположението на фрагмента спрямо извивката клинично, а не рентгенографски. Според нея фрагментите, които могат да бъдат визуализирани след адекватно разширение на канала, са разположени „преди извивката“. Тези, които могат да бъдат визуализирани само след допълнително изправяне на канала, са разположени „след извивката“. В разработката ни са включени клинични случаи, при които визуализацията на фрагмента беше възможна само след изправяне на канала. За съжаление, при условията на провеждане на лечението на избраните случаи, няма обективен критерий за степента на изправяне на канала, затова сме я дефинирали с думите „в безопасни граници“. Смятаме, че използването на рентгенографиите за обективизиране на извивката не е добро решение, тъй като при двуизмерния образ много фрагменти изглеждат разположени в прав канал, но клинично не могат да бъдат визуализирани с операционния микроскоп без изправяне на канала. По наши наблюдения това важи в голяма степен за медиалните канали на долните молари, при които почти винаги двата канала имат значителна извивка един към друг, неустановима рентгенографски.

Настоящото изследване е ретроспективно – основната цел на клиничната работа е случаят да бъде успешно излекуван и лечението не е извършвано за целите на изследването.

Hulsman съобщава за 58% и 52% успех при разположение на фрагментите съответно във и след извивката. За същите локализации Shen докладва 60% и 31% съответно, но и в двете изследвания са използвани голям брой различни техники и инструментариум за отстраняване на фрагментите. Suter също използва няколко вида техники и заключава, че решаващо за успеха е времето, прекарано в опити за отстраняване на фрагмента, а не локализацията на същия. Souter използва само ултразвуковата техника и съобщава за много по-голям успех при разположение на фрагментите в коронарната и средната 1/3 на канала, отколкото в апикалната. Ward, също с ултразвуковата техника, открива значително намаляване на успеваемостта (около 30%) при разположение на фрагмента след извивката. Nevares, сравнявайки ултразвуковата техника и байпас, получава 85.3% успех с ултразвук и 47.7% с байпас.

Получените в настоящото изследване 83.9% успех при ултразвуковата техника са сравними с тези на Nevares, и по-високи от цитираните резултати на Hulsman и Shen. При сравнението на резултатите трябва да се имат предвид разликите в дефинициите на разположението на фрагмента спрямо извивката.

По отношение на техниката байпас, според Ward тя е невъзможна в случаите, когато не е постигнат успех с ултразвуковата техника. Ние сме използвали техниката в случаите с невъзможност за постигане на видимост до фрагмента след безопасно изправяне на извивката на канала. Също така 9 случая от ултразвуковата група бяха продължени с байпас, поради повторно фрактуриране на фрагмента и оставане на апикалната му част дълбоко след извивката, или пък поради апикално изместване на фрагмента под въздействие на вибрацията. Процентите успех при байпас от настоящото изследване (69.2%) са по-високи от тези на Nevares (47.7%).

Интересни за нас са осемте случая (17% от ултразвуковата група, таблици 14 и 15), в които, въпреки цялостното отстраняване на фрагмента (пълнители и стоманени пили), не можа да бъде достигната пълна РД. Причината за неуспех не е свързана с наличието на праг или „ултразвуково усложнение”, а

непроходимост на канала, вероятно поради натрупване на калцификати (облитерация). Според нашия опит, това е често срещано при зъби, които са лекувани преди дълъг период от време по метода на морталната екстирпация, но лечителят е оставил витална пулпа в апикалната 1/3-1/2 на канала и практически не е достигната пълната работна дължина. Дразнена от контакта с каналопълнежното средство, пулпата е продължила да създава дентиноподобна материя в канала, довеждаща до пълната му облитерация. Такива случаи при наличие на крив канал са нерешими по ортограден ендодонтски път.

При използването на байпас в случаите, подбрани за настоящото проучване, също са наблюдавани усложнения. При един фрагмент причината за неуспех е създаването на фалшив ход. При всички останали неуспешни случаи не са наблюдавани усложнения, просто не беше възможно въвеждане на инструмент покрай фрагмента на сяло. Причините за това според нас могат да бъдат две. Първо – счупеният инструмент напълно блокира лумена на кореновия канал и не съществува процеп за въвеждане на прохождащ инструмент. Второ – липсата на видимост в канала не дава възможност за насочване на прохождащия инструмент по подходящ начин, за да може да попадне в съществуващия процеп между фрагмента и канала. Смятаме, че рядко е възможно канален пълнител напълно да obtурира лумена на КК, поради конструкцията си. В настоящото изследване има 3 случая на неуспешен байпас при фрагмент пълнител, и според нас причината за провал при тях е липсата на видимост до фрагмента.

Интересни също така са усложненията при успешните случаи от групата байпас, които не се отразяват на крайния лечебен резултат, но затрудняват лечението. Така например в 2 случая (6.45%) от успешните се получи фрактура на прохождащ инструмент по време на байпаса, но впоследствие фрагментите бяха байпасирани отново и каналите obtурирани. По този повод има мнения (напр. Cohen et al), че оформянето на канала при байпас не трябва да бъде правено с машинни Ni-Ti инструменти, заради липсата на тактилна сетивност и риска от фрактура от торзионен тип. В настоящото изследване се счупиха ръчни стоманени пили, въпреки тактилното усещане. Според нас повторната фрактура може да се дължи на повишеното триене заради присъствието на фрагмента, както и наличието на опасна извивка на канала.

