



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



**Ръководител: Проф. Д-р Радосвета Иванова Василева, доктор**

---

**Д-р Димитър Николаев Костурков**

**ПУЛСОВА ОКСИМЕТРИЯ В**  
**ДЕНТАЛНАТА МЕДИЦИНА**

**Научна специалност:**

**Терапевтична дентална медицина**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**на дисертационен труд за присъждане на образователна**  
**и научна степен “Доктор”**

**Научен ръководител:**

**Проф. Д-р Цонко Тодоров Узунов, доктор**

---

**София, 2019 г.**

Дисертационният труд съдържа 201 страници и е онагледен с 32 таблици, 28 фигури и 5 приложения. Библиографията включва 456 литературни източника, от които 19 на кирилица и 437 на латиница.

Задача № 1 и част от изследванията по задачи № 2 и № 4 са осъществени благодарение на научен проект № 8410/08.12.2016 от конкурс „Млад изследовател – 2017“ на МУ-София и фирма „Optica laser“. Всички изследвания на пациенти са проведени в отделението по дентална физиотерапия към Катедрата по консервативно зъболечение на ФДМ, МУ-София.

**Публичната защита** ще се състои на **18.02.2019г. от 13:30ч.** в Първа аудитория на ФДМ, МУ-София, съгласно чл. 76 и чл. 77 от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Медицински университет – София и Заповед № РК36-2594/02.11.2018 г. на Ректора на МУ-София, на открито заседание на **научното жури** в състав:

**Вътрешни членове:**

Проф. Д-р Радосвета Иванова Василева, дм - председател и рецензент

Проф. Д-р Цонко Тодоров Узунов, дм – научен ръководител

**Външни членове:**

Проф. Д-р Славчо Крумов Димитров, дм - рецензент

Проф. Д-р Стоян Боянов Владимирев, дм

Доц. Александър Иванович Гизбрехт, дм

**Резервни членове:**

Проф. Д-р Мая Рашева Рашкова, дм – вътрешен член

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

Материалите по защитата са на разположение в библиотеката на ФДМ, МУ-София и са публикувани на интернет страницата на МУ-София.

---

*\*Забележка: В автореферата номерата на таблиците и фигури не съответстват на номерата в дисертационния труд*

# СЪДЪРЖАНИЕ

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. ВЪВЕДЕНИЕ.....                                                                  | 1  |
| II. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ.....                                                              | 3  |
| III. МАТЕРИАЛ.....                                                                 | 4  |
| IV. МЕТОДИ.....                                                                    | 7  |
| V. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ.....                                                      | 22 |
| VI. ЗАКЛЮЧЕНИЯ.....                                                                | 37 |
| VII. ИЗВОДИ.....                                                                   | 41 |
| VIII. ПРИНОСИ.....                                                                 | 42 |
| IX. НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ И УЧАСТИЯ В КОНГРЕСИ,<br>СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД..... | 43 |

## **ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ**

**ЕОД** - електроодонтодиагностика

**ПО** – пулсова оксиметрия

**ТЗТ** – твърди зъбни тъкани

**ТОД** - термоодонтодиагностика

**VO** - вестибуло-орален

**СЗО** – световната здравна организация

### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Зъбната пулпа е специализирана съединителна тъкан, съдържаща фини кръвоносни съдове, организирани в уникална кръвоносна система, адаптирана към условията на затвореното пулпно пространство и нервни влакна със завършващи нервни окончания в дентина.

Диагностиката на пулпното състояние все още е нерешен проблем и се осъществява с различни клинични и параклинични методи, като към настоящия момент се изследва предимно нервната проводимост и чувствителност.

В областта на медицина кръвообращението може да бъде изследвано чрез няколко метода. Един от най-лесно изпълнимите, неинвазивни и обективни методи се нарича пулсова оксиметрия.

В областта на денталната медицина пулсовата оксиметрия би могла да подпомогне поставянето на точна диагноза. Особено в случаи, при които конвенционалните методи за изследване на инервацията не са достатъчно надеждни.

Недостатъчно изяснени са въпросите относно начина на приложение на метода. Няма създадени специални крайници за дентална употреба, които да подпомагат апликацията на диодите и фотодетектора върху фронтални и дистални зъби. Не са проведени достатъчно клинични изследвания, които да установят стойностите на сатурация при норма и патология на зъбите в зависимост от фактори като зъбна група, степен на кореново развитие, възраст, пол и състояние на пациента. Не са изяснени достатъчно въпросите за влиянието на екзогенни и ендогенни

## ВЪВЕДЕНИЕ

---

фактори върху пулпната микроциркулация, които могат да имат отношение върху получените резултати.

Необходимо е създаването и използването на специален накрайник, който да позволи адаптирането на диодите и фотодетектора на апарата към фронтални и дистални зъби. Накрайниците ще позволят разработване на методики за приложение на пулсовата оксиметрия в денталната медицина. Чрез тях ще може да се приложи този неинвазивен и обективен метод за целите на диагностичния и лечебен процес.

Недостатъчно проучените и неизяснените въпроси ни дават основание да считаме, че те биха могли да бъдат цел на дисертационен труд.

### III. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Целта на настоящия дисертационен труд е да се проучи пулсовата оксиметрия като нов диагностичен метод в денталната медицина за оценка на състоянието на зъбната пулпа, което ще позволи да се избере най-подходящо лечение.

За изпълнение на така формулираната цел са поставени следните задачи:

1. Да се изследват енергийните характеристики на пулсов оксиметър и да се създадат накрайници за дентално приложение.

1.1. Изследване на характеристиките на стандартен накрайник на пулсов оксиметър;

1.2. Създаване на накрайници на пулсов оксиметър за дентално приложение.

2. Да се установят нормалните нива на сатурация на пулпата при интактни зъби и да се сравнят с електропроводимостта ѝ.

2.1. Изследване влиянието на изолирането на гингивалните тъкани при пулсова оксиметрия на постоянни интактни зъби;

2.2. Изследване на постоянни интактни зъби със завършено кореново развитие;

2.3. Изследване на постоянни интактни детски зъби с незавършено и завършено кореново развитие;

2.4. Изследване на невитални зъби.

3. Да се проучат възможностите на пулсовата оксиметрия при диагностика на пулпното възпаление.

4. Да се изследват промените в пулпната микроциркулация при травми на зъбите чрез пулсовата оксиметрия.

4.1. Изследване на зъби с травми в динамика;

4.2. Изследване на витални зъби преди и след изпиляване за обвивни корони.

# СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

## IV. МАТЕРИАЛ

За целите на настоящия дисертационен труд са изследвани 655 пациенти – 300 от мъжки пол и 355 от женски.

При изследваните пациенти са проучени 3829 броя зъби. От тях: 1415 са интактни фронтални зъба; 1575 са интактни премолара; 288 са интактни молара; 126 са постоянни интактни детски зъби с незавършено кореново развитие; 40 са зъби, на които се провежда витална екстирпация; 79 са зъби с асимптоматични пулпити; 54 са зъби с начален стадий на симптоматичен пулпит; 68 са зъби със симптоматични пулпити; 201 са зъби с травми; 64 са зъби, които се изпиляват за обвивни корони.

### 1. Материал по задача № 1

За осъществяване на задача №1 са използвани следните материали:

1. Апаратура – пулсов оксиметър Contec CMS 8000; 3 стандартни крайника за пулсов оксиметър, които ще бъдат използвани модифицирани за приложение върху фронтални зъби, премолари и молари; Осцилоскоп TEKTRONIX 2235; Диоден лазер Biostim 405 (Optica laser) с дължина на вълната 650 nm;

2. Екстрахирани постоянни зъби – резец, кучешки, премолар и молар.

3. Конструкционни материали - метални и пластмасови елементи, лепило Loctite-Henkel, термопластичен силикон, целофан.

4. Софтуер: AutoCAD 21.0; Adobe Photoshop CS6.

### 2. Материал по задача № 2

За осъществяване на задача № 2 са използвани следните материали:

*Подзадача 2.1 - Изследване влиянието на изолирането на гингивалните тъкани при пулсова оксиметрия на постоянни интактни зъби*

1. Пациенти:

- Брой: 31 от мъжки пол и 31 от женски пол, общо 62 души

- Възраст: 22-29г., средно 24 г.
- 2. Тестообразен кондензационен силикон – 1 опаковка
- 3. Интактни фронтални зъби: 125 броя

*Подзадача 2.2. Изследване на постоянни интактни зъби със завършено кореново развитие*

1. Пациенти:
  - Брой: 92 от мъжки пол и 163 от женски пол, общо 255 души
  - Възраст: 21-31г., средно 23,5 г.
2. Интактни зъби: 3153 броя, от които 1290 броя са фронтални, 1575 броя са премолари и 288 броя са молари;

*Подзадача 2.3. Изследване на постоянни интактни детски зъби с незавършено и завършено кореново развитие*

1. Пациенти:
  - Брой: 31 от мъжки пол и 31 от женски пол, общо 62 души
  - Възраст: 7-12г., средно 9,5 г.
2. Интактни фронтални зъба – 126 броя. От тях 53 са с незавършено кореново развитие, а 73 – със завършено.

*Подзадача 2.4. Изследване на невитални зъби*

1. Пациенти:
  - Брой: 15 от мъжки пол и 16 от женски пол, общо 31 души
  - Възраст: 20-67г., средно 41 г.
2. Зъби, на които се провежда витална екстирпация: общо 40 броя, от които 17 броя фронтални зъби, 15 броя премолари, 8 броя молари;

За провеждане на изследванията в задача № 2 е използвана следната апаратура:

1. Апарат за електроодонтодиагностика (ЕОД) - Scorpion SM.405.7<sup>a</sup>
2. Апарат за пулсова оксиметрия Contec CMS 8000
3. Накрайници на пулсов оксиметър за изследване на фронтални зъби, премолари и молари, създадени в задача № 1.

