



**МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ
„Проф. д-р Параскев Стоянов“
Факултет по дентална медицина**

**Катедра по консервативно зъболечение
и орална патология**

д-р Силвия Евтимова Станкова

**ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА НЯКОИ ФАКТОРИ
ВЪРХУ ИЗБЕЛВАНЕТО НА ЗЪБИ**

АВТОРЕФЕРАТ

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

НАУЧНА СПЕЦИАЛНОСТ

„Терапевтична стоматология“

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ

Проф. д-р Владимир Панов, д.м.н.

Варна, 2024

Дисертационният труд е одобрен и насочен за защита на заседание на Катедра „ Консервативно зъболечение и орална патология“ при Факултет по Дентална медицина на Медицински университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна.

Дисертационният труд съдържа 19 стандартни страници и е онагледен с 30 таблици, 94 фигури и 4 приложения. Библиографията се състои от 424 източника, от които 23 на кирилица и 401 на латиница.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои 30.09.2024г. от часа вна ФДМ, МУ – Варна, пред научно жури в състав:

Председател: Доц. д-р Цветелина Илиянова Борисова – Папанчева, д.м. – вътрешен член

Членове:

Проф. д-р Емилия Гошова Карова, д.м. - външен член

Доц. д-р Жанет Кирилова Николова, д.м. - външен член

Доц. д-р Мария Стоянова Денчева, д.м.н. – външен член

Доц. д-р Мая Димитрова Дойчинова, д.м. – вътрешен член

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

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

СЪДЪРЖАНИЕ

СЪКРАЩЕНИЯ	4
ВЪВЕДЕНИЕ	5
ЦЕЛ	6
ЗАДАЧИ	6
МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ	8
Материали и методи по задача 1:	8
Материали и методи по задача 2:	9
Материали и методи по задача 3	12
Материали и методи по задача 4	16
РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИИ	18
Резултати и дискусия по задача 1:	18
Резултати и дискусия по задача 2:	23
Резултати и дискусия по задача 3	31
Резултати и дискусия по задача 4	44
ИЗВОДИ	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
САМООЦЕНКА НА ПРИНОСИТЕ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	62
ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД:	64

СЪКРАЩЕНИЯ

ЗСЧ - зъбна свръхчувствителност
ИВЗ - избелване на витални зъби
ИВЗД - домашно избелване на витални зъби
ИВЗК - избелване на витални зъби в кабинета
ИП - избелващи продукти
ЛДМ - лекари по дентална медицина
ТЗТ - твърди зъбни тъкани
СВЛ - каталаза от телешки черен дроб
СР - карбамид пероксид
FS ($\text{Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) - железен сулфат хептахидрат
НР – водороден пероксид
НРР - хрянова пероксидаза
LED - light-emitting diode (излъчващ светлина диод)
ОВ - Opalescence Boost 40%, Ultradent
ОН - Орално здраве
OHRQoL - „Орално здраве и качество на живот“
РО - Pola Office Bleaching Kit 35%, SDI
VBG - VITA Bleachedguide 3D-Master
VES - VITA Easyshade

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременната дентална медицина се асоциира не само с лечебните процедури за осигуряване на пълно дентално здраве, но и с възстановяване или подобряване на естетиката на лицевата област. Избелването на зъбите е най-често извършваната и търсена естетична процедура в много дентални кабинети.

Избелването на зъбите е най-простият, най-евтин и неинвазивен метод за отстраняване на зъбни оцветявания и изсветляване на цвета на витални и девитализирани зъби, много успешен при правилно подбрани пациенти и подходящи средства и протокол на работа. Чрез избелването на зъбите се подобряват усмивката, външния вид и качеството на живот на пациента.

Избелващият ефект най-често се постига с химични продукти на основата на пероксид като при разпада му се генерират свободни радикали, които разграждат органичната структура на пигментните молекули в дентина и цвета му изсветлява.

Прилагането на високо концентрирани избелващи агенти в кабинета е обект на дългогодишни научни проучвания не само по отношение на избелващия ефект, но и по отношение на потенциални странични ефекти спрямо твърдите зъбни тъкани (ТЗТ), зъбната пулпа и меките тъкани като се търси връзка с вида и концентрацията на избелващите средства, тяхното рН, честота и продължителност на приложение, прилагане на допълнителни средства за активиране на избелващия агент. Обект на научни проучвания са и различни физични и химични фактори, които имат потенциал да повишат ефективността на избелващите средства за професионално избелване и едновременно с това да намалят риска от неблагоприятни странични ефекти при приложението им.

ЦЕЛ

Да се проучи опита на лекари по дентална медицина и пациенти относно методите за избелване на зъби и да се изследва влиянието на някои физични и химични фактори върху механизма на избелване и ефектите от прилагането на избелващи продукти върху зъби.

ЗАДАЧИ

1. Проучване на нагласите и опита на лекари по дентална медицина (ЛДМ) и пациенти относно методите за избелване на зъби.

1.1 Проучване на мнението и опита на ЛДМ относно методите за избелване на зъби (анкетен метод).

1.2 Проучване на познанията, нагласите и опита на пациентите относно избелването на зъби (анкетен метод).

2. Изследване на влиянието на някои физични активатори (LED светлина, електрически ток) върху на скоростта на разпадане на НР в продукти за избелване на зъби.

2.1. Да се изследва чрез химичен метод влиянието на два физични фактора – синя светлина (LED, 450 nm) и електрически ток (2mA) върху концентрацията и скоростта на разлагане на НР, включен в два продукта за избелване на зъби.

2.2. Да се сравни чрез UV-VIS спектроскопията влиянието на синята светлина (LED, 450 nm) и електрическия ток (2mA) върху избелващия ефект на НР, включен в продукт за избелване на зъби върху екстракт от черен чай.

3. Изследване на потенциала на метални соли и ензими да активират продукти за избелване на зъби с различна концентрация на НР.

3.1. Да се сравни потенциала за постигане на избелващ ефект на избелващи продукти с различни концентрации на НР с/без химично активиране *in vitro*.

3.2. Да се сравнят възможностите за оценка на избелващия ефект на методите за определяне на цвета на зъбите чрез стандартна разцветка и чрез спектрофотометър.

4. Измерване на параметри на повърхностната микрограпавост на емайла на зъби, подложени на *in vitro* избелване по задача 3 с избелващи продукти с различни концентрации на НР с/без химично активиране.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Материали и методи по задача 1:

Материали и методи по задача 1.1:

Обект на проучване: общо 150 ЛДМ (125 участници – на хартиен носител и 25 – чрез онлайн форма на анкетата) за периода април 2022 – април 2023.

Критерии за подбор на участниците:

Критерии за включване в проучването: ЛДМ, запознати със същността, целта и доброволния характер на проучването; клинично здрави лица на възраст 25-64 г., след подписване на информирано съгласие (за анкети на хартиен носител) или маркиране на бутон за съгласие в онлайн анкети

Критерии за изключване от проучването: ЛДМ, не дали информирано съгласие за участие в проучването.

Материали и методи по задача 1.2:

Обект на проучване: 122 пациенти, част от пациентите, преминали през клиничните зали на катедра „Консервативно зъболечение и орална патология“ на ФДМ, МУ-Варна за периода април 2022 – април 2023.

Критерии за подбор на участниците:

Критерии за включване в проучването: амбулаторни пациенти, клинично здрави лица, мъже и жени на възраст 18-64г., включили в анкетата доброволно и след подписване на „Декларация за информирано съгласие“ при предоставена писмена информация за целите и методите на изследването.

Критерии за изключване от проучването: лица, не подписали декларация за информирано съгласие; лица извън

възрастовата група 18 - 64г.; лица с психични заболявания; лица с декомпенсирани системни заболявания.

Методология по задача 1:

1. Анкетен метод
2. Статистически методи от дескриптивната статистика (честотни разпределения, относителни дялове и оценка на хипотези) посредством софтуерните продукти MS Excel 2019 и SPSS 20.0:
3. Графични методи (таблици и диаграми)

Материали и методи по задача 2:

Материали и методи по задача 2.1:

Материали:

1. Opalescence Boost 40% (Ultradent) (ОВ) (Фигура 1): продукт за избелване на зъби в кабинета, съдържащ НР и фотосенсибилизатор, специфичен за абсорбция на синя светлина:
2. рН – индикаторна лента (Фигура 2)



Фигура 1



Фигура 2

Уреди:

1. Източник на синя светлина: фотополимеризираща LED лампа (Masterdent, 450 nm, 750 mW/cm²) (Фигура 3)
2. Източник на електрически ток: Ionophorator, 2 mA (Фигура 4)

Методология: йодометрично определяне на действителната концентрация на НР в избелващия агент чрез тритурация (титруване) на натриев тиосулфат (*Matis B, 2013*), съгласно препоръка на Американската фармакопея и по ISO-Standards (*ISO 28399:2021*).

Алгоритъм на изследването:

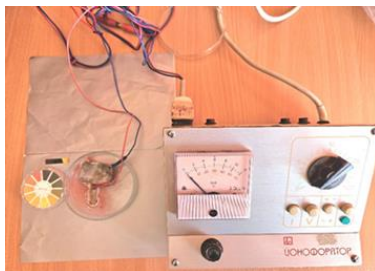
Група А: неактивиран продукт за избелване на зъби: ОВ (Фигура 1)

Група В: ОВ, активиран от LED (Фигура 3)

Група С: ОВ, активиран от електрически ток (Ionophorator) като и двата електрода са потопени в пробата (Фигура 4).



Фигура 3



Фигура 4

Материали и методи по задача 2.2:

Материали:

1. Продукт за избелване на зъби: ОВ (Фигура 1)
2. Разреден течен екстракт от черен чай /*Camellia sinensis*/, приготвен непосредствено преди изследването и охладен до 25°C (Фигура 5)

Уреди:

1. Източник на синя светлина: LED лампа от задача 2.2
2. Boeco UV/VIS Spectrophotometer модел S-26 (Фигура 6)



Фигура 5



Фигура 6

Методология: При прилагане на метода за UV-VIS спектроскопията за сравняване на избелващия ефект на НР върху екстракт от черен чай се отчита промяната на абсорбцията на светлина и оптичната плътност на анализираниите проби.

Алгоритъм на изследването:

Сформирани са пет групи от по 10 проби:

Група А: контролна група проби с филтриран екстракт от черен чай без продукт за избелване на зъби

Група В: 10 проби с филтриран екстракт от черен чай и неактивиран продукт за избелване на зъби ОВ

Група С: 10 проби от филтриран екстракт от черен чай и продукт за избелване на зъби ОВ, активиран от LED.

Група D: 10 проби от филтриран екстракт от черен чай и продукт за избелване на зъби ОВ, активиран от електрически ток (Ionophorator)

Група Е: За валидиране на аналитичния метод е измерена абсорбцията на светлина от течен екстракт от черен чай, смесен с НР (30%, 25%, 20%, 15%) в същите обемни съотношения.

Оптичната плътност във всички опитни проби е измервана чрез Boeco UV-VIS Spectrophotometer S-26 на интервали от 1 минута за период от 0 до 10 минути.

Материали и методи по задача 3

1. Екстрахирани зъби: 43 екстрахирани горни и долни зъби от групите на резци, канини и премолари.