При 4 успешно байпасирани фрагмента (12.9%) по време на obtурирането на каналите се получи изместване на фрагмента в апикална посока в рамките на канала. Това е свързано с факта, че след подготовката на канала за obtуриране се получава голяма разлика в диаметрите на фрагмента и канала. Така фрагментът е подвижен и топлата гутаперка го измества. Това не компрометира крайния резултат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От изпълнението на поставената цел – да се изследват възможностите за ортоградно ендодонтско лечение при наличие на фрактурирани инструменти във и след извивката на кореновия канал – могат да бъдат направени следните **констатации**:

По задача 1, подзадача 1:

1. ИКК на Dentsply-Maillefer са достоверен (валиден) модел за сравнителни in vitro изследвания на ЕУН за изваждане на счупени ендодонтски инструменти.

По задача 1, подзадача 2:

1. Изследваните ЕУН се различават микроскопски по няколко признака – диаметър на върха, коничност, конфигурация на върха (заострен в една точка и заоблен) и абразивно покритие. Макар макроскопски ЕУН да изглеждат подобни, микроскопските разлики са значителни и могат да са причина за значителни разлики в поведението и ефективността на накрайниците.
2. Поради липсата на стандартизация, разпределението на признаците по накрайници не се подчинява на правила.

По задача 1, подзадача 3:

1. ЕУН с малки диаметри и остри работни върхове (като ET25 и К-пили №25) работят по-успешно, по-бързо и запазват диаметъра и естествената форма на КК по-добре по време на отстраняване на фрагменти от извивката на изкуствени КК.
2. Разпределението и комбинирането на признаците диаметър, коничност, конфигурация на върха и абразивно покритие на накрайниците е такова, че не може да се направи извод дали някои от тях имат по-голямо значение от другите за намаляване на риска от усложнения по време на работа в извивката на канала.

По задача 2:

1. Противно на твърденото от производителите, ЕУН могат да бъдат резонансно съвместими с ПА от различни търговски марки.
2. Комбинациите между различни марки накрайници и ултразвукови апарати са възможни само в определени случаи, като за целта трябва да се съблюдава получената информация за резонансната съвместимост между тях.
3. От изследваните ПА, тези, които имат най-висока степен на съвместимост, са Varios 550 (NSK), P5 Newtron (Acteon-Satelec) – по 83.3%, и Woodpecker HW-3H (GWMI) – 76.9%.
4. От изследваните ЕУН, тези, които имат най-висока степен на съвместимост, са ултразвукови К-пили №20 и 25 (EMS-Maillefer), Endo E3 (W&H) – по 100%, и CPR8 (Obtura-Spartan) – 83,3%.

По задача 3:

1. Изследваните седем вида ръчни стоманени инструменти не се различават статистически в процента успех и работното време при байпас на фрагменти, разположени след извивката на ИКК.
2. Смятаме, че разликата между получените резултати *in vitro* и нашите (и чужди) клинични наблюдения се дължи на образуването с времето при стари фрактури на инструмент калцификати и облитерации на канала апикално от фрагмента.
3. Затова е възможно в клинични условия катетеризационните пили да бъдат по-добри от класическите при стари фрактури на инструмент и облитерирал КК.

По задача 4:

1. Всичките изследвани ЕУН са съвместими с микротръбната система IRS (San Diego Swiss Dental).
2. Успехът в изваждането на фрагменти с коронарна част разположена в правата част на ИКК е 100% при използването на IRS в комбинация с всеки от шестте вида изследвани ЕУН.

Задача 5:

1. Ултразвуковата техника и байпас са надеждни и дават предсказуеми резултати при ендодонтско лечение с наличие на фрагмент в криви коренови канали.
2. Успехът на ултразвуковата техника е значително по-висок от този на байпас.

ИЗВОДИ

От изпълнението на поставената цел и задачи могат да бъдат направени следните изводи:

1.1. Изкуствените коренови канали на Dentsply-Maillefer са достоверен (валиден) модел за сравнителни *in vitro* изследвания на ендодонтски ултразвукови накрайници за изваждане на счупени ендодонтски инструменти.

1.2. Изследваните ендодонтски ултразвукови накрайници значително се различават по коничност, върхов диаметър, конфигурация и абразивност, което е причина за различно поведение и ефективност. Разпределението на особеностите на върха на накрайниците не се подчинява на правила (липса стандартизация) и не дава достатъчно информация дали някоя особеност има по-голямо значение от други за намаляване на риска от усложнения по време на работа.

1.3. Изследваните ендодонтски ултразвукови накрайници с малки диаметри (0.3mm) и остри работни върхове (като ET25 и K-пили №25) работят значително по-успешно, по-бързо и запазват диаметъра и естествената форма на кореновия канал по-добре по време на отстраняване на фрагменти от извивката на изкуствени коренови канали.

2. Ендодонтските ултразвукови накрайници могат да бъдат резонансно съвместими с пиезоелектрични апарати от различни търговски марки. От изследваните апарати, тези, които имат най-висока степен на съвместимост, са Varios 550 (NSK), P5 Newtron (Acteon-Satelec) и Woodpecker HW-3H (GWMI). От изследваните ЕУН с най-висока степен на съвместимост са ултразвуковите K-пили №20 и 25 (EMS-Maillefer) и Endo E3 (W&H).

3. Изследваните седем вида ръчни стоманени ендодонтски инструменти не се различават статистически по процента успех и работното време при байпас на фрагменти, разположени след извивката на изкуствени коренови канали.

4. Микротръбната система за изваждане на счупени инструменти IRS (San Diego Swiss Dental) е съвместима с изследваните шест вида ендодонтски ултразвукови накрайници. Процентът успех в изваждане на фрагменти от

правата част на изкуствени коренови канали в комбинация на IRS и различните ендодонтски ултразвукови накрайници е 100%.

5. Ултразвуковата техника и байпас са надеждни и дават предсказуеми резултати при ендодонтско лечение с наличие на фрагмент в криви коренови канали. Успехът на ултразвуковата техника (83.9%) е по-висок от този на байпас (69.2%).