### **3. Материал по задача № 3**

За осъществяване на задача № 3 са изследвани:

1. Пациенти:
  - Брой: 88 от мъжки пол и 89 от женски пол, общо 177 души

- Възраст: 20-70г., средно 35г.
  - 2. Зъби (общо 201):
    - С асимптоматични пулпити: 79 броя. От тях 25 са фронтални; 23 са премолари; 31 са молари
    - С начален стадий на симптоматичен пулпит: 54 броя. От тях 23 са фронтални; 11 са премолари; 20 са молари
    - Със симптоматични пулпити: 68 броя. От тях 24 са фронтални; 19 са премолари; 27 са молари
- За провеждане на изследванията в задача № 3 е използвана апаратурата, описана в материали по задача № 2.

#### **4. Материал по задача № 4**

За осъществяване на задача № 4 са изследвани:

##### *Подзадача 4.1. Изследване на зъби с травми в динамика*

1. Пациенти:
  - Брой: 28 от мъжки пол и 9 от женски пол, общо 37 души
  - Възраст: 7-22г., средно 11,2 г.
2. Зъби с травми – 120 броя. От тях 20 са с незавършено кореново развитие, а 100 – със завършено.

##### *Подзадача 4.2. Изследване на витални зъби преди и след изпиляване за обвивни корони*

1. Пациенти:
  - Брой: 15 от мъжки пол и 16 от женски пол, общо 31 души
  - Възраст: 26-68 г., средно 50,2 г.
2. Зъби – 64 броя, от които 28 броя са фронтални зъби, 22 броя са премолари и 14 броя са молари

За провеждане на изследванията в задача № 4 е използвана апаратурата, описана в методи по задача № 2.

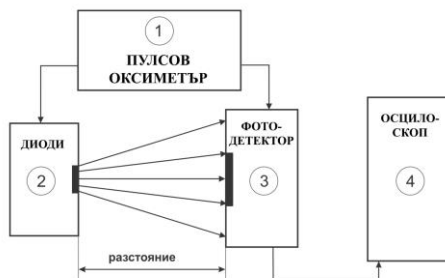
За всички задачи е извършена фотодокументация със следните основни и допълнителни средства: огледално-рефлексен фотоапарат Nikon D90; обективи: вариообектив AF-S DX Nikkor 18-105mm f/3.5-5.6G ED VR; широкоъгълен обектив Sigma 10-20mm 1:4-5.6 EX DC HSM; макро обектив Nikon AF-S VR 105mm f/2.8G IF-ED Micro; светкавици: макросветкавица Nikon R1C1; ръчна светкавица Dynaphos ThinkLite TT520 II; палатка за предметна фотография; огледала за интраорални снимки, екартъри за устните и бузите на пациента, контрастър.

## V. МЕТОДИ

### 1. Методи по задача № 1

#### 1.1. Опитни постановки за изследване на енергийните характеристики на стандартен накрайник на пулсов оксиметър

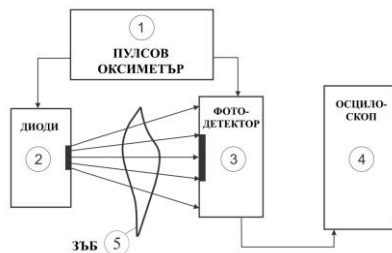
1.1.1. Опитна постановка № 1 (фиг. № 1) - затихване на измерения сигнал при директно осветяване на фотодетектора от диодите на пулсов оксиметър при разстояния, които са близки до средните вестибуло-орални диаметри на зъбите (обсег до 20 mm).



**Фигура № 1.** Схема на измерването на степента на отслабване на сигнала в зависимост от разстоянието между излъчвателя и приемника на пулсов оксиметър

Към фотодетектора на пулсовия оксиметър е свързан осцилоскоп, модел TEKTRONIX 2235. Стартира се апарата за пулсова оксиметрия и се подава светлина от диодите към фотодетектора от определено начално разстояние. Регистрират се амплитудите на импулсите, които са видими на екрана на осцилоскопа. Увеличава се разстоянието между диодите и фотодетектора. Регистрират се амплитудите на импулсите, които са видими на екрана на осцилоскопа. Регистрираните амплитуды на импулсите върху екрана на осцилоскопа се сравняват.

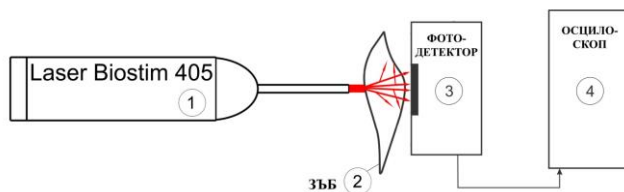
1.1.2. Опитна постановка № 2 (фиг. № 2) - затихване на измерения сигнал при осветяване през екстрахирани зъби на фотодетектора от диодите на пулсов оксиметър



**Фигура № 2.** *Схема на измерването на степента на отслабване на сигнала през екстрахиран зъб в зависимост от разстоянието между излъчвателя и приемника на пулсов оксиметър*

Към фотодетектора на пулсовия оксиметър е свързан осцилоскоп, модел ТЕКТРОНИХ 2235. Между диодите и фотодетектора на пулсовия оксиметър се поставя в контакт екстрахиран зъб. Стартира се апарата и се подава светлина от диодите към фотодетектора. Регистрират се амплитудите на импулсите, които са видими на екрана на осцилоскопа. Изследването се провежда за по отделно за всички видове зъби – резец, кучешки, премолар, молар. Регистрираните амплитуди на импулсите върху екрана на осцилоскопа се отчитат.

1.1.3. Опитна постановка № 3 (фиг. № 3) - реално физическо затихване на измерения сигнал при осветяване през екстрахиран зъби на фотодетектора на пулсов оксиметър от независим светлинен източник



**Фигура № 3.** *Схема на опитна постановка за измерване на реално физическо затихване на светлинен поток пропуснат през екстрахиран зъб*

За изследване на реалното затихване на светлината са използвани диоден лазер Biostim 405, екстрахирани зъби и фотоприемник за дължини на вълните в диапазона 600 – 690 nm, свързан с осцилоскоп, модел TEKTRONIX 2235. Екстрахираният зъб се поставя без наличие на разстояние между източника на лазерно лъчение (лазер Biostim 405) и фотоприемник за съответната дължина на вълната (фиг. 3). Изходните параметри на лазера са: дължина на вълната 650 nm, Зададена мощност – 25 mW, диаметър на светлинния сноп 3 mm, непрекъснат режим на излъчване. След пропускане на светлина през екстрахирания зъб се отчита степента на физическо затихване на лазерното лъчение, попаднало върху фотодетектора.

## **1.2. Създаване на накрайници на пулсов оксиметър за дентално приложение**

### **1.2.1 Анализ на риска за здравето на пациента при орално приложение на пулсова оксиметрия**

Приложението на пулсовата оксиметрия като метод за изследване на зъбната пулпа е свързано с няколко основни елемента на риск за здравето и живота на пациента:

1. Риск от преминаване на светлина с дължина на вълната 660 nm и 880 nm през жива зъбна пулпа

Според техническите данни и спецификации на апарата, светлината с посочените характеристики не може да причини увреждане на живите тъкани. От съображение за сигурност се препоръчва тъканите да не се подлагат на облъчване повече от два часа на ден.

### 2. Риск от въздействие на електрически ток върху пациента

Според предоставените технически характеристики на апаратурата няма данни за рискове, които да засягат здравето на пациента.

### 3. Риск от създаване на условия за кръстосани инфекции

Разработени са специализирани калъфи за еднократна употреба, в които да бъдат поставяни накрайниците на пулсовия оксиметър при интраорално изследване. Тези протектори трябва да бъдат с оптична проводимост, която не оказва влияние върху точността на получените измервания. Затова са избрани предпазни калъфи от целофан.

#### 1.2.2. Изработване на чертежи на накрайници на пулсов оксиметър за дентално приложение

Във връзка с изработването на чертежите бе поставено следното задание към инженерите:

Да се създадат малобабитни приспособления, даващи възможност за устойчиво фиксиране на приемника и предавателя на пулсовия оксиметър към всички изследвани зъби в устата на пациентите.

Специфични изисквания:

- приспособленията да използват готовите елементи на излъчвателя и на приемника на предоставения оксиметър;
- приспособленията да осигуряват надеждно закрепване през целия цикъл на изследване, без да се налага придържането им от този, който провежда изследването;

- да са с малък габарит, атравматични и да няма риск от предаване на кръстосани инфекции;

За създаване на конкретни конфигурации на фиксиращите елементи на накрайниците за различните групи зъби бяха изготвени осреднени геометрични характеристики, които да служат като база за фиксиране на приемника и предавателя на пулсов оксиметър. Допълнително условие при задържането на накрайниците е осигуряване на постоянна насоченост по оптичната ос между приемник и предавател при голямо разнообразие от геометрични характеристики на различните видове зъби.

1.2.3. Изработване на три комплекта накрайници на пулсов оксиметър за провеждане на изследвания върху фронтални зъби, премолари и молари.

Изработването на накрайници за пулсов оксиметър за изследване на фронтални и дистални зъби е осъществено на база направените чертежи. Използван е метод за отливане в оборудване за ръчно формование на термопластичен силикон.

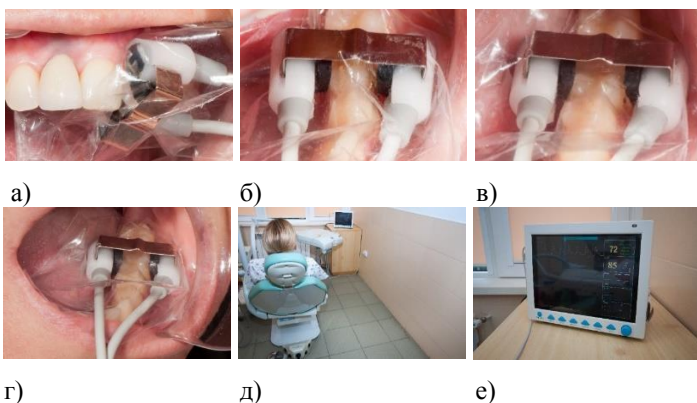
## **2. Методи по задача № 2**

За проучване на нормалните нива на сатурация при интактни фронтални зъби, премолари и молари са използвани пулсов оксиметър Contec CMS 8000 с модифицираните накрайници, създадени в задача № 1. Паралелно с това изследване е проведена и електроодонтодиагностика (ЕОД) чрез апарат Scorpion SM.405.7<sup>a</sup> (Optica laser). На всички пациенти е взето устно информирано съгласие след като подробно е разяснен неинвазивния характер на изследването.