2. 10% неутрален буфериран разтвор на формалин (Formaldehydi solution 10%; Химакс Фарма, България)

3. 0,9% натриев хлорид (NaCl) - инфузионен разтвор (B. Braun)

4. Отпечатъчен С-силиконов материал за изработване на силиконова матрица: ZetaPlus Putty, Zhermack

5. рН индикаторна лента (Фигура 2)

6. Химични активатори:

6.1 железен сулфат хептахидрат (FS; $\text{Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

6.2 пероксидаза от хрян (HRP; Horseradish peroxidase: Peroxidase Type VI-A from Horseradish, essentially salt-free, lyophilized powder, ~1000 units/mg solid (using ABTS), 250-330 units/mg solid (using pyrogallol), Sigma-Aldrich): червено-кафява прахообразна субстанция

6.3 каталаза (CBL; Catalase from bovin liver, lyophilized powder, 2,000-5,000 units/mg protein, Sigma-Aldrich)

6.4 алкален буфер

7. Стандартна разцветка за визуално определяне на цвета на зъбите по VITA Bleachedguide 3D-Master (VBG) (Фигура 7)

8. Спектрофотометър VITA Easysha(VES) (Фигура 8)



Фигура 7



Фигура 8

9. Използвани избелващи агенти:

- Избелващ агент за група 1: Фабрична избелваща система с 35%HP: Pola Office Bleaching Kit 35%, SDI; PO; Фигура 9). Съгласно инструкциите на производителя 2.0 mL от течната компонента в шприцата (35% HP) се смесват с 0.3 gr гелообразувател (прахообразна субстанция) до получаването на хомогенна смес със синьо-зелен цвят.



Фигура 9

Изборът на PO като основен избелващ продукт е обусловен от това, че избелващият агент 35% HP е под формата на самостоятелна фабрична шприца. Това позволява както разреждане с дестилирана вода до понижаване на концентрацията му до 20%, така и включването на различни водоразтворими химични агенти като допълнителни активатори на процеса за целта на заложената задача.

- Избелващ агент за група 2: за изготвяне на 2.0 mL 20% HP гел са използвани съответно 1.144 mL 35% HP и 0.856 mL алкален буфер. Така получения 20% HP буфер се смесва с 0.3 gr гелообразувател.

- Избелващ агент за група 3: 20 mg FS се разтварят в 0.856 mL 20% HP алкален буфер. Към полученият разтвор се прибавя 0.3 gr гелообразувател и смесват до формирането на гел със зелен цвят.

- Избелващ агент за група 4: 20 mg HRP се суспендират в 0.856 mL 20% HP алкален буфер с помощта на вортекс-миксер. Получената суспензия се смесва с 0.3gr гелообразувател до формирането на червен хидрогел.

- Избелващ агент за група 5: 20 mg CBL се диспергират в 0.856 mL 20% HP алкален буфер посредством вортекс-миксер. Приготвената суспензия се смесва с 0.3 gr гелообразувател до формирането на бял гел.

- Група 6 е контролна: не се прилага избелващ агент.

Зъбите-образци са номерирани и разпределени на случаен принцип в 6 групи - 5 експериментални и 1 контролна. С цел лесно и повторяемо позициониране, образците от всяка група са включени в силиконова матрица, така че достъпна за обработка и наблюдение да остане само вестибуларната повърхност на зъбните корони и корени.

Група 1: с 35% HP

Група 2: с 20% HP

Група 3: с 20% HP + FS

Група 4: с 20% HP + HRP

Група 5: с 20% HP + CBL

Група 6: контролна група зъби, неподлежащи на третиране

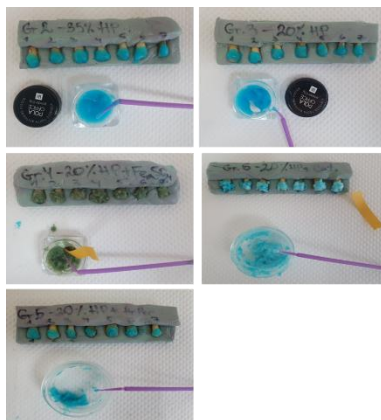
Регистрацията на цвета е извършена непосредствено преди и след експеримента по два метода: визуален (чрез разцветка VBG) и инструментален (чрез спектрофотометър VES) (Фигура 7; Фигура 8). При визуалния метод цветоопределянето е базирано на визуално установено от изследователя най-голямо съответствие между цвета в средната трета на всеки зъб-образец с цвета на 15 талона от разцветката VBG като цветът е регистриран в цифрови единици Shade Guide Units (SGU) от 1 до 29, съгласно препоръките на ADA (Фигура 10). Разликата в цвета на зъбите (Δ SGU) се изчислява според броя на единиците, с които индексът за цвят се променя след избелване. Този метод е субективен, защото зависи основно от цветоусещането на изследователя, както и от осветеността на помещението, която следва да е еднаква в хода на анализа.



Фигура 10

При инструменталния метод цветът на зъбите-образци е регистриран посредством спектрофотометър VITA Easyshade V (VES). В режим „избелване“ („Bleaching mode“), цветът се отчита в същите цифрови единици от 1 до 29 SGU (Shade Guide Units) според разцветката VITA Bleachedguide 3D-MASTER, съответно в инцизалната (VES-I), средната (VES-M) и цервикалната зона (VES-C). Този режим улеснява отчитането на избелващата ефективност (Aydin N et al., 2022). По този начин за регистрацията на цвета по двата метода са използвани идентични за VBG и за VES индекси SGU по ADA в цифрови единици. Това позволява директно и коректно да се съпоставят и сравнят резултатите, получени по двата метода.

Върху зъбите от всяка от петте работни групи са извършени 3 последователни апликации със съответния избелващ агент (Фигура 11). Всяка апликация е с продължителност 10 мин. Промените в цвета на зъбите са регистрирани с посочените методи в цифрови единици и са въведени в таблица.



Фигура 11

За изпълнение на задача 3.2 за сравнение на възможностите за оценка на избелващия ефект на визуалния метод чрез стандартна разцветка VBG и чрез спектрофотометър VES са използвани данните от регистрацията на цвета по задача 3.1.

За статистическата обработка на резултатите са приложени статистически методи за проверка на хипотези: статистическа проверка на хипотеза за разликата между средни на две взаимозависими извадки (Paired t-test), както и методът за статистическа проверка на хипотеза за разликата между средни на две независими извадки (Independent t-test). За онагледяване на резултатите са използвани таблични и графични методи.

Материали и методи по задача 4

Обект на изследване в задача 4 са зъбите от задача 3, разпределени в същите експериментални групи.

Апаратура:

1. Апарат за измерване на микрограпавост Surftest SJ-210 (Mitotoyo Corporation, Takatsuku, Japan) (Фигура 12)
2. Микроскоп Olympus SZ51, оборудван с дигитална камера (Фигура 13)



Фигура 12



Фигура 13

Дизайн на изследването:

Рамото на апарата се плъзга по вестибуларната повърхност на изследвания образец, отчитайки промени в микрограпавостта на повърхността. За всеки образец са направени по 3 измервания по вестибуларната повърхност в гингиво-инцизална посока.

Измерването на микрограпавостта е извършено двукратно след сформирание на експерименталните групи: преди прилагане на избелващата процедура, както и 24ч след приключването ѝ. Изследваните параметри са: R_a – средно аритметично отклонение на профила, R_q – средно квадратично отклонение на профила (средна амплитуда) и R_z - максимална височина на профила; Средни характеристики по посоката на височината: R_{sk} - асиметрията (изкривяването) на разпределението над и под средното, R_{ku} – куртоза (ексцес) на разпределението; параметър на относителната острота на върха на кривата на разпределението. Автоматично са изготвени и графиките на BAC и ADC кривите на профила на повърхността на образците преди и след избелване. Отчетените на дисплея на апарата данни са регистрирани в таблици.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИИ

Резултати и дискусия по задача 1:

Резултати и дискусия по задача 1.1:

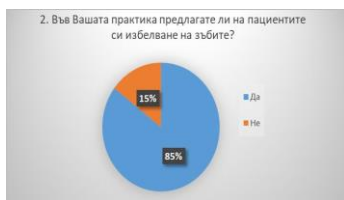
Разпределението на ЛДМ – участници според признаци „предлагане на процедури по ИЗ“ и „специалност“ е представено на табл. 1. ЛДМ, които не са дали отговор са 6 бр. (4%). Предвид това, че 52% от участниците са без придобита специалност с най-висок процентен дял са също ЛДМ без придобита специалност (53,2%), последвани от ЛДМ с придобита специалност „Оперативно зъболечение и ендодонтия“ (ОЗЕ) (24,2%).

Таблица 1

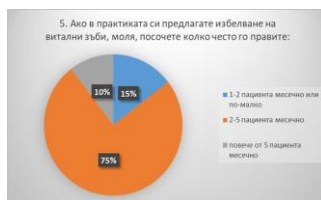
Specialty * Offering_TB Crosstabulation				
Specialty			Offering_TB	
			No	Yes
No dental specialty	Count		9	66
	% within Offering_TB		45.0%	53.2%
Conservative Dentistry and Endodontics	Count		1	30
	% within Offering_TB		5.0%	24.2%
Prosthetic Dentistry	Count		1	6
	% within Offering_TB		5.0%	4.8%
Oral Surgery	Count		6	2
	% within Offering_TB		30.0%	1.6%
Periodontology	Count		0	2
	% within Offering_TB		.0%	1.6%
Pediatric Dentistry	Count		1	5
	% within Offering_TB		5.0%	4.0%
Orthodontics	Count		1	0
	% within Offering_TB		5.0%	.0%
General Dentistry	Count		1	9
	% within Offering_TB		5.0%	7.3%
Other	Count		0	4
	% within Offering_TB		.0%	3.2%
Total	Count		20	124
	% within Offering_TB		100.0%	100.0%

Същинската част на анкетата има за цел да проучи клиничния опит на анкетираните ЛДМ по отношение на процедури за ИЗ чрез анализ на отговорите на включените 15 въпроса.

Въпрос №2 „Във Вашата практика предлагате ли на пациентите си избелване на зъбите?“ е избран за контролен въпрос. ЛДМ, които са отговорили отрицателно на него са 22бр. (15%) и отговорите им на останалите въпроси не са включени в анализите, за да се изключат ненадеждни отговори, които не са базирани на личен клиничен опит (Фигура 14).



Фигура 14



Фигура 15

По отношение на честотата на ИВЗ, 75% от участниците са посочили като отговор на въпрос №5 2-5 пациента месечно (Фигура 14; Фигура 15).

Сравнението на резултатите с литературните данни посочва значително по-висока честота в настоящото проучване, което може да се свързва както с по-голямо търсене от страна на пациенти, така и с по-голяма достъпност на процедурата.

Основен обект на интерес на настоящата анкета представлява прилаганият от анкетираните ЛДМ протокол за ИВЗК (въпроси № 6, 7, 8, 9 и 10).

Според отговорите на въпрос №6 „Какво е процентното съдържание на НР в прилаганите от Вас изобелващи продукти при ИВЗК според листовката на продукта?“, най-често използвани (от 49% от анкетираните ЛДМ) са ИП с процентно съдържание на НР от 25% до 40%, а най-рядко (от 8%) – тези с 6%.

Разпределението на отговорите относно протокола за ИВЗК (въпроси №7 и 8) е представено на фигури 16 и 17:



Фигура 16



Фигура 17

Peydro-Herrero и кол. (2020) в свое изследване прилагат различни ИП с висока концентрация на НР с 2 или 3 апликации различна продължителност (8-10 мин) в едно посещение и установяват, че постигнатата избелваща ефективност след приложените различни клинични протоколи е еднаква. *Meireles и кол.(2021)* не установяват разлика в постигнатия избелващ ефект след 2 или 3 апликации на едни и същи ИП.

Ролята на светлината като акцелератор на избелването в кабинета е включена във въпроси №9 „Прилагате ли източник на светлина като акцелератор на избелването на витални зъби?“ и №10 „Смятате ли, че светлината ускорява и увеличава избелващия ефект на прилаганата избелваща система?“. Резултатите са представени на Фигури 18 и 19.