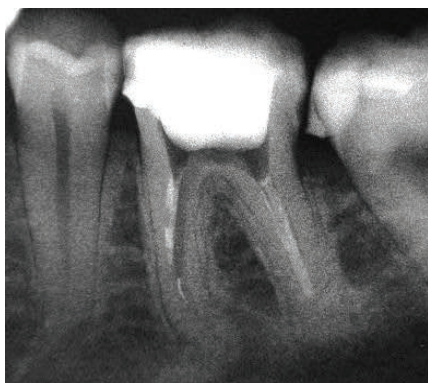
П Р И Н О С И

1. За пръв път е установена валидността на работен модел за сравнителни *in vitro* изследвания на ендодонтски ултразвукови накрайници за изваждане на счупени инструменти.
2. За пръв път са изследвани и сравнени диаметрите и конфигурациите на върховете на осем вида ендодонтски ултразвукови накрайници.
3. За пръв път е проведено сравнително *in vitro* изследване на ефективността на шест вида ендодонтски ултразвукови накрайници за изваждане на счупени инструменти.
4. За пръв път е изследвана резонансната съвместимост между осем вида ендодонтски ултразвукови накрайници и шест търговски марки пиезоелектрични апарати.
5. За пръв път е изследвана *in vitro* ефективността на седем вида стоманени ендодонтски инструменти при осъществяване на байпас.
6. За пръв път е изследвана съвместимостта между микротръбната система за изваждане на счупени инструменти IRS и шест вида ендодонтски ултразвукови накрайници.
7. За пръв път у нас е проведено ретроспективно клинично изследване на успеха и усложненията при лечение на случаи със счупени инструменти в криви коренови канали.

П Р И Л О Ж Е Н И Е

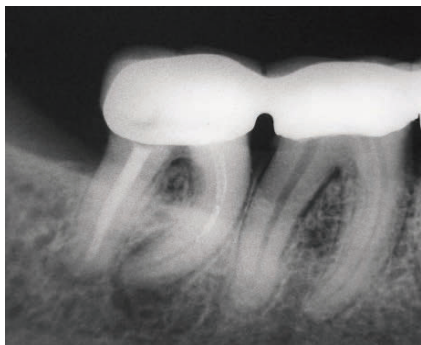
Представени са рентгенови снимки на клинични случаи, лекувани с ултразвуковата техника и байпас (задача 5).

УЛТРАЗВУКОВА ТЕХНИКА



СЛУЧАЙ 1.

Фрагмент в МБ канал на зъб 36. Фрагментът е отстранен и каналите завършени.



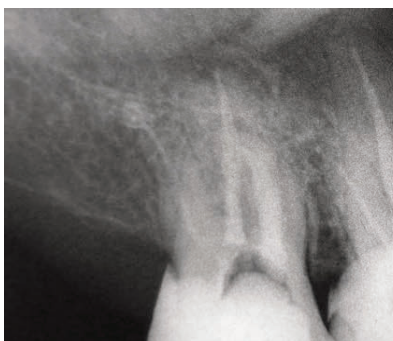
СЛУЧАЙ 2.

Два фрагмента в МБ и МЛ канали на зъб 48. Фрагментите са отстранени, каналите завършени, и периапикалната лезия е оздравяла.



СЛУЧАЙ 3.

Фрагмент в МБ2 канал на зъб 16. Фрагментът е отстранен и каналът завършен.



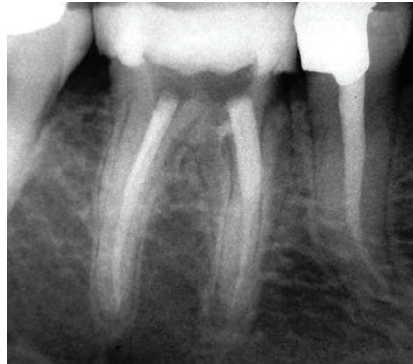
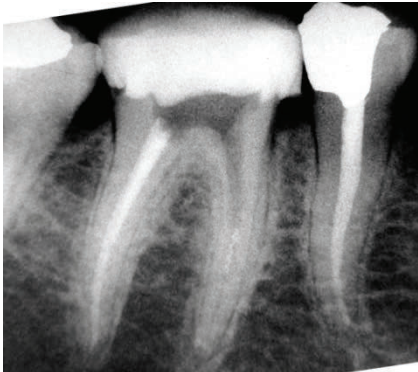
СЛУЧАЙ 4.

Фрагмент в МБ канал на зъб 17. Фрагментът е отстранен и каналът завършен.



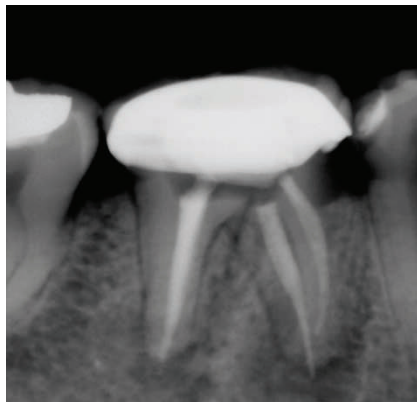
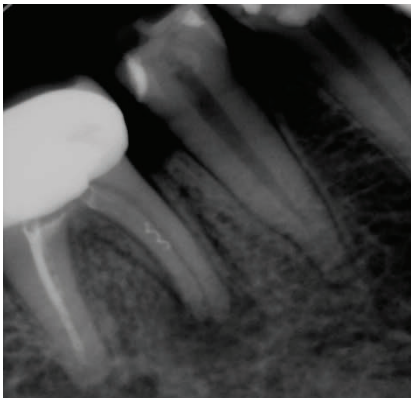
СЛУЧАЙ 5.