Изследване на зъби чрез ПО е осъществено по следната методика (фигура № 4):

## МЕТОДИ

- Зъбът, който се изследва се подсушава;
- Избира се накрайник, чиито модел да съответства на зъбната група на изследвания зъб;
- Накрайникът на пулсовия оксиметър се позиционира така, че диодите да се разполагат по вестибуларната зъбна повърхност, а фотодетектора – по оралната;
- След като отмине времето за калибрация на апарата се отчита получената стойност на екрана, която съответства на процента сатурация на кръвта в пулпата на зъба;
- Пациентът остава неподвижен докато се провежда измерването;
- При наличие на големи смущения или много хомогенни пикове и спадове в плетизмограмата, изследването се повтаря.



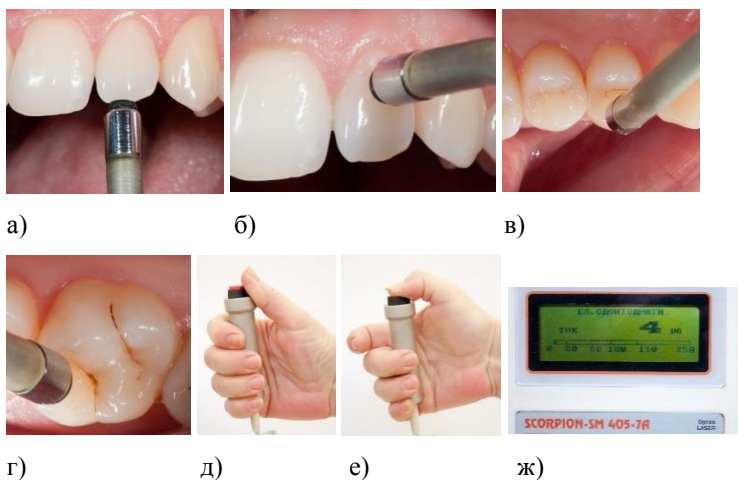
**Фигура № 4.** Изследване на зъби чрез пулсов оксиметър: а) изследване на фронтален зъб; б) изследване на премолар; в), г) изследване на молар; д) пациент по време на изследването; е) монитор на апарата, показващ плетизмограма и стойност на сатурация;

Изследване на зъби чрез ЕОД е осъществено по следната методика (фигура № 5):

- Пациентът задържа пасивния електрод в дясната си ръка;

## МЕТОДИ

- Дават се инструкции на пациента при най-слабото дразнене в зъба да натисне бутона на пасивния електрод;
- Изследваният зъб се изолира от слюнката с ролки;
- Изследваният зъб се подсушава с въздух;
- Позиционира се върха на активния електрод перпендикулярно върху най-чувствителната точка на изследвания зъб;
- Стартира се измерването чрез натискане на бутона върху активния електрод на апарата за ЕОД;
- При най-слабото дразнене в зъба, пациента натиска на бутона на пасивния електрод, който се намира в дясната ръка;
- Отчита се резултата от изследването, който е запаменен на екрана на апарата.



**Фигура № 5.** Изследване на зъби чрез ЕОД: а), б) на фронтален зъб; в) на премолар; г) на молар; д) пасивен електрод; е) натискане на бутона на пасивния електрод; ж) резултат, изписан на екрана на апарата

За включване на пациенти и зъби в изследванията в подзадачи 2.1 и 2.2 са приложени изисквания, описани по-долу.

Критерии за включване на пациентите в изследването:

- Възраст – 20-30г.; без наличие на общи заболявания; без прием на медикаменти (системно и в деня на изследването).

Изисквания към зъбите, които са обект на изследване:

- Постоянни зъби със завършено кореново развитие; витални зъби, без анамнестични и клинични данни за наличие на травма, зъбен кариес или пулпно заболяване; без данни за проведено дентално лечение; без периапикални изменения.

### **2.1. Изследване влиянието на изолирането на гингивалните тъкани при пулсова оксиметрия на постоянни интактни зъби**

За осъществяване на подзадача 2.1. са изследвани фронтални зъби в горна челюст чрез ЕОД и ПО описаните методики. Изследванията са проведени в следната последователност:

1. Зъбите се изследват чрез ЕОД;
2. Зъбите се изследват чрез ПО;
3. Гингивалните тъкани се изолират чрез кондензационен силикон;
4. Зъбите се изследват чрез ЕОД;
5. Зъбите се изследват чрез ПО;
6. Изследва се общата сатурация на пациента чрез измерване на малкия пръст на дясната ръка на пациента.

Изолирането на гингивата се осъществява по следната методика (фигура № 6):

- Чрез тестобразен кондензационен силикон се прави силиконов ключ на горните фронтални зъби;
- Чрез скалпел в силиконовия ключ се изрязва прозорец, който точно повтаря контурите на зъбите, които ще бъдат изследвани.



**Фигура № 6.** *Изолитране на зъбите с тестообразен силикон при изследване чрез пулсова оксиметрия на влиянието на гингивалните тъкани върху стойностите на пулпна сатурация*

### **2.2. Изследване на постоянни интактни зъби със завършено кореново развитие**

За осъществяване на подзадача 2.2. са изследвани фронтални зъби, премолари и молари в горна и долна челюст чрез ЕОД и ПО описаните методики. Изследванията са проведени в следната последователност:

1. Зъбите се изследват чрез ЕОД;
2. Зъбите се изследват чрез ПО;
3. Изследва се общата сатурация на пациента чрез измерване на малкия пръст на дясната ръка на пациента.

### **2.3. Изследване на постоянни интактни детски зъби с незавършено и завършено кореново развитие**

Към изследваните пациенти и зъби са приложени следните критерии за включване в проучването:

- Възраст на пациентите – 7-12 г.; пациенти без общи заболявания; без прием на медикаменти в деня на изследването; без поставена анестезия в деня на изследването; фронтални зъби без анамнестични и клинични данни за наличие на зъбен кариес или пулпно заболяване; фронтални зъби без данни за проведено дентално лечение.

Изследванията на постоянни детски зъби чрез ПО и ЕОД са проведени по описаните в задача № 2 методики. Зъбите са разделени в три групи, в зависимост от степента на кореновото им развитие:

Група № 1 – зъби, при които кореновото развитие е завършено до 2/3;

Група № 2 – зъби, при които има напълно изградени коренови стени с неоформен апекс;

Група № 3 – зъби със завършено кореново развитие.

### **2.4. Изследване на невитални зъби**

Изследването се провежда, за да се установи ефективността на пулсовата оксиметрия за измерване на пулпната сатурация чрез сравнение на стойностите при интактни зъби и при негативна контролна група от невитални зъби.

С цел да се стандартизират зъбите, включени в задачата, са изследвани фронтални зъби, премолари и молари с необратими пулпити, на които се провежда ендодонтско лечение чрез витална екстирпация на зъбната пулпа. Зъбите са тествани чрез ПО и ЕОД по описаните методики.

Към изследваните пациенти и зъби са приложени посочените по-долу критерии за включване в проучването.

Критерии за включване на пациентите в изследването:

- Без контраиндикации за провеждане на витална екстирпация; без прием на аналгетици в деня на изследването; без наличие на остри вирусни или бактериални инфекции; без наличие на заболяванията, засягащи периферната васкуларна система;

Изисквания към зъбите, които са обект на изследване:

- Постоянни зъби със завършено кореново развитие; зъби с анамнестични и клинични данни за наличие необратимо пулпно възпаление - наличие на нощна болка, на спонтанна, пулсираща, остра или тъпа, локализирана или ирадираща болка; установяване на дълбока кариозна лезия в близост или контакт с пулпата на зъба.

Изследванията са проведени в следната последователност:

1. Провежда се ПО и ЕОД преди виталната екстирпация;
2. Провежда се ПО и ЕОД след виталната екстирпация и след отминаване действието на анестетика;
3. Провежда се ПО и ЕОД след obtуриране на кореновите канали и на ендодонтския кавитет.

### 3. Методи по задача № 3

За осъществяване на задачата, зъбите са изследвани с пулсов оксиметър и апарат за ЕОД посочени в методи по задача № 2. На всички пациенти е взето устно информирано съгласие след като подробно е разяснен неинвазивния характер на изследването.

За да бъдат включени в изследването, към пациентите и зъбите са приложени следните изисквания:

- Да не са приемали медикаменти в деня на изследването; да не е поставена анестезия в деня на изследването; да нямат поставен пейсмейкър; да не са бременни (за пациенти от женски пол); достатъчен обем на ТЗТ, за да може да се проведе изследването.

За целите на тази задача, за регистриране на пациентите, на техните анамнестични данни, клинични и параклинични находки е разработена анкетна карта за оценка на пулпното състояние, която се състои от няколко раздела: паспортна част; въпроси относно общия статус на пациента; въпроси, свързани с анамнеза на текущите оплаквания; описание на клиничната находка; графа за вписване на резултатите от клиничните тестове – перкусия, ЕОД, ПО, ТОД; описание на рентгенографски находки; диагноза.

Изследваните зъби са разделени в три групи според поставената диагноза:

- Асимптоматичен пулпит; начален стадий на симптоматичен пулпит (пулпна хиперемия); напреднал стадий на симптоматичен пулпит.