Фигура 18



Фигура 19

Тези резултати кореспондират с резултатите от други изследвания, според които прилагането на източник на светлина увеличава ефекта на ИП (*Féliz-Matos L et al., 2015; Ferrarazi M et al., 2003; Kury M et al., 2020*).

ИВЗК със светлинно-активирани ИП е най-често предпочитаната изобелваща процедура както от участниците в настоящото анкетно проучване, така и в подобно проучване, проведено от *Mazilu Moldovan и кол.(2022)* в Румъния. Като фактори, определящи избора на най-подходящ клиничен протокол тези автори посочват цената на процедурата, следвана от броя на необходимите сесии, времето, в което са получени резултатите, ефективността на изобелване и степента на риск от странични ефекти.

В публикациите от последните години обаче все повече се отхвърля акцелелиращата роля на светлината в процеса на ИЗ. *Alghonaimy HA и кол.(2021)* не установяват разлика след изобелване без активиране и светлинно активирано изобелване (чрез специфичен за ИП светлинен източник или лазер). В свои мета-анализи *Maran BM и кол. (2018; 2019)* правят заключение, че независимо от различните протоколи за ИВЗК и концентрацията на НР, активирането на изобелващия агент със светлина няма съществено влияние както върху подобрението на цвета, така и върху чувствителността на зъбите (*Maran BM, 2018; 2019*). Предвид високият дял (68%) на участниците в настоящото проучване, които прилагат ИП в комбинация със светлинен източник, 56% от тях смятат, че това ускорява и увеличава изобелващия ефект на прилаганата ИС и само 16% са на противоположното мнение. 28% посочват, че нямат наблюдения.

Резултати и дискусия по задача 1.2:

За целите на статистическата обработка на данните (определяне на честота, процентен дял и разпределение - mean SD),

участниците са разпределени в следните възрастови групи: 18-25г, 26-35г, 36-45г, 46-55г, 56-65г., като с най-голям процентен дял (47%) са участниците от възрастовата група 18-25г, а с най-нисък процентен дял (5%) са най-възрастните участници (56-65г). По отношение на разпределението по пол с по-голям процентен дял са жените (65%).

Въпреки високият процент на лицата (96%), които са чували за избелване на зъбите (въпрос №1), значително висок е процентът на лицата, които никога не са посещавали зъболекар с цел избелване – 72% (Фигура 20). Интересно е, че процентният дял на анкетираните, които биха провели назначено от зъболекар ИЗ е също много висок - 79% и дори е малко по-висок от този на анкетираните, които никога не са посещавали зъболекар с цел избелване (Фигура 21).



Фигура 20



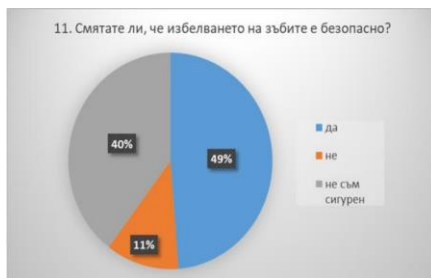
Фигура 21

Въз основа на резултатите от настоящото проучване може да се направи извод, че много голям дял от участниците (68%) нямат никакъв негативен опит, свързан със ЗСЧ след ИЗ (Фигура 22). Почти 1/3 от тях (29%) определят настъпилата ЗСЧ като „лека“. За тези участници, които не са изпитали никаква ЗСЧ или са имали само лека ЗСЧ след ИЗ (общо 96%) процедурите по ИЗ не се асоциират с влошаване на OHRQoL поради психосоциален дискомфорт или болка. Литературните данни относно честотата и интензитета на ЗСЧ след ИЗ са разнообразни. Meireles SS и кол.

(2021) посочват честота на ЗСЧ, по-голяма от 40% след ИВЗД (Meireles SS et al., 2021). Предвид, че отговорите на въпроса не изискват обвързване между възникнала ЗСЧ и вид приложен метод за избелване, съпоставянето на тези резултати с литературните данни е несъвместимо.



Фигура 22



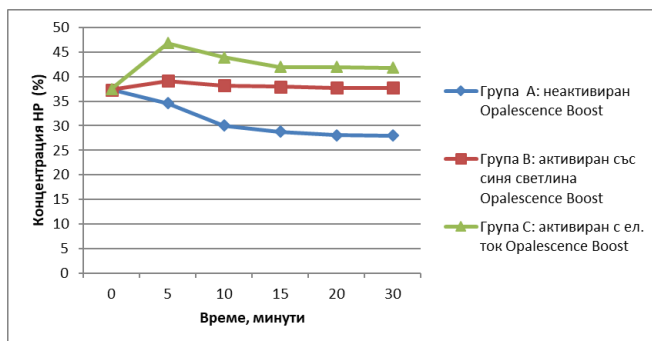
Фигура 23

Относно безопасността на процедурите по ИЗ, мнението на участниците е разпределено, както следва: почти половината от тях възприемат ИЗ като безопасна процедура и само 11% - като небезопасна, но сравнително висок е процентният дял на (40%) на групата участници, които не са сигурни в безопасността (Фигура 23). Това ясно очертава авторитета на ЛДМ и доверието в него, което ще е необходимо и за по-широкото информиране на пациентите относно безопасността на ИЗ при спазване на всички индикации.

Резултати и дискусия по задача 2:

Резултати и дискусия по задача 2.1

Резултатите по задача 2.1 са представени графично на Фигура 24.



Фигура 24

В хода на проведеното йодометрично изследване е видно увеличаването на окислителния потенциал под формата на пик на 5-тата минута в групите с проби, подложени на въздействие на светлина (група В) и електрически ток (група С), което не се наблюдава при пробите без активиране (група А).

Резултатът от процедурата за ИЗ зависи главно от вида и концентрацията на избелващия агент, способността на агента да достигне до хромофорните молекули, както и от броя и продължителността на контакта на агента с тези молекули (*Dahl, JE et al., 2003*). Посредством йодометричното титриране и в трите експериментални групи се установяват разлики между отчетената действителна концентрация на НР (37,36%-37,49%) и очакваната такава (40%) според листовката на производителя на ИП (Opalescence Boost, Ultradent). Отчетените разлики са в границите на допустимите, съгласно стандарта по ISO за ИП за външно ИЗ (ISO 28399:2021). Според този стандарт разликата между очакваната и действителна концентрация е допустима, когато е в интервала от +10 % и -30 % от заявената от производителя. Резултатите от настоящото изследване потвърждават данните от проучените литературни източници, (*Matis B et al., 2013; Majeed A et al., 2015*), чиито автори също установяват разлики в

концентрацията отново в границите на допустимия интервал. Като вероятни причини за това те посочват нарушения както в производствения процес, така и в доставката и съхранението, смесването и аплицирането на ИП. Съхранението на някои ИП в хладилна среда може да доведе до по-бързо разграждане на НР и от там до по-ниска действителна концентрация.

Увеличаването на концентрацията на НР в пробите със светлинно активиране вероятно се дължи на настъпила фотохимична реакция, базирана на специфичен фотосенсибилизатор, включен в продукта за ИЗ. По данни на производителя, фотосенсибилизиращото вещество, включено в химичния състав на Opalescence Boost е каротин, който като част от групата на каротеноидите има потенциал за активатор на разлагането на НР (*Buchalla W et al., 2007; Ontiveros JC, 2011*). Каротеноидите, поради оранжево-червения си цвят абсорбират предимно светлина с дължина на вълната 400-500nm (синя светлина), която е част от видимия спектър. Именно поради това инструкциите на производителя не включват активиране с допълнителен източник на синя светлина. В настоящата задача прилагането на LED за активиране е включено с цел изясняване на ролята и активиращия потенциал на синята светлина.

При анализ на данните от таблицата и графиката се установява, че в групата без физическа активация (група А) се отчита постепенно намаляване на концентрацията на НР в продължение на 15 мин, последвано от задържане на почти еднаква концентрация (около 28%) до 30 мин. В експерименталните групи с пробите, подложени на активиране от физични фактори (групи В и С), първоначално е установено увеличение на концентрацията на НР на петата минута, най-значимо в пробите, подложени на електрически ток (група С – с положителна разлика от 9,37%) в сравнение с концентрацията на НР в пробите, изложени на синя светлина (група В – с разлика от 1,75%). След петата минута, концентрацията на НР и в двете групи постепенно намалява без да

достига изходните стойности. Увеличението на концентрацията на НР на петата минута се свързва с увеличен окислителен, съответно избелващ потенциал на НР.

Отчетената голяма положителна разлика в пробите от група С потвърждава литературните данни (*Nguyen BL et al., 2006*) за вероятен процес на регенеративна йонофореза, при който върху катода протичат електрохимични реакции на ресинтез на НР. Чрез рециклиране на свободните йони и радикали и повишаване на изходната концентрация на НР процесът на избелване може да стане по-бърз, може да изисква по-малко количество избелващ агент и да не изисква подновяване или повторно прилагане на допълнително количество от избелващия агент. Неоспоримият ефект на електрическия ток върху концентрацията на НР може да се използва за активиране на ИП с по-ниска изходна концентрация на НР.

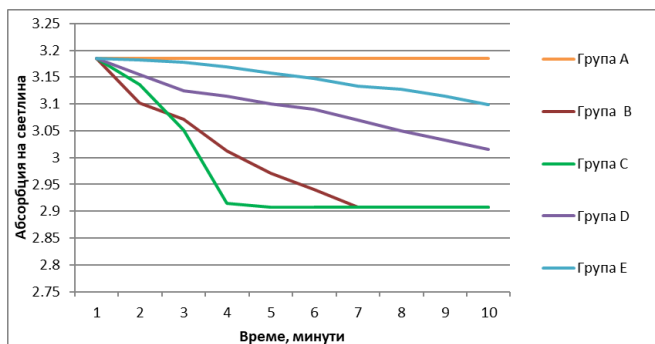
Регистрираната на петата минута висока концентрация на НР (47%) и самият процес на електрофореза на НР следва да бъдат допълнително изследвани по отношение на риска от увреждане на пулпните клетки с оглед запазване на пулпния виталитет. В научната литература липсват данни относно клинични резултати след ИВЗК с йонофоретично активиране. В клинични условия йонофоретичното активиране на ИП би могло да се приложи чрез изготвяне на специална индивидуална лъжица за поставяне на ИП, в която да се включат или и двата електрода (както е в настоящата опитна постановка), или само активният електрод да се включи, а пасивният електрод да е в ръката на пациента. Последната постановка с включен само активен електрод е използвана за йонофоретично ИДЗ *in vivo*, при което авторите са постигнали отлични естетични резултати за кратко време (*Димитров Сл, Радева Е, 2009; Kouzmanova Y, 2022*). В публикация от 2022г (*Kouzmanova Y, 2022*) обаче се съобщава за два случая на вътрешна цервикална резорбция, последваща подобно ИДЗ.

Йонофоретичното активиране предполага по-дълбоко проникване на освободените йони в зъбната структура (Kouzmanova Y, 2022), което при ИВЗК създава риск от навлизането им зъбната пулпа с последващи усложнения от това, което изисква сериозни научни проучвания.