Фрагмент в МБ канал на зъб 36. Фрагментът е отстранен и случаят завършен.



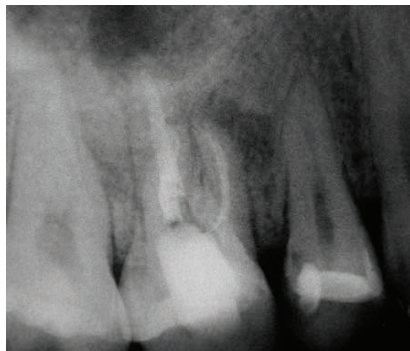
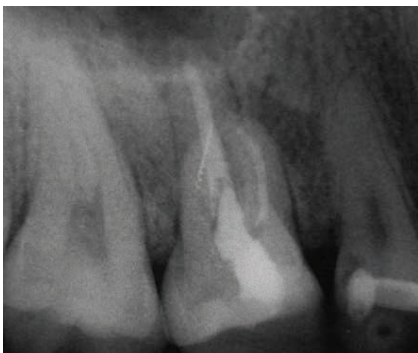
СЛУЧАЙ 6.

Фрагмент в МБ канал на зъб 46. Фрагментът е изваден и случаят завършен.



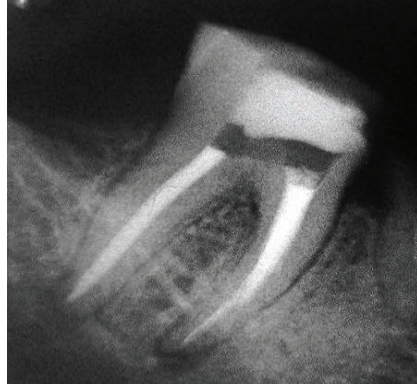
СЛУЧАЙ 7.

Фрагмент в МБ канал на зъб 46. Фрагментът е изваден и каналите завършени.



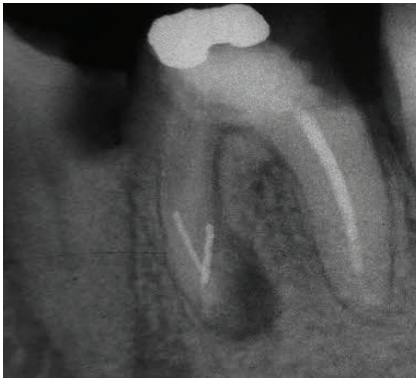
СЛУЧАЙ 8.

Фрагмент в ДБ канал на зъб 16. Фрагментът е отстранен и каналът завършен.



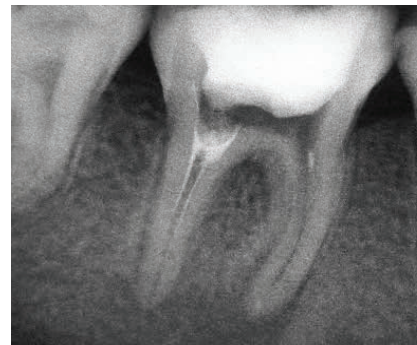
СЛУЧАЙ 9.

Фрагмент в МБ канал на зъб 46. Фрагментът е изваден и каналите завършени.



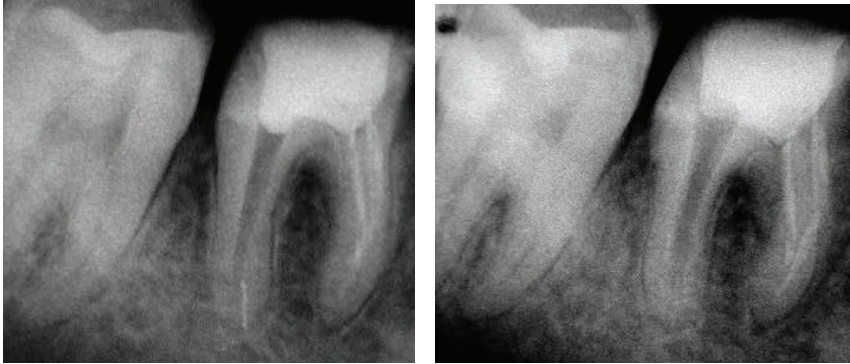
СЛУЧАЙ 10.

Фрагменти в МБ и МЛ канали на зъб 36. Фрагментите са отстранени и пациентът е върнат при лекуващия го зъболекар за завършване на случая.



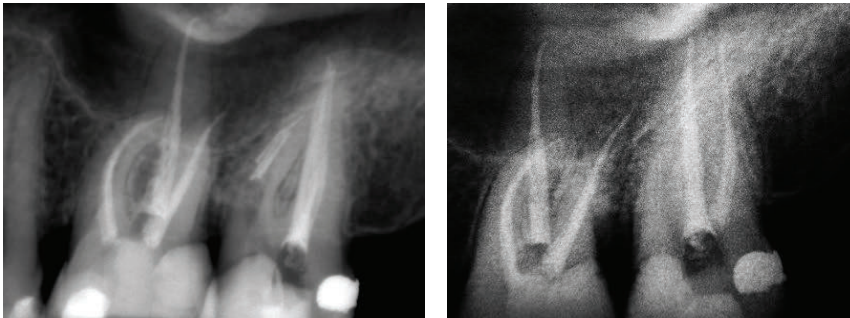
СЛУЧАЙ 11.

Фрагмент в МБ канал на зъб 46. Фрагментът е изваден и пациентът е върнат при лекуващия го зъболекар за завършване на случая.