Диагнозите са поставени на базата на определени критерии:

**Асимптоматичен (обратим) пулпит** е състояние без спонтанна болкова симптоматика, при което зъбната пулпа е засегната в лека до умерена степен от възпалителен процес и може да възстанови нормалното си състояние след премахване на причинителя на възпалението. Диагнозата е базирана е на следните находки:

- Без анамнеза за наличие на спонтанна болка и нощна болка; анамнеза за липса или наличие на повишена чувствителност в зъба към термични дразнителни. Усещането се характеризира с лек до умерен дискомфорт, който изчезва няколко секунди след премахване на дразнителя;

- Наличие на кариозна/некариозна лезия с големина до  $\frac{1}{2}$  от VO диаметър (при апроксимална локализация), до  $\frac{2}{3}$  от междутуберкулното разстояние (при оклузална локализация), до 3 mm (при цервикална локализация); цвят на кариозната маса – светла, мека; без наличие на пулпна комуникация при оглед;
- Наличие на провокирана болка от термичен дразнител с продължителност до 1 минута след премахване на стимула;
- Липса на болка при перкусия.

**Начален стадий на симптоматичен (обратим) пулпит** (пулпна хиперемия) е състояние със спонтанна болкова симптоматика, при което зъбната пулпа е засегната в лека до умерена степен от възпалителен процес и може да възстанови нормалното си състояние след премахване на причинителя на възпалението.

Диагнозата е базирана е на следните находки:

- Без анамнеза за наличие на нощна болка; анамнеза за наличие на спонтанна, локализирана, остра болка. Наличие на единичен болков пристъп от последните 24ч. с продължителност до 1-2 минути;
- Анамнеза за наличие на повишена чувствителност в зъба към термични дразнители. Усещането се характеризира с лек до умерен дискомфорт, който изчезва до 1-2 минути след премахване на дразнителя;
- Наличие на кариозна/некариозна лезия с големина до  $\frac{1}{2}$  от VO диаметър (при апроксимална локализация), до  $\frac{2}{3}$  от междутуберкулното разстояние (при оклузална локализация), до 3 mm (при цервикална локализация); цвят на кариозната маса – светла, мека; без наличие на пулпна комуникация при оглед;
- Наличие на провокирана болка от термичен дразнител с продължителност до 1 минута след премахване на стимула;
- Липса на болка при перкусия.

**Симптоматичен (необратим) пулпит** е състояние със спонтанна болкова симптоматика, при което зъбната пулпа е засегната в тежка степен от възпалителен процес и не може да възстанови нормалното си състояние след премахване на причинителя на възпалението.

Диагнозата е базирана на следните находки:

- Анамнеза за наличие на нощна болка; за наличие на спонтанна, пулсираща, остра или тъпа, локализирана или ирадираща болка с давност повече от 24 ч.;
- Анамнеза за наличие на повишена чувствителност в зъба към термични дразнители. Усещането се характеризира с силен дискомфорт, който изчезва след повече от 2 минути след премахване на дразнителя;
- Наличие на кариозна/некариозна лезия с големина над 2/3 от VO диаметър (при апроксимална локализация), над 2/3 от междутуберкулното разстояние (при оклузална локализация), над 3 mm (при цервикална локализация); цвят на кариозната маса – тъмна, суха; без/с наличие на пулпна комуникация при оглед;
- Наличие на провокирана болка от термичен дразнител с продължителност повече от 1 минута след премахване на стимула; липса или наличие на болка при перкусия;
- Необходимост от приемане на аналгетици.

#### **4. Методи по задача № 4**

За осъществяване на задачата, зъбите са изследвани с пулсов оксиметър и апарат за ЕОД посочени в методи по задача № 2. На всички пациенти е взето устно информирано съгласие след като подробно е разяснен неинвазивния характер на изследването.

##### **4.1. Изследване на зъби с травми в динамика**

За осъществяване на тази подзадача, травмираните зъби са изследвани чрез пулсова оксиметрия и ЕОД пет пъти в рамките на шест месеца, за да се проследят промените в пулпата в динамика. Последователността на изследванията е следната: изследване на 1-ви ден; на 15-ти ден, на 30-ти ден, на 3-ти месец, на 6-ти месец.

За изследване на 1-ви ден се приема първоначалното изследване на травмираните зъби, което може да бъде в рамките на 1-7 дни след травмата, в зависимост от това кога пациентите са потърсили дентална помощ.

Към изследваните пациенти и зъби са приложени следните критерии за включване в проучването:

- Пациенти без общи заболявания, които не са приемали медикаменти в деня на изследването и на които не е поставена анестезия в деня на изследването; без анамнеза за пулпитна болка

в травмираните зъби; травма на постоянни зъби с давност не повече от 7 дни.

За целите на тази подзадача, за регистриране на пациентите, на техните анамнестични данни, клинични и параклинични находки е разработена анкетна карта за оценка на травмирани зъби, която се състои от няколко раздела: паспортна част; въпроси, свързани с анамнезата на травмата; графа с възможност за попълване в свободен текст на информация, свързана с проведено лечение; таблица с възможност за отбелязване на номера на травмирания зъб и поставената му диагноза, според класификацията на СЗО; таблица с възможност за отбелязване на клинични и параклинични находки за съответните зъби; легенда и насоки за попълване на таблиците; таблица за проследяване чрез ЕОД и ПО в динамика на състоянието на зъбната пулпа за всеки от травмираните зъби на 1-ви ден, 15-ти ден, 30-ти ден, 3-ти месец и 6-ти месец.

Диагнозите на изследваните зъби се поставя на базата на следните критерии:

1. Контузия: увреждане на зъбодържащия апарат без подвижност или изместване на зъба, изразено в повишена перкуторна или палпаторна чувствителност

2. Луксация: увреждане на зъбодържащия апарат, водещо до подвижност на зъба: латерална – изместване в орална, латерална или вестибуларна посока на зъба; екструзия – навън от алвеолата, частична експулсия; интрузия – навътре в алвеолата

3. Фрактура на зъбната корона: в емайла – ограничена само в границите на емайловия слой; в дентина – засягаща емайловия и дентиновия слой; до пулпата - с прозиране на пулпата (слоят дентин между пулпната камера и външната среда е много тънък и се визуализира пулпната тъкан; приема се като микрокомуникация), с разкъсване на пулпата (пулпната камера е травматично разкрита; има наличие на кървяща пулпна тъкан);

4. Фрактура на зъбния корен: фрактурна линия с хоризонтална или вертикална посока в коронарната, средната или апикалната трета на корена

5. Експулсия на зъба: избиване на зъба извън алвеолата

### **4.2. Изследване на витални зъби преди и след изпиляване за обвивни корони**

Изследванията са проведени чрез ПО и ЕОД по описаните в задача № 2 методики. Зъбите са разделени в две групи – преди и след изпиляване за обвивни корони.

Критерии за включване в изследването:

- Интактни постоянни зъби с индикация за изпиляване за обвивни корони; витални зъби без анамнестични и клинични данни за възпалителни и травматични заболявания на пулпата.

### **5. Статистически методи**

За обработка на данните от изследванията, свързани с дисертационната работа, бяха използвани софтуерните продукти R 3.4.3 и IBM Statistics SPSS v. 19 и следните статистически методи: дескриптивна статистика; определяне на доверителни интервали, откриване на статистически нетипичности; корелационен анализ (Pearson correlation); Т-Тест на Стюдънт (Student t-test); Т-Тест на Уелч (Welch t-test); метод на Тюки-Крамер (Tukey–Kramer method).

### VI. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

#### 1. Резултати по задача № 1

##### 1.1. Изследване на характеристиките на стандартен накрайник на пулсов оксиметър

1.1.1. Затихване на измерения сигнал при директно осветяване на фотодетектора от диодите на пулсов оксиметър (фиг. № 7)

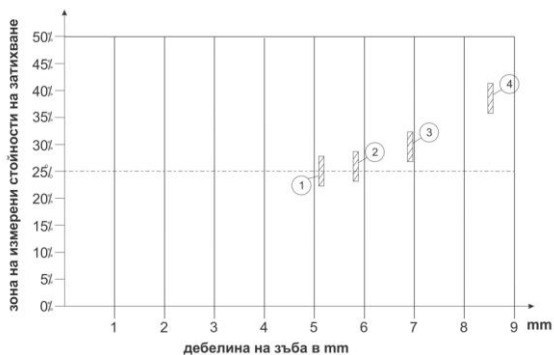


**Фигура № 7.** Затихване на измерения сигнал при директно осветяване на фотодетектора от диодите на пулсов оксиметър

От графиката се вижда, че има затихване, което нараства с увеличаване на разстоянието между диодите и детектора. Въпреки, че при максималното разстояние от 17 mm има затихване 17%, светлинният сигнал достига фотодетектора.

1.1.2. Затихване на измерения сигнал при осветяване през екстрахирани зъби на фотодетектора от диодите на пулсов оксиметър (фиг. № 8)

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ



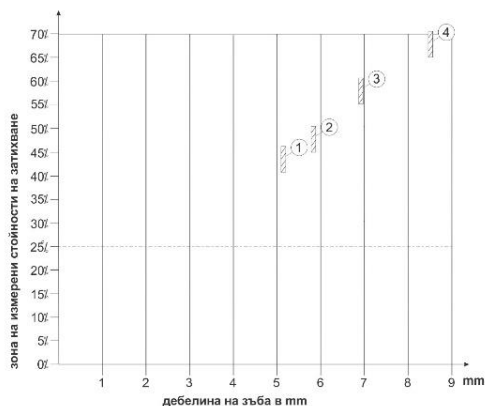
**Фигура № 8.** Затихване на измерения сигнал при осветяване през екстрахиран зъб на фотодетектора от диодите на пулсов оксиметър. Резултати при измерване през: 1 – резец; 2 – кучешки зъб; 3 – премолар; 4 – молар

Измерени са следните средни нива на затихване на светлинния сигнал, пропуснат през: 1. Резец – 25,2 %; 2. Кучешки зъб – 31,3%; 3. Премолар – 32,8%; 4. Молар – 41,2%.