Резултати и дискусия по задача 2.2

Спектрофотометрията като метод за спектроскопия намира най-голямо приложение за количествени определяния като се използва зависимостта между концентрацията и интензитета на погълнатата монохроматична светлина. В проведеното изследване методът е използван за проследяване в динамика на разграждането на хромогенните съединения в чаен екстракт, подложен на действието на НР, включен в продукти за ИЗ. За отчитане на настъпил избелващ ефект е използван апаратът Boeco UV/VIS Spectrophotometer S-26 (Фигура 6). Режимът на спектрално сканиране (Spectrum Scanning mode) позволява да се правят сканирания във всяка избрана част от диапазона от 198 до 1000nm. Оста на автоматично вариране на абсорбцията (Auto-ranging Absorbance axis) позволява сканирането да започне без предварително познаване на очакваното пиково ниво на абсорбция от изследваните проби.

Резултатите от проведеното изследване са отразени на графиката на Фигура 25:



Фигура 25

Група А: контролна група проби с филтриран екстракт от черен чай без продукт за избелване на зъби

Група В: 10 проби с филтриран екстракт от черен чай и неактивиран продукт за избелване на зъби ОВ

Група С: 10 проби от филтриран екстракт от черен чай и продукт за избелване на зъби ОВ, активиран от LED.

Група D: 10 проби от филтриран екстракт от черен чай и продукт за избелване на зъби ОВ, активиран от електрически ток (Ionophorator)

Група E: проби за валидиране

При проведената спектрофотометрия се отчита намаляване на поглъщането на светлина от пробите във всички групи, с изключение на тези от контролната група А. Най-изразено е то в пробите, подложени на активиране със синя LED светлина (група С). В тази група абсорбцията на светлина и избелващият ефект настъпват за по-кратко време - 4 минути в сравнение с пробите без активиране (група В) - 7 минути. Не се наблюдава промяна в абсорбцията на светлина след четвъртата и седмата минута съответно в двете групи, което вероятно се дължи на изчерпване на НР. Под въздействието на електрически ток (Група D) абсорбцията на светлина от пробите в групата намалява постепенно до десетата минута. Постигнатият краен изсветляващ

ефект е еднакъв при групи В и С и по-слаб за група D. За валидиране на аналитичния метод е измерена, като функция на времето, абсорбцията на светлина от течен екстракт от черен чай, смесен с НР (30%, 25%, 20%, 15%) в същите обемни съотношения (Група Е).

Прилагането на UV-VIS спектроскопията върху екстракт от черен чай, подложен на действието на НР позволява да се избегне сложността на зъбната структура по отношение както на протичането на дифузията на НР в нея, така и на проникването на светлината в нея (*Young N et al., 2012*).

Резултатите от проведеното изследване потвърждават потенциала на приложените физични фактори да увеличат избелващия ефект и ефикасността на използваните ИП. Физичните фактори осигуряват допълнителна енергия (повишена температура и синя светлина), с което увеличават стимулираната дисоциация на НР и образуването на свободни радикали (*Buchalla W et al., 2007*). Най-вероятният основен механизъм на действие на всички светлинно активирани ИП е възникване на фотохимична реакция чрез абсорбцията на светлинни фотони от включените специфични фотосенсибилизатори.

Механизмите, чрез които светлината може да подобри избелването са различни и сложни:

- директно фотоизбелване на хромогенни молекули чрез разрушаване на връзката и загуба на конюгация в структурата им
- директна светлинно индуцирано разцепване НР на два радикала, които впоследствие реагират с хромогенни молекули
- хромогените абсорбират фотони и прехвърлят енергията им към молекулата на НР, което води до разцепването ѝ (*Young N et al., 2012*).

Като резултат от настъпилите фотохимични реакции в пробите с екстракт от черен чай, постигнатият краен избелващ ефект е равен, но настъпва почти два пъти по-бързо след активиране със синя светлина в сравнение с настъпилия ефект без

активиране. Наблюдаваните пикове в абсорбцията са последвани от плато без промяна в поглъщането на светлината, което вероятно се дължи на изчерпването на НР. Приложението на получените резултати по отношение на процедури по ИВЗК е свързано с възможността за скъсяване на продължителността на апликацията на конкретния ИП, в случаите на активиране със светлина. Следва да се вземе предвид, че по-бързото изчерпване на НР след светлинно активиране, освен с настъпването на по-бърз избелващ ефект, може да се свърже и с по-висок риск от последваща ЗСЧ.

Механизмът, чрез който електрическият ток може да подобри избелването е различен от този на светлината и е описан в дискусията по задача 2.1 като т.нар. регенеративна йонофореза. Той предполага по-кратък, по-ефективен и улеснен процес на избелване, при който благодарение на ресинтеза на НР е вероятно да не са необходими нови апликации на ИП. Според резултатите от задача 2.1 йонофоретичното активиране на ИП води до значително повишаване на изходната концентрация на НР с повече от 9%, което също предполага по-бърз и по-изразен избелващ ефект. Резултатите от задача 2.2 обаче отхвърлят това. Крайният изсветляващ ефект в групата с йонофоретично активиране е най-слаб в сравнение с този в другите групи и настъпва постепенно. Като предполагаема причина за това може да се посочи самата опитна постановка с потапянето и на двата електрода в пробите. Това позволява генерирането на повече йони, следствие на което е и повишената концентрация на НР. В същото време обаче е много вероятно движението на йоните да се осъществява само между двата потопени електрода, което да ограничава взаимодействието им с хромофорите, съответно и избелващия потенциал на йонофоретично активирания НР.

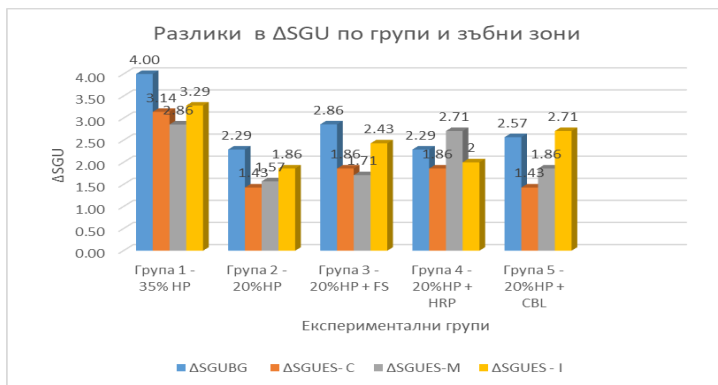
Резултати и дискусия по задача 3

Резултати и дискусия по задача 3.1

Определените (преди и след експеримента) визуално и спектрофотометрично цифрови индекси са въведени в таблица.

Индексът на яркостта, измерен след процедурата по ИЗ се изважда от индекса на яркостта преди нея и получената разлика е отразена като ΔSGU . Тя служи за оценка на постигнатия избелващ ефект. В зависимост от стойностите на ΔSGU , избелването се смята за неефективно (≤ 0.8), умерено ефективно ($>0.8, \leq 1.8$), с добър ефект ($>1.8, \leq 3.6$), с много добър ефект ($>3.6, \leq 5.4$) и с отличен ефект (>5.4) (Paravina RD et al., 2019).

При визуалния метод цветовата разлика се обозначава с $\Delta\text{SGU} - \text{BG}$ (Shade Guide Units by Bleaching Guide), а при спектрофотометричния - с $\Delta\text{SGU} - \text{ES}$ (Shade Guide Units by Easy Shade). При втория метод цветовата разлика се изчислява за всяка от трите зъбни зони на зъбите от всяка група: цервикална (VES-C), средна (VES-M) и инцизална зона (VES-I). Графичният израз на резултатите е представен на Фигура 26.



Фигура 26

Отчетена по групи, най-голяма по абсолютна стойност разлика в яркостта $\Delta SGUES$ е установена и в трите зони на образците от група 1, а най-малка – в тези от група 2. Отчетена по зони, най-голяма $\Delta SGUES$ е установена в инцизалната (VESG-I) зона в групи 1, 2, 3 и 5, а за група 4 - в средната (VESG-M) зона. Въпреки, че в цервикалната (VESG-C) зона се отчитат най-високите спектрофотометрични индекси за цвят преди нанасяне на избелващите агенти, установените $\Delta SGUES$ в нея са на второ място след тези в инцизалната зона за групи 1 и 3. За групи 2, 4 и 5 те заемат последно място. Във всички групи се наблюдава, че избелващият ефект е над приетия минимален праг $PT = 1,4$ за оценка на избелващия ефект по $\Delta SGUBG$ (Aydın N et al., 2022; Paravina RD et al., 2019).

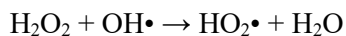
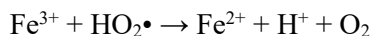
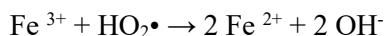
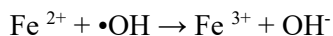
Ролята на концентрацията на НР за постигане на значим избелващ ефект се потвърждава от факта, че най-малък избелващ ефект се наблюдава в група 2, в която тя е 20%. Добавянето на FS, HRP и CBL като активатори към същия избелващия агент (20% НР) увеличава неговия ефект. В нито една зъбна зона, обаче, не беше достигнат ефекта на прилагания продукт с най-висока концентрация - 35% НР.

При анализиране на установените междугрупови разлики в степента на избелване на различните зъбни зони следва да се вземе предвид включването на образци от различни зъбни групи (резци, канини и премолари), които са с очаквана различна хистоморфология и цвят.

Активаторите за НР разлагане са подбрани по литературни данни. С включването на метални соли и ензими се цели да се установи дали това би позволило да се намали концентрацията на прилагания НР при запазване на избелващия му потенциал. Освен това, очакванията към тези активатори са от една страна да „неутрализират“ и остатъчния, нереагирал НР, а от друга страна да ограничават и дифузията на освободените агресивни радикали в

посока на зъбната пулпа, с което се намалява и риска от нейното увреждане.

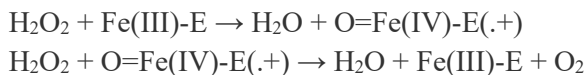
Фентон е първият учен, който установява изразената способност на някои метали/метално йони да образуват високореактивни хидроксилни радикали ($\bullet\text{OH}$) при контакта им с НР. Впоследствие реакцията е наименувана в негова чест - реакция на Фентон. Тя е лесно осъществима и се явява основно прилаган метод за катализиране на НР разлагане (*Ameta R et al., 2018*). Образуваните хидроксилни радикали притежават висок окислителен потенциал. Те взаимодействат спонтанно с ароматни съединения, каквито са и повечето пигментни молекули. Взаимодействат също и с наличните интактни НР молекули, образувайки хидропероксидни радикали ($\text{HO}_2\bullet$). Последните влизат във взаимодействие с получените Fe^{3+} йони, регенерирайки ги отново до Fe^{2+} . Това позволява хода на реакцията да се повтори многократно - до пълното изчерпване на вложения НР.



Последната реакция представя сумарно реакцията на разлагане на НР до вода и радикали (*Ameta R et al., 2018*).

Каталазата и пероксидазата са оксидоредуктазни ензими, катализиращи електронния трансфер между т. нар. молекуларедуктор (донор на електрони) и молекула-окислител (акцептор на електрони) (*Whitaker JR et al., 2003*).

Каталазата е ензим от групата на металопротеините - тетрамерен хемопротейн, в чиито център е железният тривалентен йон. Биохимичната роля на каталазата е да катализира разлагането на образувания НР до кислород и вода чрез двуетапен процес (*Sao C et al., 2003; Boon EM et al., 2007*):



Каталазата сама по себе си не притежава избелващ ефект (*Pauli MC et al., 2018*). Тя само ускорява разлагането на НР, вкл. и на СР (*Heck DE et al., 2010*). Според *Banerjee A и Friedman J* (2005) каталазата увеличава както скоростта на освобождаване на O_2 , така и броя на хидроксилни радикали, с което се намалява и времето, необходимо за постигане на бърз избелващ ефект. Според *Silva RB* и кол. (2014) включването на 5mg каталаза ще доведе до разпада на цялото количество НР (35 до 37%), само за 3 мин. без необходимост от светлинно активиране или промени в рН.