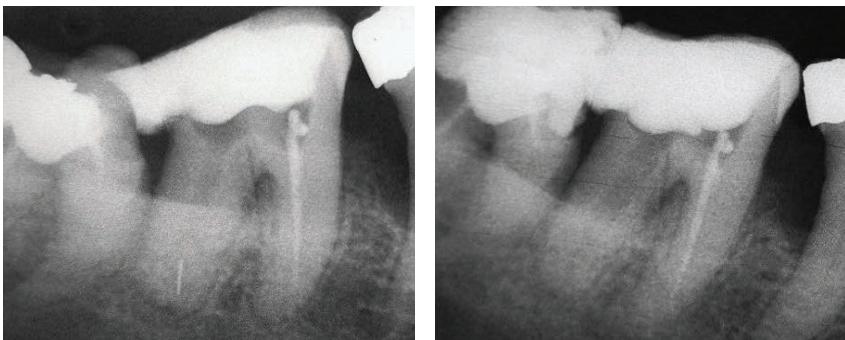
СЛУЧАЙ 12.

Фрагмент в Д канал на зъб 46. Фрагментът е изваден и пациентът е върнат при лекуващия го зъболекар за завършване на случая.



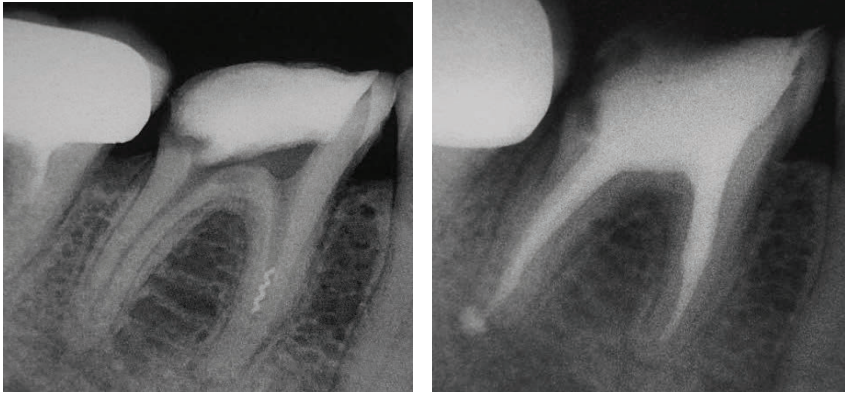
СЛУЧАЙ 13.

Четири сепарирани фрагмента в МБ канал на зъб 26. Три от фрагментите са отстранени, четвъртият е частично байпасиран.

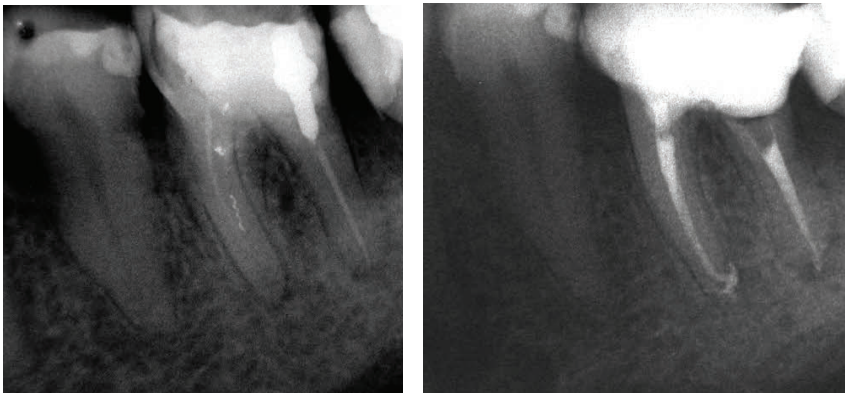


СЛУЧАЙ 14.

Фрагмент в Д канал на зъб 46. Фрагментът е отстранен и пациентът е върнат при лекуващия го зъболекар за завършване на случая.



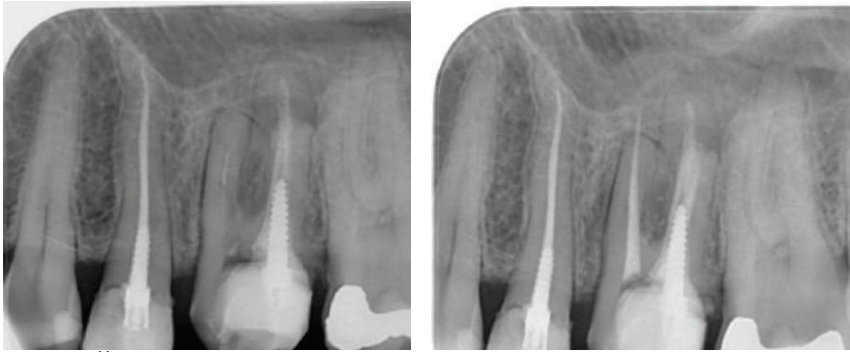
СЛУЧАЙ 15. Фрагмент в МБ канал на зъб 46. Фрагментът е отстранен и случаят завършен.



СЛУЧАЙ 16.
Фрагмент в МБ канал на зъб 36. Фрагментът е отстранен и случаят завършен.

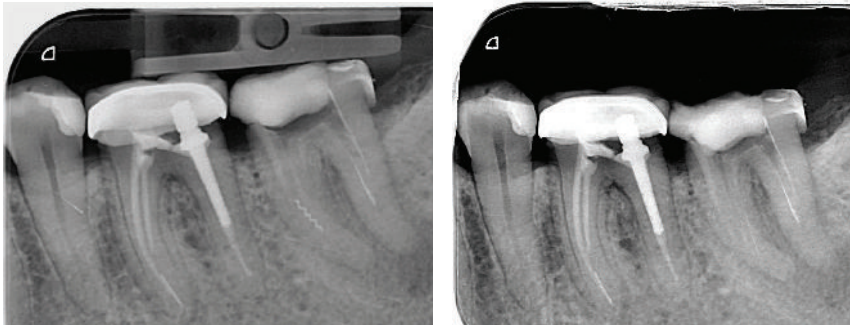


СЛУЧАЙ 17.
Фрагмент в МБ канал на зъб 36. Фрагментът е отстранен и случаят завършен.