Тези резултати показват, че въвеждането на зъби в оптичния път води до отслабване на регистрирания върху фотодетектора светлинен сигнал. Въпреки това, фотодетекторът на пулсовия оксиметър регистрира светлинния сигнал. Това означава, че е възможно да се проведе изследване на пулпната сатурация чрез пулсов оксиметър.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

*1.1.3. Реално физическо затихване на измерения сигнал при осветяване през екстрахиран зъб на фотодетектора на пулсов оксиметър от независим светлинен източник (фиг. № 9)*



**Фигура № 9.** Реално физическо затихване на измерения сигнал при осветяване през екстрахиран зъб на фотодетектор от източник на лазерно лъчение Biostim 405. Резултати при измерване през: 1 – резец; 2 – кучешки зъб; 3 – премолар; 4 – молар

Получени са следните резултати на реално физическо затихване на светлинния сигнал при различните групи зъби: резец: 41%; кучешки зъб – 45%; премолар – 55%; молар – 65%;

Резултатите показват, че реалното физическо затихване на оптичния сигнал многократно превишава затихването регистрирано от предоставения уред. Това се дължи на факта, че в схемата на предоставения пулсов оксиметър са взети специални мерки за компенсиране на нивото на подавания сигнал.

## 1.2. Създаване на накрайници на пулсов оксиметър за дентално приложение

Изработени са нови три типа приспособления, отляти в оборудване за ръчно формоване на термопластичен силикон (фиг. № 10).



**Фигура № 10.** Различни изгледи на накрайник на пулсов оксиметър, модифициран за изследване на фронтални зъби

Накрайникът има три елемента – вестибуларна, орална част и свързваща пластина. Вестибуларната част е съставена от диодите на пулсовия оксиметър и черна елипсовидна пластина с отвор за светлината. В оралната част на накрайника са разположени фотодетектора на пулсовия оксиметър и черна сферична пластина с отвор за пропускане на светлина.

## 2. Резултати по задача № 2

### 2.1. Изследване влиянието на изолирането на гингивалните тъкани при пулсова оксиметрия на постоянни интактни зъби

**Таблица № 1.** Изследване на пулпната сатурация при интактни постоянни зъби преди и след изолиране на гингивалните тъкани

| Изследване         |                                          | Статистически показатели | n (зъби) | $\bar{x} \pm SD$ | t-test             |
|--------------------|------------------------------------------|--------------------------|----------|------------------|--------------------|
| Пулсова оксиметрия | Преди изолиране на гингивата със силикон |                          | 125      | $83,91 \pm 2,10$ | t= 1,12<br>p= 0,26 |
|                    | След изолиране на гингивата със силикон  |                          | 125      | $83,6 \pm 2,17$  |                    |

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Средните стойности при двете групи изследвани зъби са сходни и се движат в границите около 83-84%. Не се установяват достоверни разлики ( $p>0,05$ ) между степента на сатурация на зъбите преди и след изолиране на гингивалните тъкани.

**Таблица № 2.** Изследване на електропроводимостта на пулпата при интактни постоянни зъби преди и след изолиране на гингивалните тъкани

| Статистически показатели |                                          | n (зъби) | $\bar{x} \pm SD$ | t-test             |
|--------------------------|------------------------------------------|----------|------------------|--------------------|
| Изследване               |                                          |          |                  |                    |
| ЕОД                      | Преди изолиране на гингивата със силикон | 125      | 5,55 ± 1,91      | t= 3.60<br>p= 0,11 |
|                          | След изолиране на гингивата със силикон  | 125      | 5,05 ± 1,42      |                    |

Средните стойности на електропроводимост при двете групи изследвани зъби са сходни и се движат в границите около 5-6  $\mu A$  и са в установените норми от 2-12  $\mu A$ . Не се установяват достоверни разлики ( $p>0,05$ ) между степента на електропроводимост на зъбите преди и след изолиране със силикон на гингивалните тъкани.

### 2.2. Изследване на постоянни интактни зъби със завършено кореново развитие

- Пулсова оксиметрия

**Таблица № 3.** Изследване на пулпната сатурация чрез пулсова оксиметрия при интактни постоянни зъби

| Показатели<br>Зъби | Горна челюст (a)                                                                 |                                                                               | Долна челюст (b)                                                              |                                                                               | t-<br>test                                           |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                    | n(зъби)                                                                          | $\bar{x} \pm SD$                                                              | n(зъби)                                                                       | $\bar{x} \pm SD$                                                              |                                                      |
| Фронтални зъби (1) | 1185                                                                             | 85 $\pm$ 5,14                                                                 | 105                                                                           | 83,54 $\pm$ 3,64                                                              | t <sub>a,b</sub> = 1,69<br>p <sub>a,b</sub> = 0,49   |
| Премолари (2)      | 1345                                                                             | 84,55 $\pm$ 4,95                                                              | 230                                                                           | 84,07 $\pm$ 3,05                                                              | t <sub>a,b</sub> = - 1,97<br>p <sub>a,b</sub> = 0,72 |
| Молари (3)         | 167                                                                              | 84,47 $\pm$ 3,3                                                               | 121                                                                           | 85,18 $\pm$ 3,33                                                              | t <sub>a,b</sub> = 1,75<br>p <sub>a,b</sub> = 0,81   |
| t-test             | t <sub>1,2</sub> = -3,10<br>t <sub>1,3</sub> = -1,86<br>t <sub>2,3</sub> = -0,27 | p <sub>1,2</sub> = 0,24<br>p <sub>1,3</sub> = 0,77<br>p <sub>2,3</sub> = 0,99 | t <sub>1,2</sub> = 1,33<br>t <sub>1,3</sub> = 3,63<br>t <sub>2,3</sub> = 2,93 | p <sub>1,2</sub> = 0,93<br>p <sub>1,3</sub> = 0,10<br>p <sub>2,3</sub> = 0,30 |                                                      |

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Средните стойности на сатурация на пулпата при различните групи зъби са сходни, като се движат в границите между 83 и 85% в двете челюсти. Не се установяват статистически значими разлики в сатурацията на пулпата както между отделните групи зъби, така и между отделните челюсти ( $p>0,05$ ).

- *Електроодонтодиагностика*

**Таблица № 4.** Изследване на електропроводимостта на пулпата чрез ЕОД при интактни постоянни зъби

| Показатели<br>Зъби | Горна челюст (а)                                    |                                                    | Долна челюст (b)                                   |                                                    | t-test                            |
|--------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|
|                    | n<br>(зъби)                                         | $\bar{x} \pm SD$                                   | n<br>(зъби)                                        | $\bar{x} \pm SD$                                   |                                   |
| Фронтални зъби (1) | 1185                                                | 4,19±2,15                                          | 105                                                | 5,68±2,19                                          | $t_{a,b}=0,01$<br>$p_{a,b}=0,99$  |
| Премолари (2)      | 1345                                                | 4,34±2,24                                          | 230                                                | 6,22±2,29                                          | $t_{a,b}=-2,14$<br>$p_{a,b}=0,65$ |
| Молари (3)         | 167                                                 | 5,73±2                                             | 121                                                | 6,27±2,34                                          | $t_{a,b}=0,01$<br>$p_{a,b}=0,99$  |
| t-test             | $t_{1,2}=3,60$<br>$t_{1,3}=0,01$<br>$t_{2,3}=-1,85$ | $p_{1,2}=0,11$<br>$p_{1,3}=0,99$<br>$p_{2,3}=0,77$ | $t_{1,2}=0,01$<br>$t_{1,3}=0,01$<br>$t_{2,3}=0,01$ | $p_{1,2}=0,99$<br>$p_{1,3}=0,99$<br>$p_{2,3}=0,99$ |                                   |

Средните стойности на електровъзбудимост на пулпата при различните групи зъби в горна и долна челюст са сходни. Те са в диапазона 4-6  $\mu A$ , което е в границите на установените норми от 2-12  $\mu A$ . Не се установяват статистически значими разлики в електропроводимостта на пулпата както между отделните групи зъби, така и между отделните челюсти ( $p>0,05$ ).

## 2.3. Изследване на интактни постоянни детски зъби с незавършено и завършено кореново развитие

- Пулсова оксиметрия

*Таблица № 5. Изследване на пулпната сатурация чрез пулсова оксиметрия при интактни постоянни детски зъби с различна степен на кореново развитие*

| Статистически показатели<br>Степен на кореново развитие | n<br>(зъби) | $\bar{x} \pm SD$ | t-test                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------|-------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Кореново развитие до 2/3 (1)                            | 14          | 84,92±3,31       | t <sub>1,2</sub> = 1,94   p <sub>1,2</sub> = 0,36<br>t <sub>1,3</sub> = 1,15   p <sub>1,3</sub> = 0,69<br>t <sub>2,3</sub> = -1,35   p <sub>2,3</sub> =0,60 |
| Изграден корен с неоформен апекс (2)                    | 39          | 86,46±4,42       |                                                                                                                                                             |
| Завършено кореново развитие (3)                         | 73          | 85,78±3,10       |                                                                                                                                                             |

Средните стойности на сатурация на пулпата при интактни постоянни детски зъби се движат в границите на 85-86% и са сходни с определените от нас при постоянни зъби със завършено кореново развитие в предходната подзадача. След формиране над 2/3 от кореновата дължина нивата на сатурация не се различават съществено при следващите етапи на кореново развитие на зъбите, като не се установяват статистически значими разлики между тях ( $p>0,05$ ).

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

- Електроодонтодиагностика

**Таблица № 6.** Изследване на електропроводимостта на пулпата при интактни постоянни детски зъби с различна степен на кореново развитие

| Статистически показатели<br>Степен на кореново развитие | n<br>(зъби) | $\bar{x} \pm SD$ | t-test                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------|-------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Кореново развитие до 2/3 (1)                            | 14          | 12,92±3,26       | t <sub>1,2</sub> = 0,33 p <sub>1,2</sub> = 0,96<br>t <sub>1,3</sub> = -9,58 p <sub>1,3</sub> <0,05<br>t <sub>2,3</sub> = -14,6 p <sub>2,3</sub> < 0,05 |
| Изграден корен с неоформен апекс (2)                    | 39          | 13,17±4,89       |                                                                                                                                                        |
| Завършено кореново развитие (3)                         | 73          | 6,16±2,33        |                                                                                                                                                        |

При зъбите със завършено кореново развитие, електропроводимостта е както при постоянни зъби - 6,16±2,33  $\mu A$ , което е в границите на нормата от 2-12  $\mu A$ . При зъбите с изграден апекс до 2/3 от корена и при изграден корен с неоформен апекс, се наблюдава повишаване на стойностите на електропроводимост (около 13  $\mu A$ ) като разликите със завършеното кореново развитие са статистически значими ( $p < 0,05$ ).