Пероксидазните ензими притежават известен самостоятелен избелващ ефект. По аналогия с каталазите, HRP ускоряват деструкцията на НР, активирайки по идентичен път действието на пероксидните ИП. По този начин HRP намаляват негативния ефект на ИП върху одонтобластите (*Ortecho-Zuta U et al., 2019*). В проучване на *Duque CCO et al. (2018)*, е установено, че след прилагане, *in vitro*, на комбинация от 10% НР с HRP, резултатният избелващ ефект е сходен с този, получен след прилагане на 35% НР гел. За разлика от последния, използваната комбинация не предизвиква цитотоксичен ефект.

В хода на експеримента се проследяват и промените в рН на избелващите агенти. За целта е използвана рН индикаторна лента. Последната позволи да се определят *in situ* дори и промените в рН на апликирания избелващ материал; измерване, което не може да се установи с конвенционално използваните рН метри.

За използвания за група 1 фабричен ИП отчетеното рН е кисело (~ 4.0). Това е предпоставка за деминерализация на зъбния емайл, която е риск за влошаване на неговите физически, оптически и естетически качества. Въпреки включването на алкален буфер в групи 2, 3, 4 и 5, констатацията относно рН е същата.

В групите с активатори (групи 3, 4 и 5) при смесването на НР с активатора се наблюдава бурна екзотермична реакция, въпреки по-ниската концентрация на използвания НР (20%). Това взаимодействие се съпровожда с отделянето на множество газови мехурчета. Те вероятно се състоят от освободените в хода на химичната реакция молекули кислород, които променят консистенцията на избелващия агент в пяна. Последната затруднява апликацията му с четка. Постепенно, с времето, броят на газовите мехурчета намалява, а избелващият агент се втечнява. Като вероятна причина за това може да се посочи бурното генериране на кислородни радикали, както и освобождаването на вода като реакционен продукт. Подобна промяна в консистенцията при евентуално клинично приложение би изисквало повишено внимание относно изолацията на околните меки тъкани, с оглед предотвратяване на тяхното увреждане.

Предвид екзотермичния характер на реакцията е необходимо да се определи и количеството отделена топлина в хода ѝ, за да не се застраши пулпния виталитет, в случай на повишаване на вътрепулпната температура с повече от 5,4°C. Пулпният виталитет може да се застраши и от бурното освобождаване на кислородни радикали и окислително-редукционния характер на процеса на избелване.

Въпреки по-ниската концентрация на НР и предполагаемите намалени странични ефекти, ефектите от прилагането комбинация от НР и активатори следва задълбочено да се проучат, посредством химичен анализ и термометрия, с оглед запазване на пулпното и гингивалното здраве при евентуално клинично приложение.

При статистическата обработка на резултатите за всички експериментални групи е издигната изследователска хипотеза, H_1 , съгласно която яркостта на зъбите се увеличава след прилагането на избелващ агент или респ. цифровата стойност на определения цвят намалява. За нулева хипотеза, H_0 , се приема, че тази стойност е

равна или по-голяма по стойност, поради отсъствието на избелващ ефект. Поради малкия обем на извадките е направена проверка за нормалност на разпределението чрез теста на Shapiro-Wilk и хипотезите са проверени само ако е налице нормално разпределение в извадките. За всички експериментални групи се установи нормално разпределение. Контролната група 6 е изключена от статистическата обработка, предвид нулевите разлики в SGU. За статистическа проверка на хипотезата за разликата между средните на две взаимозависими извадки е използван *Paired t-test*, при равнище на значимост $\alpha = 0.05$. За всяка група са изчислени t - коефициент на Стьудент, SD - еднакво стандартно отклонение на двете извадки, p -value - статистическа значимост и ES - Размер на ефекта (Cohen's D). Докато p -value е показател, който само потвърждава или отхвърля наличието на разлика между групите, то ES е показател за количествен израз на тази разлика (Таблица 2).

Таблица 2 Размер на ефекта (ES) – интерпретация (Todorova S, 2022)

Размер на ефекта (ES)	Интерпретация
$0,00 \leq ES < 0,20$	Пренебрежим
$0,20 \leq ES < 0,50$	Малък
$0,50 \leq ES < 0,80$	Среден
$0,80 \leq ES < 1,30$	Голям
$1,30 \leq ES$	Много голям

Резултатите са представени и обобщени в Таблица 3.

При всички експериментални групи се установяват статистически значими разлики при много голям размер на ефекта (ES). Най-голяма числова стойност (Cohen's D) той достига в група 1, последвана от група 2. При групи 3, 4 и 5 ефектът е с приблизително равни стойности. Големината на ефекта определя и практическата значимост на резултатите от научното изследване.

За всички групи H_0 се отхвърля в полза на H_1 . Това означава, че средната стойност на цвета за репрезентативната

извадка от третирани зъби-образци е по-ниска от средната стойност на цвета от същата извадка преди третирането им с избелващи агенти; или е налице статистическо значимо избелване при $p\text{-value} < \alpha = 0,05$.

Таблица 3

Статистически хипотези и размер на ефекта при взаимозависими извадки		Стойност	Цветова разлика (ΔSGUES)
Група 1: 35% HP	статистическа значимост	$p\text{-value} (0.000) < \alpha$	значима разлика
	размер на ефекта	Cohen's D = 5.79	много голям
Група 2: 20% HP	статистическа значимост	$p\text{-value} (0.000) < \alpha$	значима разлика
	размер на ефекта	Cohen's D = 2.61	много голям
Група 3: 20% HP + FS	статистическа значимост	$p\text{-value} (0.001) < \alpha$	значима разлика
	размер на ефекта	Cohen's D = 2	много голям
Група 4: 20% HP + HRP	статистическа значимост	$p\text{-value} (0.001) < \alpha$	значима разлика
	размер на ефекта	Cohen's D = 1.87	много голям
Група 5: 20% HP + CBL	статистическа значимост	$p\text{-value} (0.001) < \alpha$	значима разлика
	размер на ефекта	Cohen's D = 2.04	много голям

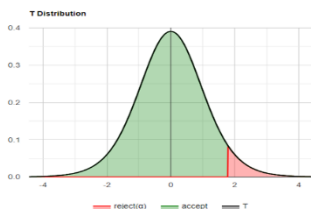
За сравнение на разликата в избелващия ефект на HP с или без активатори на процеса за контролен метод се приема избелването с 35% HP в група 1 и съответно тя е приета за контролна група. Ефектът от прилагането на 35% HP се сравнява с ефекта на прилагането на експерименталните избелващи агенти в другите експериментални групи (Таблица 4).

Таблица 4

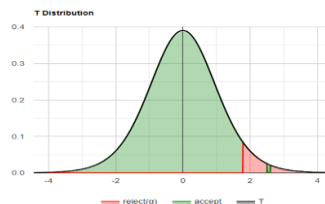
Цветова разлика(Δ SGU)	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Контролна група	7	3.0952	0,53452	0,20203
Група 2: 20% HP	7	1.6190	0,62148	0,23490
Контролна група	7	3.0952	0,53452	0,20203
Група 3: 20% HP + FS	7	2.0000	1,000	0,37796
Контролна група	7	3.0952	0,53452	0,20203
Група 4: 20% HP + HRP	7	2.1905	1, 16837	0,44160
Контролна група	7	3.0952	0,53452	0,20203
Група 5: 20% HP + CBL	7	2.0000	0,98131	0,37090

За нулева хипотеза (H_0) се приема, че избелващият ефект в група 1 е равен или по-малък от избелващият ефект в другите групи. Проверката се осъществява чрез *Independent t-test* (статистическа проверка на хипотеза за разликата между средни на две независими извадки) при избрано равнище на значимост $\alpha = 0.05$ (Фигура 27).

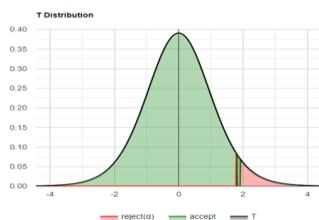
Група 2, 20% HP



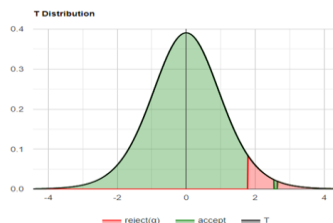
Група 3, 20% HP+FS



Група 4, 20% HP+HRP



Група 5, 20% HP+CBL



Фигура 27 t-разпределение на Стюdent за проверка на H_0 по задача 3.1

Обобщените резултати са представени в Таблица 5. За всички експериментални групи от представителната извадка се установи, че разликата в избелването на контролната група е по-голяма от това на сравняваната група и е статистически значима при равнище на значимост $\alpha = 0.05$ и размер на ефекта (ES) много голям (за групи 2, 3 и 5) и голям (за група 4). Колкото по-голям е ES, толкова по-голяма е статистическата разлика между избелващия ефект в експерименталната група и същия в контролната група. От това следва, че избелващият ефект в група 4, в която като активатор е добавена хрянова пероксидаза (HRP) най-много се доближава до избелващия ефект на 35% HP от контролната група (Cohen's $D=1$). При сравнение на стойностите

на показателя за ES - Cohen`s D може да се направи заключение, че добавянето на железен сулфат (FS) и каталаза (CBL) има сходно въздействие върху избелващия ефект. От всички групи най-слаб е избелващия ефект в група 2 (20% HP), предвид, че за нея Cohen`s D = 2,55,

Таблица 5

Статистически хипотези и размер на ефекта при независими извадки		Стойност	Контролна група: Група 1: 35% HP
Група 2: 20% HP	статистическа значимост	p-value (0.000) < α	значима разлика
	размер на ефекта	Cohen`s D = 2.55	много голям
Група 3: 20% HP + FS	статистическа значимост	p-value (0.013) < α	значима разлика
	размер на ефекта	Cohen`s D = 1.37	много голям
Група 4: 20% HP + HRP	статистическа значимост	p-value (0.044) < α	значима разлика
	размер на ефекта	Cohen`s D = 1	голям
Група 5: 20% HP + CBL	статистическа значимост	p-value (0.012) < α	значима разлика
	размер на ефекта	Cohen`s D = 1.39	много голям

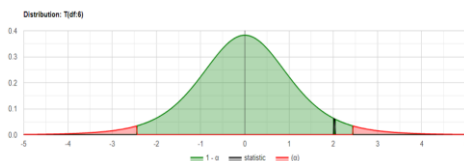
Резултати и дискусия по задача 3.2

За изпълнение на задача 3.2, чиято цел е сравнение на възможностите за оценка на избелващия ефект на визуалния метод чрез стандартна разцветка VITA Bleachedguide 3D-Master (VBG) и на инструменталния метод чрез спектрофотометър VITA Easyshade (VES) са използвани данните от регистрацията на цвета по задача

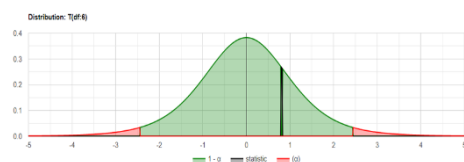
3.1, извършена непосредствено преди и след експеримента при еднакви условия на осветеност.

Резултатите са обработени по метода за статистическа проверка на хипотеза за разликата между средните на две взаимозависими извадки - *Paired t-test*. Целта е да се установи дали присъстват статистически значими разлики между регистрираните данни по визуалния (ΔSGUBG) и инструментален (ΔSGUES) метод. Издигнатата нулева хипотеза (H_0) изключва присъствието на статистически значими разлики. Алтернативната хипотеза (H_1) включва присъствието на такива.