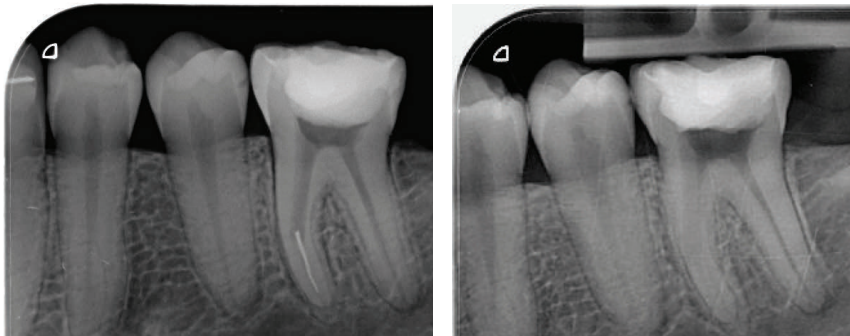
СЛУЧАЙ 18.

Фрагмент в МБ канал на зъб 26. Фрагментът е отстранен и случаят завършен.



СЛУЧАЙ 19.

Фрагмент в МЛ канал на зъб 37. Фрагментът е отстранен и пациентът е върнат при лекуващия го зъболекар за завършване на случая.

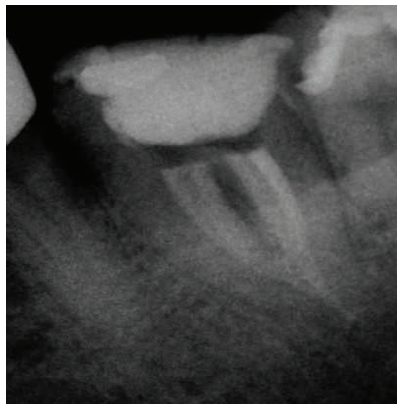
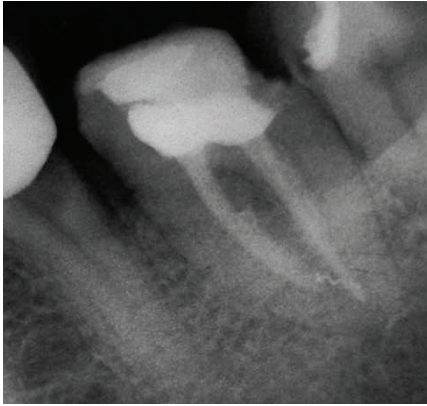


СЛУЧАЙ 20.

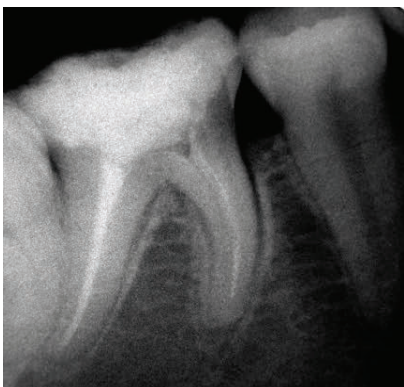
Фрагмент в МБ канал на зъб 36. Фрагментът е отстранен и пациентът е върнат при лекуващия го зъболекар за завършване на случая.

БАЙПАС**СЛУЧАЙ 1.**

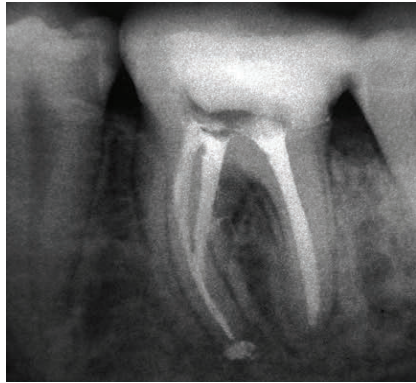
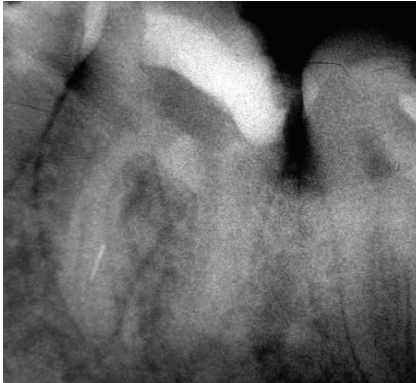
Фрагмент в МБ канал на зъб 37. Извършен е успешен байпас на фрагмента.

**СЛУЧАЙ 2.**

Фрагмент в МБ канал на зъб 36. Извършен е успешен байпас на фрагмента.

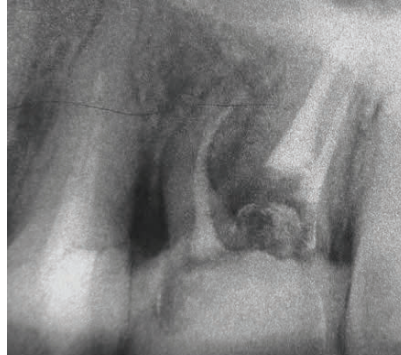
**СЛУЧАЙ 3.**

Фрагмент в МБ канал на зъб 46. Извършен е успешен байпас на фрагмента.