### 2.4. Изследване на невитални зъби

- Пулсова оксиметрия

**Таблица № 7.** Изследване на пулпната сатурация чрез пулсова оксиметрия при зъби, на които се провежда витална екстирпация

| Показатели<br>Изследване | Преди витална екстирпация (1)                                                                                                                                                                                                                                                                            |                  | След витална екстирпация (2) |                  | След обтурация (3) |                  | Контролна група (4) |                  |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------|------------------|--------------------|------------------|---------------------|------------------|
|                          | n                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $\bar{x} \pm SD$ | n                            | $\bar{x} \pm SD$ | n                  | $\bar{x} \pm SD$ | n                   | $\bar{x} \pm SD$ |
| ПО                       | 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 81,8 ± 15,5      | 40                           | 19,9 ± 38,5      | 40                 | 27,17 ± 4,29     | 2766                | 84,66 ± 4,72     |
| t-test                   | t <sub>1,2</sub> = -52,92 p <sub>1,2</sub> <0,05; t <sub>1,3</sub> = -62,50 p <sub>1,3</sub> <0,05; t <sub>1,4</sub> = -3,44 p <sub>1,4</sub> =0,07; t <sub>2,3</sub> = 1,55 p <sub>2,3</sub> =0,13; t <sub>2,4</sub> = -77,75 p <sub>2,4</sub> <0,05; t <sub>3,4</sub> = -91,20 p <sub>3,4</sub> <0,05; |                  |                              |                  |                    |                  |                     |                  |

Нивата на сатурация на пулпата преди витална екстирпация са сходни с контролната група ( $p > 0,05$ ) и много по-високи, със

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

статистическа значимост, от тези, измерени след витална екстирпация и след обтурация ( $p < 0,05$ ). Средните стойности на сатурация след витална екстирпация са много по-ниски, със статистическа значимост, в сравнение с измерените при контролната група ( $p < 0,05$ ). Ниските, но все пак положително стойности 20-27% вероятно са резултат от оптичните феномени в твърдите зъбни тъкани, а не са индикация за рестпулпит, което се доказва чрез ЕОД.

- Електроодонтодиагностика

**Таблица № 8.** Изследване на електропроводимостта на пулпата чрез ЕОД при зъби, на които се провежда витална екстирпация.

| Показатели<br>Изследване | Преди витална екстирпация (1)                                                                                                                                                                                                                                                                |                  | След витална екстирпация (2) |                  | След обтурация (3) |                  | Контролна група (4) |                  |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------|------------------|--------------------|------------------|---------------------|------------------|
|                          | n                                                                                                                                                                                                                                                                                            | $\bar{x} \pm SD$ | n                            | $\bar{x} \pm SD$ | n                  | $\bar{x} \pm SD$ | n                   | $\bar{x} \pm SD$ |
| ЕОД                      | 40                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 42,45 ± 39,26    | 40                           | 200 ± 0          | 40                 | 200 ± 0          | 2766                | 4,65 ± 2,31      |
| t-test                   | t <sub>1,2</sub> =195,34 p <sub>1,2</sub> <0,05; t <sub>1,3</sub> =195,34 p <sub>1,3</sub> <0,05; t <sub>1,4</sub> =65,79 p <sub>1,4</sub> <0,05; t <sub>2,3</sub> = 0 p <sub>2,3</sub> =1; t <sub>2,4</sub> =340,06 p <sub>2,4</sub> <0,05; t <sub>3,4</sub> =340,06 p <sub>3,4</sub> <0,05 |                  |                              |                  |                    |                  |                     |                  |

Нивата на електровъзбудимост на пулпата преди витална екстирпация са достоверно по-високи от тези при контролната група от интактни зъби поради пулпната патология ( $p < 0,05$ ).

Изследванията след витална екстирпация и след обтурация на зъба са направени, за да се изключи наличието на рестпулпит.

## 3. Резултати по задача № 3

## 3.1. Пулсова оксиметрия и ЕОД при пулпното възпаление

- Пулсова оксиметрия

**Таблица № 9.** Изследване на пулпната сатурация чрез пулсова оксиметрия при пулпно възпаление

| Диагноза \ Статистически показатели |                                | п<br>(зъби)                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $\bar{x} \pm SD$ |
|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Асимптоматични пулпити (1)          |                                | 79                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 90,78 $\pm$ 4,05 |
| Симптоматични пулпити               | Начален стадий (хиперемия) (2) | 54                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 94,78 $\pm$ 2,84 |
|                                     | Напреднал стадий (3)           | 68                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 90,49 $\pm$ 6,40 |
| Контрола (4)                        |                                | 2766                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 84,66 $\pm$ 4,72 |
| t-test                              |                                | t <sub>1,2</sub> =6,21 p <sub>1,2</sub> <0,05; t <sub>2,3</sub> =4,46 p <sub>2,3</sub> <0,05;<br>t <sub>1,3</sub> =0,32 p <sub>1,3</sub> =0,75; t <sub>2,4</sub> =11,23 p <sub>2,4</sub> <0,05;<br>t <sub>1,4</sub> =8,42 p <sub>1,4</sub> <0,05; t <sub>3,4</sub> =8,10 p <sub>3,4</sub> <0,05; |                  |

Най-високи стойности на сатурация, се наблюдават при случаите с начален стадий на симптоматичен пулпит (хиперемия) - 94,78 $\pm$ 2,84%. Те са близки до максималните. Тези стойности се различават както от контролната група така и от останалите зъби с пулпити ( p<0,05). Тези резултати говорят за наличие на силно повишен кръвоток в пулпата, което може да се приеме като индикация за активна реакция на пулпата с предполагаема възможност за обратимост на възпалителния процес.

При другите две групи изследвани зъби – с асимптоматични и с необратими симптоматични пулпити в напреднал стадий, стойностите на пулпна сатурация са приблизително еднакви и по-ниски от тези при зъбите с хиперемия, но същевременно достоверно по-високи от контролната група (p<0,05). Между тях не се установява статистически значима разлика (p>0,05). И в двата случая кръвообращението е повлияно от патологичния процес. Повишените стойности говорят в единия случай за активност на имунните процеси в мястото на възпалението, а в другия случай – за частично увреждане на кръвоносните съдове.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

- Електроодонтодиагностика при пулпити

**Таблица № 10.** Изследване на електропроводимостта на пулпата чрез ЕОД при пулно възпаление

| Статистически показатели   |                                | п                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | $\bar{x} \pm SD$ |
|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Диагноза                   |                                | (зъби)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |
| Асимптоматични пулпити (1) |                                | 79                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 24,26±5,95       |
| Симптоматични пулпити      | Начален стадий (хиперемия) (2) | 54                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2±0              |
|                            | Напреднал стадий (3)           | 68                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 50,19±13,62      |
| Контрола (4)               |                                | 2766                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4,65±2,31        |
| t-test                     |                                | t <sub>1,2</sub> = -27,50 p <sub>1,2</sub> <0,05; t <sub>1,3</sub> = -14,22 p <sub>1,3</sub> <0,05; t <sub>1,4</sub> = 68,01 p <sub>1,4</sub> <0,05; t <sub>2,3</sub> = -23,74 p <sub>2,3</sub> <0,05; t <sub>2,4</sub> = -8,22 p <sub>2,4</sub> <0,05; t <sub>3,4</sub> = 8,10 p <sub>3,4</sub> <0,05; |                  |

При случаи с хиперемия се наблюдава понижен праг на чувствителност и стойности на ЕОД от 2±0  $\mu$ A. Те са по-ниски от стойностите, получени при контролната група (p<0,05). Това се обяснява с повишената активност на нервната проводимост на пулпата в ранните етапи на възпалителната реакция, което е доказателство за обратимостта на процесите.

При останалите симптоматични пулпити, които се приемат за необратими, електропроводимостта е повишена и е в границите на 50,19±13,62  $\mu$ A и е достоверно по-различна от нормата, установена при интактни зъби. При асимптоматичните пулпити, стойностите на електропроводимост на пулпата са два пъти по-ниски от тези при симптоматични необратими пулпити (p<0,05), но същевременно достоверно по-високи от нормата.

## 4. Резултати от задача № 4

### 4.1. Изследване на зъби с травми в динамика

- Пулсова оксиметрия в динамика при зъби с травми

**Таблица № 11.** Изследване чрез пулсова оксиметрия на сатурацията на травмирани зъби по периоди

| Статистически<br>показатели<br>Период на изследване | п<br>(зъби)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $\bar{x} \pm SD$ |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1-ви ден (1)                                        | 120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 90,43 $\pm$ 9,27 |
| 15-ти ден (2)                                       | 120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 86,95 $\pm$ 5,51 |
| 30-ти ден (3)                                       | 120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 83,44 $\pm$ 5,32 |
| 3-ти месец (4)                                      | 120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 83,20 $\pm$ 5,67 |
| 6-ти месец (5)                                      | 120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 82,97 $\pm$ 4,93 |
| t-test                                              | $t_{1,2} = -5,66$ $p_{1,2} < 0,05$ ; $t_{1,3} = -10,99$ $p_{1,3} < 0,05$ ; $t_{1,4} = -11,51$ $p_{1,4} < 0,05$ ; $t_{1,5} = -11,88$ $p_{1,5} < 0,05$ ; $t_{2,3} = -5,33$ $p_{2,3} < 0,05$ ;<br>$t_{2,4} = -5,84$ $p_{2,4} < 0,05$ ; $t_{2,5} = -6,2$ $p_{2,5} < 0,05$ ; $t_{3,4} = -0,49$ $p_{3,4} = 0,99$ ; $t_{3,5} = 0,86$ $p_{3,5} = 0,97$ ; $t_{4,5} = 0,37$ $p_{4,5} = 0,99$ ; |                  |

Нивата на сатурация непосредствено след травмата са много високи като достигат до 90,43%. С времето се наблюдава тенденция за намаляване на сатурацията, като до 6-ти месец тя достига 82,97%, което е в границите на установената от нас норма. Разликите между получените нива на сатурация са статистически значими до 30-тия ден от травмата ( $p < 0,05$ ).