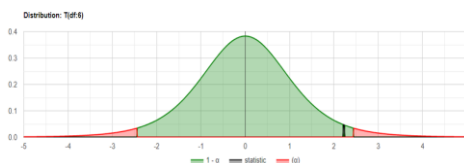
За всяка група са изчислени: *средните цетови разлики по двата метода* (ΔSGUES и ΔSGUBG), *разликите между тях* ($d = \Delta\text{SGUES} - \Delta\text{SGUBG}$), *t-коефициент на Стюдент*, *SD* - *еднакво стандартно отклонение на двете извадки*, *p-value* - статистическа значимост и *ES-размер на ефекта* (Cohen's D). Резултатите са представени на Фигура 28 и Таблица 6. Поради малкия обем на извадките за проверка за нормалност е приложен теста на Shapiro-Wilk и хипотезите са тествани само при наличие на нормално разпределение в извадките.



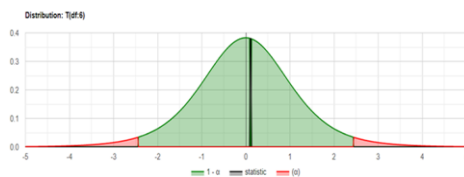
Група 1, 35% HP



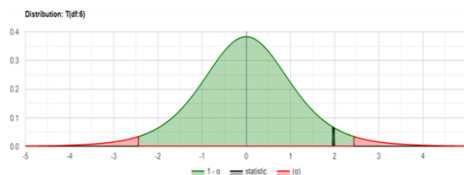
Група 2, 20% HP



Група 3, 20%HP+FS



Група 4, 20%HP+HRP



Група 5, 20%HP+CBL

Фигура 28 t-разпределение на Стюдент за проверка на H_0 по задача 3.2

Таблица 6

Статистически хипотези и размер на ефекта при взаимозависими извадки		Стойност	$\Delta SGUES - \Delta SGUBG$
Група 1: 35% HP	статистическа значимост	p-value (0.08923) $> \alpha$	незначима разлика
	размер на ефекта	Cohen's D = 0.77	среден
Група 1: 35% HP	статистическа значимост	p-value (0.4471) $> \alpha$	незначима разлика
	размер на ефекта	Cohen's D = 0.31	малък
Група 3: 20% HP + FS	статистическа значимост	p-value (0.06702) $> \alpha$	незначима разлика
	размер на ефекта	Cohen's D = 0.84	голям
Група 4: 20% HP + HRP	статистическа значимост	p-value (0.9172) $> \alpha$	незначима разлика
	размер на ефекта	Cohen's D = 0.04	много малък
Група 5: 20% HP + CB	статистическа значимост	p-value (0.0948) $> \alpha$	незначима разлика
	размер на ефекта	Cohen's D = 0.75	среден

За нито една от експерименталните групи H_0 не може да се отхвърли в полза на H_1 , поради липса на данни за статистически значима разлика между $\Delta SGUES$ и $\Delta SGUBG$ при равнище на значимост $\alpha = 0.05$ и $p\text{-value} < \alpha$. В потвърждение на това е и изчисленият размер на ефекта (ES), който е голям само при група 3, а при останалите е от много малък до среден. В група 3 би могло да се очаква поява на статистически значима разлика в случай на увеличаване на обема на извадката. С приемането на нулевата хипотеза се потвърждава коректността на визуалния метод чрез разцветката VBG в оценката на изобелвания ефект. По литературни данни инструменталните методи се характеризират с по-точни аналитични параметри (точност, прецизност, повторямост и пр.) от визуалните методи при цветоопределянето за протетични възстановявания (*Liberato WF et al., 2019*). При спектрофотометрията, CIE Lab системата позволява да се разграничат минимални разлики в цвета на зъбите.

При използването визуалния метод, VBG разцветка позволява да се определят количествено единствено промените в степента на яркостта на образците чрез цифрови единици (SGU) по ADA индексите за цвят от 1 до 29. Това прави двете стойности ΔE и ΔSGU , съответно и двата метода несъпоставими за директно

сравнение (*Basson RA et al., 2013*). За изпълнението на поставената задачата, VES е използван в режим “Bleaching Mode“. В посочения режим цветът на зъбите се регистрира по ADA индексите за цвят от 1 до 29. Последните са идентични с тези на VBG разцветка, което позволява коректно да се съпоставят и сравнят резултатите получени по двата метода. Едни от основните предимства на спектрофотометричното цветоопределяне е това, че то не зависи от условията на помещението, както и от умората на човешкото око (англ. „eye fatigue“).

Следва обаче да се вземе предвид, че данните от спектрофотометрията, особено по CIE Lab надвишават възможностите на невъоръженото човешко око да улавя фини разлики в цвета преди и след избелване. Спектрофотометърът измерва една дължина на вълната в даден момент от отражателната способност или пропускливостта на даден обект, вместо да използва цветни филтри, които се доближават до спектралната функция на окото (*Kielbassa AM et al., 2009*). В сравнителни проучвания е установено, че резултатите от спектрофотометрично цветоопределяне са по-точни от резултатите от визуалното такова като съвпадение има в приблизително 45-47% от случаите (*Kielbassa AM et al., 2009*).

Макар и обективна и повтаряема, получената спектрофотометрична оценка на цвета не винаги може да преодолее субективното мнение/усещане за цвят на пациента. Ето защо цветоопределянето с VBG разцветката следва да остане основен метод в клиничния протокол при избелване на зъби (*Igiel C et al., 2017*). Идеалното цветоопределяне е комбинацията от визуални и цифрови методи при подходящите условия (*Yilmaz B, 2020*).

Резултати и дискусия по задача 4

Въз основа на литературните данни, измерването на повърхностната грапавост на третираните в експериментална задача №3 зъби е необходимо предвид окислително-

редукционния характер на процеса на ИЗ, както и предвид установеното кисело рН на всички приложени в задачата избелващи агенти, което се асоциира с очаквани деминерализационни процеси в ТЗТ и последваща увеличена емайлова грапавост.

Извършена е и статистическа проверка за корелационна зависимост между постигнатия избелващ ефект и грапавостта на зъбните повърхности.

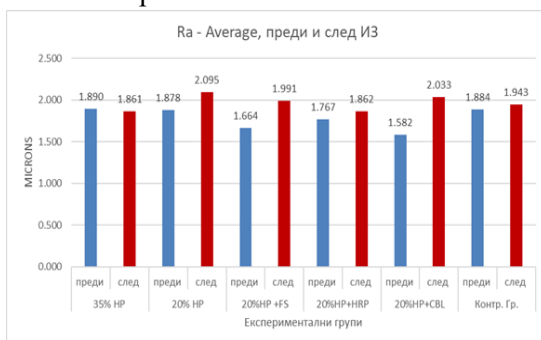
В хода на изпълнение на задачата за всеки зъб-образец са направени по 3 измервания в гингиво-инцизална посока по хода на аксиалната средна трета на вестибуларната повърхност посредством апарата за измерване на микрограпавост (Mitotoyo SJ). Измерването на параметрите на микрограпавостта е извършено двукратно след сформирание на експерименталните групи: преди провеждане на избелващата процедура, както и 24ч. след приключването ѝ.

За анализ на резултатите от таблиците за всеки показател са изготвени по 2 графики: по абсолютните средни стойности на показателя и по процентни разлики.

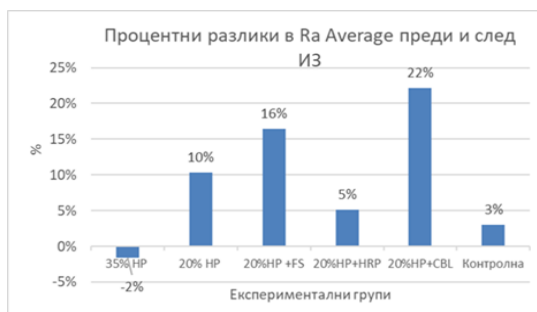
От изследваните параметри най-често използваният параметър за описание на грапавостта е Ra в μm : средната аритметична стойност на профила на грапавост (средна грапавост) (Goel A et al., 2017; Gadelmawla ES et al., 2002). Ra осигурява стабилни резултати, тъй като отчитането на средна грапавост не се влияе значително от единични неравности, замърсяване или шум при измерване.

При сравнение в размера на промените на средните стойности на Ra (Ra Average; Фигура 29), както и в процентните разлики в Ra (Фигура 30) се установява, че в отделните групи след прилагане на различните ИП най-съществени са промените в група 5 (20% HP+CBL) – 22%, последвани от група 3 (20%HP+FS) – 16%, група 2 (20% HP) -10% и група 4 (20%HP+HRP) - 5%. В контролната група очаквано промяната не

е съществена (3%), но наличието ѝ посочва, че вероятно и средата, и времето на съхранение оказват, макар и минимално влияние на стойностите на Ra. За група 1 (35%HP) обаче промяната е с отрицателен знак. От всички експериментални групи, единствено за група 1 е приложен изцяло фабричен продукт – PO 35%. В същата група е отчетен и най-изразен изобелващ ефект (Δ SGU). В групите с ИП с допълнителни активатори увеличаването на Ra най-вероятно кореспондира с характера на химичната реакция на смесване, описан в задача 3.1 – бурна екзотермична реакция с неконтролирано освобождаване на множество газови мехурчета. Химичната реакция след аплициране на фабричния ИП върху зъбите от група 1 също е съпроводена от освобождаване на газови мехурчета, но тяхното количество е значително по-малко и реакцията не е екзотермична. Вероятно именно заради това, въпреки установеното кисело рН на ИП са установени понижени стойности на Ra. От това може да се заключи, че при еднократното добавяне на активатори към ИП бурната екзотермична реакция е свързана с риск не само за виталитета на зъбната пулпа, но и за зъбния емайл. Като алтернативна опция може да се предложи прецизно намаляване на количеството на съответните активатори.



Фигура 29



Фигура 30

За установяване на наличието или не на значима зависимост между показателите Ra и ΔSGU за всяка експериментална група е изготвена корелограма като за целта са използвани отчетените в задача 3.1 стойности на $\Delta SGUES$. В задача 3.1 най-голяма по абсолютна стойност $\Delta SGUES$ е отчетена в група 1, а най-малка – в група 2. Отчетена по зони, най-голяма $\Delta SGUES$ е установена в инцизалната (VESG-I) зона в групи 1, 2, 3 и 5, а за група 4 - в средната (VESG-M) зона. Въпреки, че в цервикалната (VESG-C) зона се отчитат най-високите спектрофотометрични индекси за цвят преди нанасяне на избелващите агенти, установените $\Delta SGUES$ в нея са на второ място след тези в инцизалната зона за групи 1 и 3. За групи 2, 4 и 5 те заемат последно място. Колкото по-висока е стойността на ΔSGU , толкова по-голяма е разликата в цвета на два обекта и съответно тази разлика е по-забележима за човешкото око.

За всички групи са изчислени коефициентите на корелация между променливите Ra (dRa) и d_Color (ΔSGU) по Kendall's и Spearman's, както и коефициент на статистическа значимост Sig.2-tailed (Таблица 7; Таблица 8). В група 1 е установен положителен коефициент на корелация, но той не е статистически значим (Sig. (2-tailed) = 0,878, Sig.2-tailed $> \alpha$). В останалите групи са установени отрицателни коефициенти на

корелация, като само в група 2 и група 5 те са статистически значими (Sig.2-tailed $>\alpha=0,05$), което означава, че повърхностната грапавост R_a намалява с увеличаване на яркостта на зъбите вследствие избелване. В група 2 коефициентът на корелация по Kendall's е отрицателен (-0,720) и е статистически значим (Sig. (2-tailed) = 0,029, Sig.2-tailed $<\alpha$), което означава, че с увеличаване на яркостта след избелване грапавостта намалява.