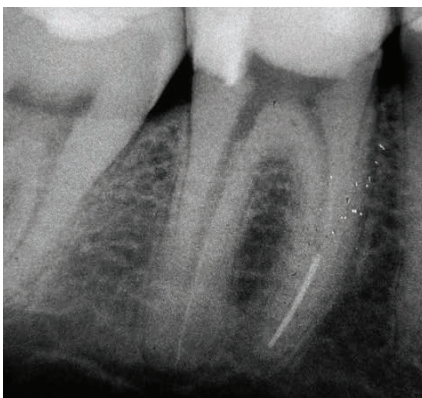
СЛУЧАЙ 4.

Фрагмент в МЛ канал на зъб 36. Извършен е успешен байпас на фрагмента.



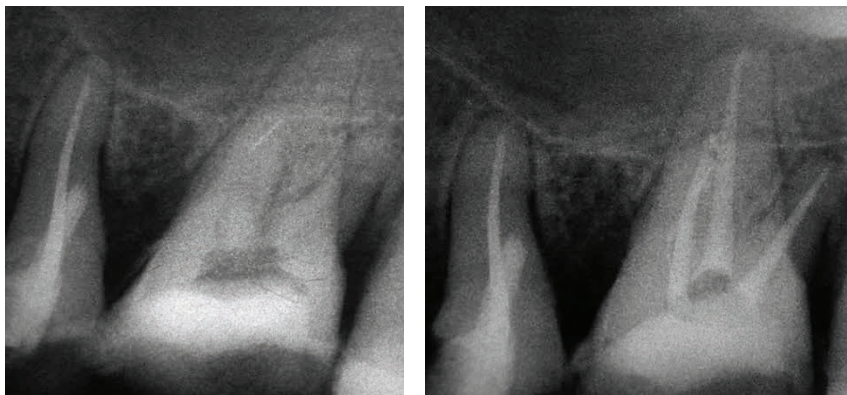
СЛУЧАЙ 5.

Фрагмент в МБ канал на зъб 26. Извършен е успешен байпас на фрагмента.



СЛУЧАЙ 6.

Фрагмент в МБ канал на зъб 46. Извършен е успешен байпас на фрагмента.



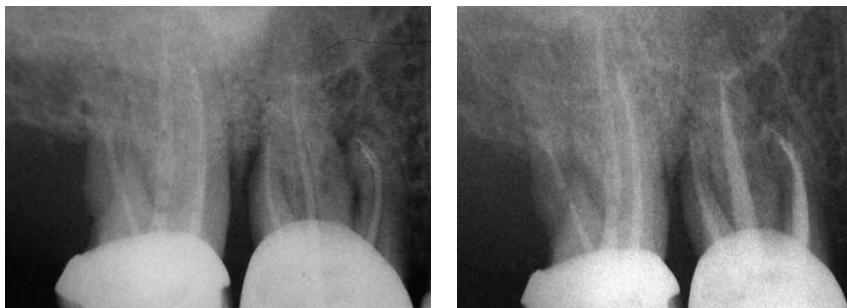
СЛУЧАЙ 7.

Фрагмент в МБ канал на зъб 26. Извършен е успешен байпас на фрагмента.



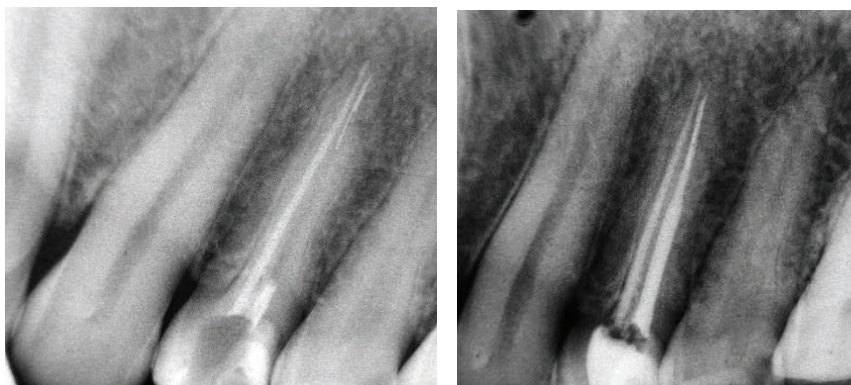
СЛУЧАЙ 8.

Фрагмент в Б канал на зъб 14. Извършен е успешен байпас на фрагмента.



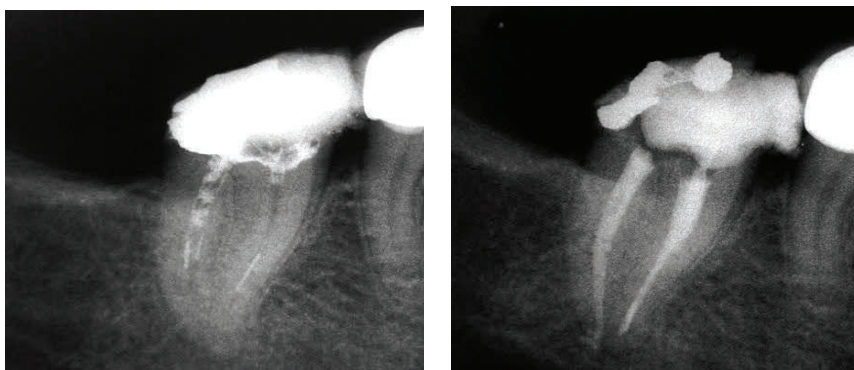
СЛУЧАЙ 9.

Два фрагмента в МБ канал на зъб 16. Извършен е успешен байпас на фрагментите.