- Електроодонтодиагностика в динамика при зъби с травми

**Таблица № 12.** Изследване чрез ЕОД на електропроводимостта на травмирани зъби по периоди

| Статистически<br>показатели<br>Период на изследване | п<br>(зъби)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $\bar{x} \pm SD$  |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1-ви ден (1)                                        | 120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 53,57 $\pm$ 65,40 |
| 15-ти ден (2)                                       | 120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 32,54 $\pm$ 46,85 |
| 30-ти ден (3)                                       | 120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 22,88 $\pm$ 42,87 |
| 3-ти месец (4)                                      | 120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 14,09 $\pm$ 23,88 |
| 6-ти месец (5)                                      | 120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 8,80 $\pm$ 11,27  |
| t-test                                              | $t_{1,2} = 4,57$ $p_{1,2} < 0,05$ ; $t_{1,3} = 6,47$ $p_{1,3} < 0,05$ ; $t_{1,4} = 7,25$ $p_{1,4} < 0,05$ ; $t_{1,5} = 7,40$ $p_{1,5} < 0,05$ ; $t_{2,3} = 3,85$ $p_{2,3} < 0,05$ ; $t_{2,4} = 5,25$ $p_{2,4} < 0,05$ ; $t_{2,5} = 5,60$ $p_{2,5} < 0,05$ ; $t_{3,4} = 3,25$ $p_{3,4} < 0,05$ ;<br>$t_{3,5} = 3,84$ $p_{3,5} < 0,05$ ; $t_{4,5} = 2,81$ $p_{4,5} < 0,05$ ; |                   |

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

От резултатите става ясно, че най-високи са стойностите на ЕОД непосредствено след травмата - 53,57  $\mu$ A. Получените средни стойности за всички периоди на изследването до 3-ти месец включително, са по-високи от установените норми. Те се различават статистически както помежду си така и с измерените стойности на 6-ти месец, които са средно 8,8  $\mu$ A. Наблюдава се тенденция електропроводимостта на пулпата да се нормализира бавно чак към 6-тия месец, когато инервацията реагира в границите на установените норми.

Като сравняваме реакцията на кръвообращението и на инервацията на травмираните зъби бихме могли да направим заключение, че кръвообращението се възстановява по-бързо в рамките на един месец, докато нервната проводимост се възстановява чак на 6 –тия месец от травмата.

**Таблица № 13.** *Разпределение на средни стойности на сатурация според степента на кореново развитие на 1-ви ден от изследването сравнени с интактни зъби*

| Метод на изследване<br><br>Стадий на кореново развитие | ПО при травми<br>1-ви ден (a)                             |                                                          | ПО при контрола (b)                                       |                                                          | t-test                                |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                                                        | n                                                         | $\bar{x} \pm SD$                                         | n                                                         | $\bar{x} \pm SD$                                         |                                       |
| Кореново развитие до 2/3 (1)                           | 8                                                         | 93,25 $\pm$ 4,59                                         | 14                                                        | 84,92 $\pm$ 3,31                                         | $t_{a,b} = -4,92$<br>$p_{a,b} < 0,05$ |
| Изграден корен с неоформен апекс (2)                   | 12                                                        | 89,55 $\pm$ 7,39                                         | 39                                                        | 86,46 $\pm$ 4,42                                         | $t_{a,b} = -2,84$<br>$p_{a,b} < 0,05$ |
| Завършено кореново развитие (3)                        | 100                                                       | 90,01 $\pm$ 9,93                                         | 73                                                        | 85,78 $\pm$ 3,10                                         | $t_{a,b} = -3,81$<br>$p_{a,b} < 0,05$ |
| t-test                                                 | $t_{1,2} = 1,29$<br>$t_{1,3} = 0,84$<br>$t_{2,3} = -0,25$ | $p_{1,2} = 0,21$<br>$p_{1,3} = 0,40$<br>$p_{2,3} = 0,80$ | $t_{1,2} = 1,94$<br>$t_{1,3} = 1,15$<br>$t_{2,3} = -1,35$ | $p_{1,2} = 0,36$<br>$p_{1,3} = 0,69$<br>$p_{2,3} = 0,60$ |                                       |

Както при здравите контроли, така и при зъбите с травма, при развитие от 2/3 до завършено кореново развитие, стойностите на сатурацията са близки и кореновото развитие в последните етапи не влияе върху диагностичната стойност на ПО за оценка на сатурацията ( $p > 0,05$ ). Същевременно и при трите групи

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

изследвани зъби с травми, стойностите на пулпна сатурация са достоверно по-високи от тези на съответната контролна група ( $p < 0,05$ ), което е доказателство за нарушение в кръвообращението на зъбната пулпа при травми.

**Таблица № 14.** *Разпределение на средни стойности на електропроводимост според степента на кореново развитие на 1-ви ден от изследването сравнени с интактни зъби*

| Метод на изследване<br><br>Стадий на кореново развитие | ЕОД при травми<br>1-ви ден (a)                                                                              |                  | ЕОД при контрола (b)                                                                                           |                  | t-test                                |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------|
|                                                        | n                                                                                                           | $\bar{x} \pm SD$ | n                                                                                                              | $\bar{x} \pm SD$ |                                       |
| Кореново развитие до 2/3 (1)                           | 8                                                                                                           | 84,00±91,31      | 14                                                                                                             | 12,92±3,26       | $t_{a,b} = -2,96$<br>$p_{a,b} < 0,05$ |
| Изграден корен с неоформен апекс (2)                   | 12                                                                                                          | 71,45±84,17      | 39                                                                                                             | 13,17±4,89       | $t_{a,b} = -4,96$<br>$p_{a,b} < 0,05$ |
| Завършено кореново развитие (3)                        | 100                                                                                                         | 48,88±60,18      | 73                                                                                                             | 6,16±2,33        | $t_{a,b} = -6,28$<br>$p_{a,b} < 0,05$ |
| t-test                                                 | $t_{1,2} = 0,05$ $p_{1,2} = 0,96$<br>$t_{1,3} = 1,17$ $p_{1,3} = 0,24$<br>$t_{2,3} = 1,31$ $p_{2,3} = 0,19$ |                  | $t_{1,2} = 0,33$ $p_{1,2} = 0,96$<br>$t_{1,3} = -9,58$ $p_{1,3} < 0,05$<br>$t_{2,3} = -14,60$ $p_{2,3} < 0,05$ |                  |                                       |

При трите групи изследвани зъби, според кореновото развитие, стойностите на електропроводимост на пулпата са достоверно по-високи от тези на съответната контролна група. При зъби с травма и кореново развитие до 2/3 и при изграден неоформен апекс, ЕОД показва повишени стойности, които достигат до 84  $\mu A$ , в сравнение със завършено кореново развитие (48  $\mu A$ ).

## 4.2. Изследване на витални зъби преди и след изпиляване за обвивни корони

*Таблица № 15. Изследване на пулпната сатурация и електропроводимостта преди и след изпиляване на зъби за обвивни корони*

| Изследване \ Статистически показатели |                  | п<br>(зъби) | $\bar{x} \pm SD$ | t-test               |
|---------------------------------------|------------------|-------------|------------------|----------------------|
| Пулсова оксиметрия                    | Преди изпиляване | 64          | 82,33±4,12       | t= -15,18<br>p< 0,05 |
|                                       | След изпиляване  | 64          | 92,78±3,43       |                      |
| ЕОД                                   | Преди изпиляване | 64          | 6,02±2,69        | t= 1,12<br>p= 0,15   |
|                                       | След изпиляване  | 64          | 3,61±1,18        |                      |

Сатурацията на пулпата след изпиляване на зъбите за обвивни корони (92,78±3,43) е значително по-висока от тази преди изпиляването, като се наблюдава статистическа достоверност между двете групи ( $p>0,05$ ). По отношение на нивото на електровъзбудимост на пулпата, което се запазва в границите на нормалното преди и след изпиляване на зъбите, не се наблюдават значими разлики ( $p>0,05$ ).

# VII. ЗАКЛЮЧЕНИЯ

## 1. Заключение по задача № 1

Затихване на светлинния сигнал през екстрахирани зъби е по-голямо от измереното при директно осветяване на фотодетектора от диодите на пулсов оксиметър заради оптичните феномени в твърдите зъбни тъкани: коефициент на поглъщане, ефекти на разсейване – отражение, пречупване и дисперсия на светлината.

Пулсовият оксиметър има свойството да компенсира затихването на оптичния сигнал в зависимост от степента на отслабване на сигнала към приемника и може да бъде използван за изследване на зъбната пулпа.

За пръв път са създадени накрайници на пулсов оксиметър, които са специфични за различните групи зъби. Те осигуряват пасивна адаптация, паралелност между диодите и фотодетектора по време на изследване и имат дизайн, водещ до ограничаване на контакта на светлината с меките тъкани.

Създадена е специална пластина по предната повърхност на диодите и фотодетектора на накрайниците, която ограничава контакта на светлинния поток, както с останалите орални структури (предимно гингивата) така и с други светлинни източници. Това гарантира по-точни резултати.

Създадени са мерки за предпазване от предаване на кръстосани инфекции. Най-оптималното решение за предпазване на здравето на пациента е разработването на специализирани калъфи от целофан за еднократна употреба, в които да бъдат поставяни накрайниците на пулсовия оксиметър при интраорално изследване.