На изготвените за всяка експериментална група корелограми (Фигура 31) обаче липсва изразена линейна зависимост между променливите R_a (dR_a) и ΔSGU (d_Color), дори е налице разсейване на стойностите. Това най-вероятно се дължи на малкия обем на извадките ($n = 7$) и се препоръчва в едно бъдещо изследване да се увеличи обема на извадката. В изследване на *Vieira-Junior WF и кол. (2018)* също не се установява никаква статистически значима зависимост между R_a и показателя за общата промяна на цвета ΔSGU , но при по-задълбочения анализ на цитирания колектив е установено, че промяната в R_a е свързана с промени в конкретни показатели от CIELAB: в яркостта на зъбите (lightness) и по зелено-червената ос на цвета на зъбите. (a^* и b^*).

Таблица 7 Коефициенти на корелация между променливите Ra и Δ SGU в групи 1 и 2

Correlations				
			dRa_35%HP	d_Color_35%HP
Kendall's tau_b	dRa_35%HP	Correlation Coefficient	1,000	,050
		Sig. (2-tailed)	.	,878
		N	7	7
	d_Color_35%HP	Correlation Coefficient	,050	1,000
		Sig. (2-tailed)	,878	.
		N	7	7
Spearman's rho	dRa_35%HP	Correlation Coefficient	1,000	,164
		Sig. (2-tailed)	.	,726
		N	7	7
	d_Color_35%HP	Correlation Coefficient	,164	1,000
		Sig. (2-tailed)	,726	.
		N	7	7

Correlations				
			dRa_20%HP	d_Color_20%HP
Kendall's tau_b	dRa_20%HP	Correlation Coefficient	1,000	-,720*
		Sig. (2-tailed)	.	,029
		N	7	7
	d_Color_20%HP	Correlation Coefficient	-,720*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,029	.
		N	7	7
Spearman's rho	dRa_20%HP	Correlation Coefficient	1,000	-,863*
		Sig. (2-tailed)	.	,012
		N	7	7
	d_Color_20%HP	Correlation Coefficient	-,863*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,012	.
		N	7	7

*, Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

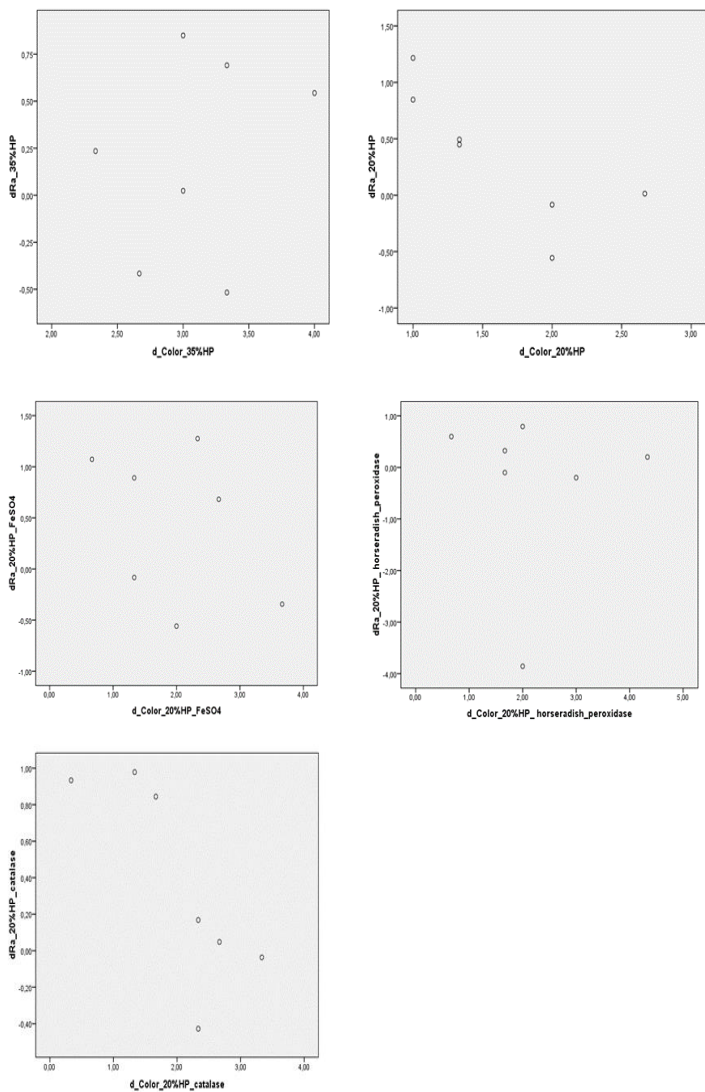
Таблица 8 Коефициенти на корелация между променливите Ra и Δ SGU в групи 3,4 и 5

Correlations			dRa_20% HP FeSO ₄	d_Color_20% HP FeSO ₄
Kendall's tau_b	dRa_20%HP_FeSO ₄	Correlation Coefficient	1,000	-,293
		Sig. (2-tailed)	.	,362
		N	7	7
	d_Color_20%HP_FeSO ₄	Correlation Coefficient	-,293	1,000
		Sig. (2-tailed)	,362	.
		N	7	7
Spearman's rho	dRa_20%HP_FeSO ₄	Correlation Coefficient	1,000	-,324
		Sig. (2-tailed)	.	,478
		N	7	7
	d_Color_20%HP_FeSO ₄	Correlation Coefficient	-,324	1,000
		Sig. (2-tailed)	,478	.
		N	7	7

Correlations			dRa_20% HP horseradish_ peroxidase	d_Color_20% HP horseradish_ peroxidase
Kendall's tau_b	dRa_20%HP_ horseradish_ peroxidase	Correlation Coefficient	1,000	-,250
		Sig. (2-tailed)	.	,442
		N	7	7
	d_Color_20%HP_ horseradish_ peroxidase	Correlation Coefficient	-,250	1,000
		Sig. (2-tailed)	,442	.
		N	7	7
Spearman's rho	dRa_20%HP_ horseradish_ peroxidase	Correlation Coefficient	1,000	-,364
		Sig. (2-tailed)	.	,423
		N	7	7
	d_Color_20%HP_ horseradish_ peroxidase	Correlation Coefficient	-,364	1,000
		Sig. (2-tailed)	,423	.
		N	7	7

Correlations			dRa_20% HP catalase	d_Color_20% HP catalase
Kendall's tau_b	dRa_20%HP_catalase	Correlation Coefficient	1,000	-,683*
		Sig. (2-tailed)	.	,033
		N	7	7
	d_Color_20% HP_catalase	Correlation Coefficient	-,683*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,033	.
		N	7	7
Spearman's rho	dRa_20%HP_catalase	Correlation Coefficient	1,000	-,811*
		Sig. (2-tailed)	.	,027
		N	7	7
	d_Color_20% HP_catalase	Correlation Coefficient	-,811*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,027	.
		N	7	7

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



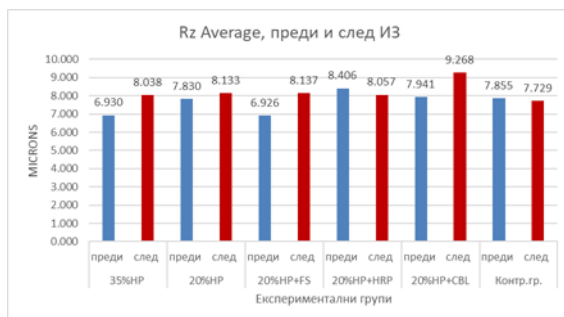
Фигура 31 Корелограми по групи

Друг отчетен показател за повърхностна грапавост е Rz - средната дълбочина на грапавост, която се формира от средноаритметичната стойност на единичните максимални

дълбочини на грапавост (R_z), т. е. максималната височина на върха до долината на профила в рамките на една дължина на отчитане, съгласно *ISO 21920-2:2021*.

В проучените източници от научната литература R_a е единственият изследван параметър в повечето от тях. R_z е по-рядко изследван параметър, а за останалите параметри (R_{ku} , R_q , R_{sk}) липсват литературни данни за проведени измервания за целите на денталната медицина.

При анализ на отчетените в настоящето изследване стойности на R_z най-голямо процентно повишение е отчетено в група 3 (с 15%), група 1 (14%) и група 5 (14%), а в група 2 то е само 4%. В групи 4 и 6 е отчетено понижение на средната дълбочина на грапавост R_z (Фигура 32; Фигура 33).



Фигура 32



Фигура 33

Стойността на R_a винаги ще бъде по-малка или равна на половината от R_z , тъй като R_a е мярка за промените от двете страни на средната стойност, а не както R_z - от върха до долината. Обикновено стойностите на R_a са много по-малки от половината от R_z (Whitehouse D, 2002). R_z е много по-чувствителен от R_a за установяване на повърхностни неравности (пикове и долини). Това се наблюдава и при анализа на резултатите от проведените измервания във всички групи от настоящото изследване, в което средното съотношение между стойностите на R_a и R_z е околоо 1:3,5. Освен това се установява, че в група 1, въпреки, че отчетената промяна в R_a е отрицателна, т.е. средната грапавост намалява след избелване, то промяната при R_z е съществена (14%). Това означава, че вероятно са отчетени и налични пикове и долини и емайловата повърхност не е идеално гладка. Ето защо е необходимо измерването на R_a да е придружено от измерване и на R_z , за да е по-обективна характеристиката на повърхността.

R_q е параметър за средната квадратична стойност. Той не е особено използван при стандартните измервания на грапавостта, но стойностите му се асоциират с оптичните свойства на повърхностите. При отчитането на параметъра R_q по групи (Фигура 34) най-високи процентни разлики преди и след ИЗ са отчетени в група 5 (20% HP+CBL) – 20%, група 3 (20% HP+FS) – 13% и група 2 (20% HP) – 8%. Процентните разлики в група 1 (35% HP) и в контролната група са ниски и еднакви – 2%, а в група 4 (20% HP+CBL) те са минимални, но с отрицателен знак: -1% (Фигура 35).