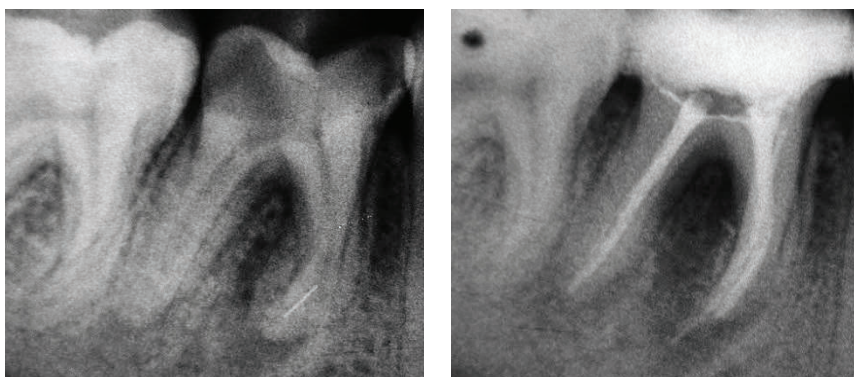
СЛУЧАЙ 10.

Фрагмент в Б канал на зъб 24. Извършен е успешен байпас на фрагмента.



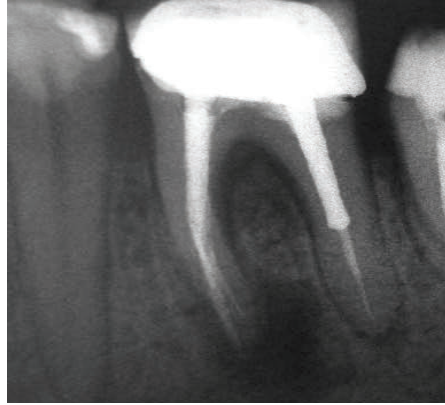
СЛУЧАЙ 11.

Фрагмент в МБ канал на зъб 47. Извършен е успешен байпас на фрагмента.



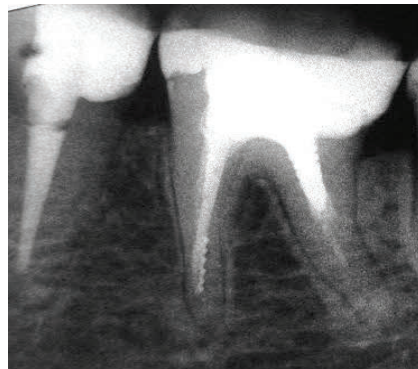
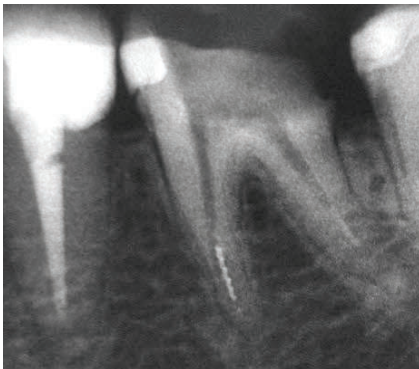
СЛУЧАЙ 12.

Фрагмент в МБ канал на зъб 46. Извършен е успешен байпас на фрагмента.



СЛУЧАЙ 13.

Фрагмент в МБ канал на зъб 36. Извършен е успешен байпас на фрагмента.

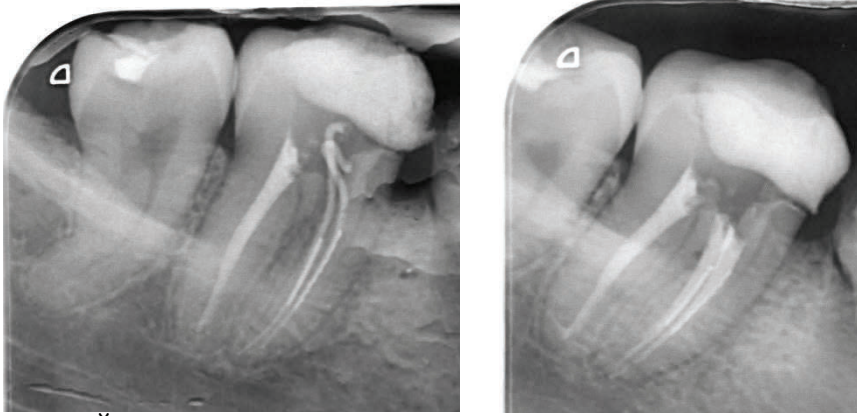


СЛУЧАЙ 14. Фрагмент в МЛ канал на зъб 36. Извършен е успешен байпас на фрагмента.



СЛУЧАЙ 15.

Фрагмент в Б канал на зъб 24. Извършен е успешен байпас на фрагмента.



СЛУЧАЙ 16.

Фрагменти в МБ и МЛ канали на зъб 47. Извършен е успешен байпас и на двата фрагмента.

**НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ И СЪОБЩЕНИЯ ВЪВ ВРЪЗКА С
ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

1. Шияков К., Р. Василева, Ултразвуково отстраняване на фрактурирани ендодонтски пили – ин витро изследване; Дентална Медицина 2012, 94 (3), 175-184
2. Шияков К., Р. Василева, С. Янчева, Сравнително ин витро изследване на ефективността на шест вида ендодонтски ултразвукови накрайници, постер на Втори Български Ендофорум 2013, 19-24 Септември, ФДМ-Пловдив
3. Шияков К., Р. Василева, С. Янчева, Съвместимост между ендодонтски ултразвукови накрайници и пиезоелектрични скалери, постер на Втори Български Ендофорум 2013, 19-24 Септември, ФДМ-Пловдив
4. Шияков К., Р. Василева, С. Янчева, Валидност на модел за сравнителни изследвания на ендодонтски ултразвукови накрайници, постер на Втори Български Ендофорум 2013, 19-24 Септември, ФДМ-Пловдив
5. Шияков К., Р. Василева, Ултразвуково отстраняване на счупени инструменти след извивката на кореновия канал, Дентална медицина 2014, 96(1), 42-48