## 2. Заключение по задача № 2

Чрез създадените от нас накрайници на пулсов оксиметър за дентални изследвания бяха измерени нивата на пулпна сатурация, без компрометиране на резултатите от взаимодействие на светлината с гингивалните тъкани.

Стойности на сатурация на пулпата при различните групи интактни зъби със завършено кореново развитие са сходни и се движат в границите между 83% и 85%, което е по-малко от общата сатурация на човек (97-99%). Нашите резултати за

сатурация на зъбната пулпа потвърждават изследванията на по-голямата част от авторите, работили по проблема.

За пръв път в България е създаден стандарт за средно ниво на сатурация на зъбната пулпа при различните групи интактни зъби. Установихме, че тя е най-ниска при фронтални зъби в долна челюст –  $83,54 \pm 3,64$  % и най-висока при молари в долна челюст –  $85,18 \pm 3,33$ %. Сравнително изследване проведено от нас чрез електроодонтодиагностика, която се приема за златен стандарт при оценката на пулпното състояние, показва, че електропроводимостта на пулпата при интактни постоянни зъби със завършено кореново развитие е между  $4,19 \pm 2,15$   $\mu$ A и  $6,27 \pm 2,34$   $\mu$ A.

Сатурация на пулпата при постоянни детски зъби с кореново развитие над 2/3-ти е близка до тези при интактни зъби на възрастни пациенти – около 85-86%. За сравнение, средните стойности на електропроводимост при зъби с кореново развитие 2/3 и такива с изграден корен и неоформен апекс са малко по-високи от установените норми при постоянни зъби и са съответно  $12,92 \pm 3,26$   $\mu$ A и  $13,17 \pm 4,89$   $\mu$ A. При постоянни детски зъби със завършено кореново развитие електровъзбудимостта е средно  $6,16 \pm 2,33$   $\mu$ A, което е в границите на установените норми.

Средните стойности на сатурация на зъбната пулпа след витална екстирпация и след obturation на зъба са съответно  $19,9 \pm 38,5$  % и  $27,17 \pm 4,29$  % и са достоверно много по-ниски спрямо тези преди лечение и спрямо контролната група от интактни зъби. Тези стойности са по-високи от очакваните нулеви стойности при липса на кръвообращение в пулпната камера след виталната екстирпация. Това обаче не се дължи на недобре екстирпирана пулпа, което е потвърдено чрез паралелно изследване с електроодонтодиагностика. Причините са свързани оптичните феномени в твърдите зъбни тъкани и други взаимодействия, които са обект на допълнителни детайлни проучвания.

### **3. Заключение по задача № 3**

И при трите вида изследвани от нас пулпити, нивата на пулпна сатурация се различават достоверно спрямо установените стандарти при интактни зъби (83-85%). Тези повишени стойности спрямо нормата са израз на протичащия възпалителен

процес в пулпната тъкан. Сатурацията на зъбната пулпа при пулпити е най-висока при началния стадий на симптоматичен пулпит –  $94,78 \pm 2,84\%$  като се наблюдава достоверна разлика в сравнение с останалите симптоматични и асимптоматични пулпити, при които сатурацията е средно около  $90,78 \pm 4,05\%$  (асимптоматичен пулпит) и  $90,49 \pm 6,40\%$  (напреднал симптоматичен пулпит).

За сравнение електровъзбудимостта при асимптоматичните пулпити е под  $35 \mu A$  – средно  $24,26 \pm 5,95 \mu A$ , което се приема за показател на обратимо възпаление на пулпата. При напредналите фази на симптоматични пулпити електровъзбудимостта е средно  $50,19 \pm 13,62 \mu A$  (необратимо възпаление). По отношение на началния симптоматичен пулпит (пулпната хиперемия) се установи, че всички случаи реагират с подпрагови стойности - до  $2 \pm 0 \mu A$ , което говори за евентуална парадоксална реакция, характерна за началните обратими фази на възпалителния процес.

#### **4. Заключение по задача № 4**

Непосредствено след травмата, пулпната сатурация е по-висока от нормално установените норми и достига до  $90,43\%$ . При проследяване в динамика чрез пулсова оксиметрия на травмираните зъби се наблюдава тенденция за плавно намаляване на стойностите с времето, като още на 30-ти ден сатурацията достига  $83,44 \pm 5,32\%$ , а до края на 6-ти месец се понижава още малко до  $82,97 \pm 4,93\%$ , което е в границите на установената от нас норма. За сравнение, при проследяване в динамика чрез ЕОД на травмираните зъби се наблюдава тенденция с времето за бавно понижаване на стойностите, които остават по-високи от нормалните до края на изследвания период - 6-тия месец, когато е измерен праг на дразнимост в границите на нормата - средно  $8,80 \pm 11,27 \mu A$ .

Като сравняваме реакцията на кръвообращението и на инервацията на травмираните зъби в динамика бихме могли да направим заключение, че кръвообращението се възстановява по-бързо в рамките на един месец, докато нервната проводимост се възстановява чак на 6 –тия месец от травмата.

Степента на кореново развитие от момента, когато коренът е оформен на 2/3-ти не влияе върху резултатите от изследване на сатурацията и електровъзбудимостта на пулпата. Отклоненията

## ЗАКЛЮЧЕНИЯ

---

от нормата могат да се приемат за резултат единствено от наличието на патологичен процес следствие на травмата.

След изпиляване на зъбите за обвивни корони, се установява увеличаване на пулпната сатурация над нормата – средно  $92,78 \pm 3,43\%$ , а електровъзбудимостта на пулпата остава нормална преди и след препарацията.

### VIII. ИЗВОДИ

1. Създадените от нас накрайници на пулсов оксиметър за приложение върху фронтални зъби, премолари и молари, позволяват пасивно, стабилно прикрепване към зъбната повърхност, осигуряват изолация от околните тъкани и паралелност между диодите и фотодетектора, което дава възможност за прецизно изследване на пулпното кръвообращение.
2. Средните стойности на сатурация на зъбната пулпа при интактни зъби със завършено кореново развитие са в границите между 83% и 85% и не се влияят от кореновото развитие, когато то е завършено поне до 2/3 от дължината на корена.
3. Пулсовата оксиметрия може да се използва при диагностика на пулпитите като допълнителен параклиничен метод. При тях сатурацията е над 90%, като при началния стадий на симптоматичен пулпит (пулпна хиперемия), високите стойности на пулпна сатурация – до 94 % са доказателство за обратимост на процеса.
4. При зъбните травми чрез пулсова оксиметрия може още на първия месец да се предвиди до голяма степен хода на възстановителния процес, което с електроодонтодиагностиката се регистрира на много по-късен етап.
5. Изпиляването на зъби за обвивни корони води до повишаване на стойностите на пулпна сатурация, което е свързано с увеличаване на пулпния кръвоток и отпадане на оптичните феномени от емайловия слой.

### IX. ПРИНОСИ

#### Оригинални

##### Научно-теоретични:

1. Изследвани са нивата на сатурация при възпалителни заболявания на зъбната пулпа и е проучена връзката на промените в пулпното кръвообращение и инервация.
2. Високите нива на сатурация при началните симптоматични пулпити, доказателство за активност на пулпното кръвообращение, са показател за вероятна обратимост на възпалителния процес.
3. За първи път се доказва, че понижените нива на пулпна сатурация в хода на посттравматичния период, могат да са индикатор за предстоящи късни усложнения (пулпна некроза).

##### Научно-практически:

1. За първи път са създадени накрайници на пулсов оксиметър за дентална употреба, които са специфични за различните зъбни групи и осигуряват изолация от околните тъкани.
2. За първи път е създаден стандарт за ниво на сатурация на зъбната пулпа за цялото съзъбие – при интактни фронтални зъби, премолари и молари.
3. За пръв път е изследвана ефективността на пулсовата оксиметрия при разграничаване на невитални зъби в хода на ендодонтско лечение чрез витална екстирпация.

#### Потвърдителни

1. Установени са промените в пулпното кръвообращение при изпиляване на зъби с протетична цел чрез изследване нивата на пулпна сатурация.

## Х. НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ И УЧАСТИЯ В КОНГРЕСИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

### Научни статии:

1. **Kosturkov, D.,** Uzunov, Ts, Uzunova, P. Pulse oximetry as a diagnostic tool in dental medicine. Proc. SPIE 10226, 19th International Conference and School on Quantum Electronics: Laser Physics and Applications, 2017; 102261C: 1-5.
2. **Костурков, Д.,** Узунов, Ц. Приложение на пулсовата оксиметрия в денталната медицина за пулпна диагностика – литературен обзор. Проблеми на денталната медицина, 2017; 43 (1): 51-59.
3. **Костурков, Д.,** Узунов, Ц. Приложение на модифицирани накрайници на пулсов оксиметър за диагностика на състоянието на зъбната пулпа. Проблеми на денталната медицина, 2017; 43 (2): 55-60.

### Участия в научни конгреси:

1. **Костурков, Д.,** Ц. Узунов. Промени в пулпната микроциркулация при травми и фрактури на зъбите. 16-ти научен конгрес на БЗС, 9-11 юни 2016г., Бургас, България, стр. 63.
2. **Костурков, Д.,** Узунов, Ц., Узунова, П. Влияние на гингивалните тъкани върху измереното ниво на сатурация на кръвта в пулпата. Национален форум по Физика „Физиката – вечно млада наука“, 27-29 Октомври 2017г., Варна.
3. **Kosturkov, D.,** Uzunov, Ts. Six months follow-up with pulse oximetry and electric pulp test of teeth with trauma. 20-th International conference and school of quantum electronics “Laser physics and applications”, 17-21 September 2018, Nessebar, Bulgaria, p. 6.

### **Участия в научни проекти:**

Проект “Млад изследовател” на тема: **„Въвеждане на пулсовата оксиметрия в денталната медицина за диагностика на зъбната пулпа“**, № 8410/08.12.2016г., Договор № Д-148/2017 г.

Изпълнител: Д-р Димитър Костурков;

Научен ръководител на докторанта: Проф. Ц. Узунов, дм.

Сума: 5267, 84 лв.