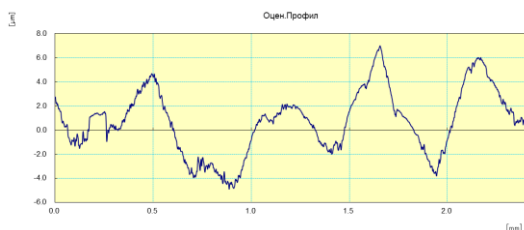
Фигура 34



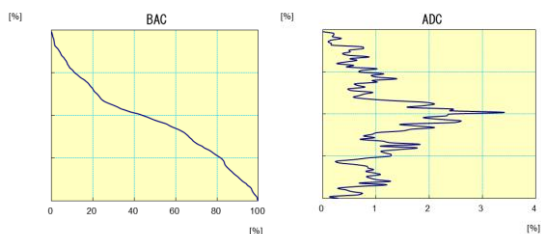
Фигура 35

В хода на измерването на показателите на грапавостта, свързаният с апарат софтуер автоматично генерира оценка на профила за всеки изследван образец (Фигура 36), както и ВАС - крива и ADC – крива (Фигура 37). Основните елементи на профила са „планини“, „върхове“ и „долини“. ВАС (bearing area curve: крива на носещата площ): кривата показва съотношението зъб-профил в оценяваната дължина на профила. ADC (amplitude distribution curve) е кривата на разпределение на амплитудата на профила - амплитудната плътност, която представлява процентното съотношението на сумата от хоризонталните дължини на секциите от оценявания профил, които попадат между нивата на 2 отрязъка и дължината на оценявания профил. ADC кривата се построява като се използва първото ниво като

ордината и плътността на амплитудата за всеки отрязък като абсциса (Дикова Ц и кол., 2022)



Фигура 36 Оценка на профила

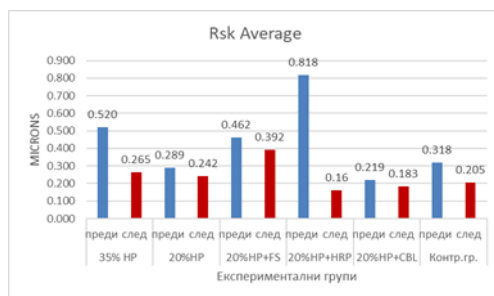


Фигура 37 BAC и ADC криви на профила

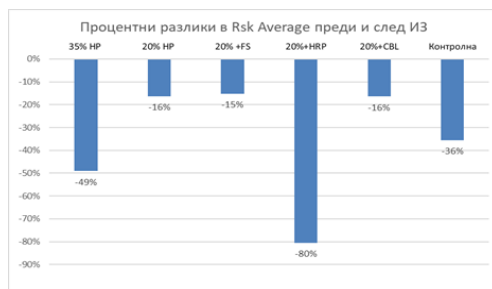
Rsk отчита степента на отклонение в посока нагоре или надолу на кривата на амплитудно разпределение (ADC), т.е. Rsk е показател за асиметрия на това разпределение над и под средното. Идеалното симетрично разпределение има $Rsk=0$. Голямо положително изкривяване означава стърчащи нагоре тънки шипове. Голямо отрицателно изкривяване означава тесни вдлъбнатини на повърхността. Rsk със стойности под и равни на 0 се асоциира с голяма абразивоустойчивост, а стойности над 0 – с малка такава.

По отношение на зъбната повърхност идеалните стойности са възможно най-близо до 0. В проведеното изследване средните стойности на Rsk са близки до 0 като най-високи са те в група 4 (20%HP+HRP) преди ИЗ ($0.818\mu m$) (Фигура 38). В същата група обаче е и най-изразена процентната разлика на Rsk

преди и след ИЗ (80%), последвана от процентната разлика в група 1(35%НР) - 49% и -36% за контролната група, а в група 2 (20%НР), група 3 (20%НР+FS) и група 5 (20%НР+CBL) процентните разлики са приблизително еднакви -15/-16% (Фигура 39). Във всички групи стойностите на Rsk намаляват значително след изобелване и се доближават още повече до 0, т.е. разпределението остава почти идеално симетрично при $Rsk=0$.



Фигура 38



Фигура 39

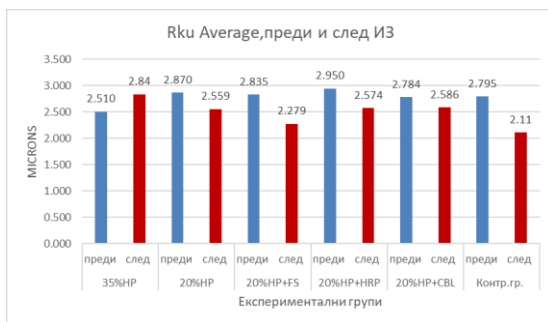
Rku е параметър за остротата на профила на грапавост и ексцеса на разпределението (куртоза). Интерпретирането на стойностите му по литературни данни (*Gadelmawlaa ES et al., 2002*) е както следва:

$Rku < 3$: Разпределението на профила по височина е с относително малко върхове и долини над средната равнина

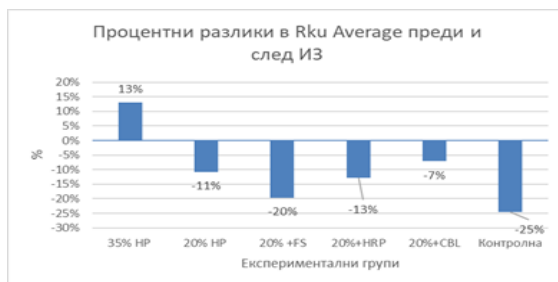
$Rku = 3$: Разпределението на височината е нормално (остри части и вдлъбнати части съществуват съвместно)

$Rku > 3$: Разпределението на височината е с относително много върхове и долини

Данните от настоящето изследване са графично представени на Фигура 40 и Фигура 41.



Фигура 40



Фигура 41

Въпреки отчетените значими процентни разлики (Фигура 41), стойностите на Rku във всички групи са под 3 или близки до 3, което означава, че разпределението на височината е нормално или с единични върхове и долини.

ИЗВОДИ

I.Относно анкетните проучвания по задача 1:

А) сред ЛДМ

1. Най-разпространеният сред ЛДМ –участници клиничен протокол за ИВЗК включва прилагане на ИП с висока концентрация на НР в едно посещение с 2-3 апликации на избелващия агент със средна продължителност от 15 мин.

2. Светлинно активиране на ИП прилагат 80% от участниците като според малко повече от половината от тях то ускорява и увеличава избелващия ефект на прилагания ИП.

Б) сред пациенти

1. Процедурите по ИЗ не се асоциират с влошаване на OHRQoL поради психосоциален дискомфорт или болка от над 95% от участниците.

2. Значително висок е процентният дял на лицата, които никога не са посещавали ЛДМ с цел избелване, но дялът на тези лица, които биха провели ИЗ, назначено от зъболекар е по-висок от него, което очертава авторитета на ЛДМ и доверието в него за по-широкото информиране на пациентите относно безопасността на методите за ИЗ.

II. Относно лабораторните изследвания:

А) по задача 2

1. Установените чрез йодометрично титруване разлики между действително отчетената концентрация на НР в изследвания ИП и очакваната такава са в допустимите граници спрямо стандарта по ISO за ИП за външно ИЗ ISO 28399:2021.

2. Чрез йодометрично титруване се установява плавно спадане, в продължение на 20 мин, на концентрацията на НР в пробите с ИП без допълнително активиране. Прилагането на физични фактори (синя светлина - 450 nm и електрически ток като активатори на ИП води до първоначално повишаване на концентрацията на НР с пик на петата минута, последвано от постепенно спадане без достигане до изходните ѝ стойности.

3. Постигнатият краен избелващ ефект върху екстракт от черен чай след прилагане на ИП без или с активиране чрез синя светлина е равен, но настъпва почти два пъти по-бързо след активиране. Йонофоретичното активиране води до по-слаб, но плавно настъпващ избелващ ефект.

Б) по задача 3

1. Концентрацията на НР в ИП има основна роля за постигането на най-добър избелващ ефект.

2. Хряновата пероксидаза (HRP) в най-голяма степен повишава избелващия ефект на 20% НР. Железният сулфат (FS) и каталазата (CBL) има сходно въздействие върху избелващия ефект на НР 20%, но по-слаб от този на хряновата пероксидаза.

3. Добавянето на метални соли и оксидо-редуктазни ензими към ИП с 20% НР предизвиква бърза и бурна екзотермична реакция, която в клинични условия би създала риск за околните меки тъкани и пулпния виталитет.

4. При спазени условия за правилно изпълнение на визуалния метод чрез разцветка VITA 3D Bleaching Guide и спектрофотометричния метод чрез VITA EasyShade, Bleaching Mode не се установява статистически значима разлика между тях по отношение на оценката на избелващия ефект.

В) по задача 4

1. Средната повърхностна грапавост на зъбите (R_a) се увеличава след избелването им. Единствено в групата, в която е използван изцяло фабричен продукт с 35% НР, R_a намалява след избелване и процентната разлика е с отрицателен знак. Процентните разлики в R_a след прилагане на различните ИП са най-съществени в групата с активатор каталаза и най-малки в групата с активатор хрянова пероксидаза.

2. Установена е отрицателна корелация между R_a и постигнатия избелващ ефект в групата с 20% НР и групата с 20% НР и активатор каталаза. На изготвените корелограми обаче липсва изразена линейна зависимост между двете променливи.

3. За по-обективна характеристика на всяка изследвана повърхност е необходимо измерването на средната повърхностна грапавост R_a да е придружено и от измерване на средната дълбочина на грапавост R_z .

4. Във всички групи стойностите на R_{sk} намаляват значително след избелване и се доближават още повече до 0, т.е. разпределението остава почти идеално симетрично при $R_{sk}=0$, а стойностите на R_{ku} във всички групи са под 3 или близки до 3, което съответства на нормално разпределение на височината на профила.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Избелването на зъби е процедура, която се радва на голяма популярност. Сияйната усмивка е важна част от визията ни, символ е на здраве и младост. Тази процедура, макар и обикновено считана за козметична, може да окаже значителен психологичен ефект върху самочувствието и социалния живот на човека чрез подобряването на външния вид и увеличаване на увереността.

Както всяка медицинска процедура, избелването на зъби има своите ползи и рискове, които трябва внимателно да бъдат преценени. Важно е да се избере подходящ метод, който да осигури баланс между ефективност и безопасност. Най-важното обаче е да не се увредят твърдите зъбни тъкани, пулпата, пародонта. Познаването на информираността, действията, опита на пациентите и денталните лекари би могло да подобри качествата и контрола върху тази манипулация, както и нейната предвидимост. Постигането на по-бърза и по-ефективна процедура е желан резултат както от пациентите, така и от денталните медици, а балансът между желание за естетика и здраве е ключов за дългосрочния успех и удовлетвореността.

Здравата и красива усмивка е не само въпрос на естетика, но и на цялостно здраве и благополучие.

САМООЦЕНКА НА ПРИНОСИТЕ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Научно-приложни приноси

1.1. С оригинален характер

1.1.1. Осъществен е задълбочен анализ относно информираността, опита и различни аспекти от провеждането на избелващи процедури както сред ЛДМ, така и сред пациенти.

1.1.2. Сравнен е потенциалът на физичните фактори синя LED светлина и електрически ток да активират ИП с НР.

1.1.3. За първи път са определени параметрите на микрограпавост R_q , R_{sk} и R_{ku} , както и ВАС и ADC кривите на профила на повърхността на зъби, подложени на избелване *in vitro*.

1.2. С потвърдителен характер

1.2.1. Потвърдени са възможностите на йодометричното титруване като химичен метод за установяване на промени в концентрацията и скоростта на разлагане на НР.

1.2.2. Потвърдени са възможностите на UV-VIS спектроскопията за сравнение на постигнатия от ИП за зъби избелващ ефект върху екстракт от черен чай.

1.2.3. Потвърдено е, че концентрацията на НР в ИП има основна роля за постигането на най-добър избелващ ефект.

1.2.4. Потвърдено е, че прилагането на ИП води до промени в средната повърхностна грапавост R_a на зъби, избелвани *in vitro*.

2. Приложни приноси

- 2.1. С оригинален характер: Осъществено е сравнение на възможностите за оценка на избелващия ефект на визуалния метод и на спектрофотометричния метод чрез VITA EasyShade в режим „Избелване“ (Bleaching Mode).
- 2.2 С потвърдителен хатактер: Установеният активационен потенциал на изследваните физични и химични фактори предоставя възможност за промени в клиничните протоколи за ИВЗК.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД:

1. Stankova S. Changes in tooth enamel due to bleaching Varna Medical Forum. 2023;12(1):188-195.
2. Stankova S. Methods for evaluating the whitening effect on vital teeth Varna Medical Forum. 2023;12(2):189-194
3. Stankova S. Patients' awareness, attitudes, and experiences regarding tooth whitening methods: a survey study. Varna Medical Forum. 2023;12(2):195-199.