



**Медицински университет -Варна  
„Проф. Д-р Параскев Стоянов”**

**Факултет „Медицина”  
Катедра „Клиника на протетичната дентална  
медицина“**

**Д-р Иван Михайлов Денков**

**Проблеми и техните решения при лечение на дефекти на  
зъбните корони с конструкции от  $ZrO_2$**

**АВТОРЕФЕРАТ**

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

**Научна специалност: „Ортопедична стоматология“**

**Научен ръководител:**

Проф. д-р Методи Захариев Абаджиев, д.м.н.

**Варна 2021 г.**

Дисертационният труд съдържа 152 стандартни страници и е онагледен с 16 таблици, 72 фигури и 3 приложения. Литературната справка включва 181 литературни източника, от които 20 на кирилица и 161 на латиница.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на катедрен съвет на Катедрата по Клиника на протетичната дентална медицина при МУ "Проф. Д-р Параскев Стоянов" – Варна на 05.04.2021 г.

Научно жури:

Председател:

Проф. д-р Методи Захариев Абаджиев, дмн – вътрешен член и научен ръководител

Членове:

1. Проф. д-р Божидар Иванов Йорданов, д.м.
2. Проф. д-р Ангелина Печева Влахова - Петрова, д.м
3. Доц. д-р Илияна Любомирова Стоева-Иванова, д.м.н.
4. Доц. д-р Ивета Пламенова Катрева, д.м.

Официалната защита на дисертационния труд ще се състои на 11.06.2021г от 12 часа в електронната система Blackboard на Медицински Университет Варна на открито заседание на Научното жури.

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

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

## **СЪДЪРЖАНИЕ**

ВЪВЕДЕНИЕ	5
ЦЕЛ И ЗАДАЧИ	7
МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ	8
РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ	23
ИЗВОДИ	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	69
ПРИНОСИ	71
ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С	72
ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	

## ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

ZrO<sub>2</sub> - циркониев диоксид

MDP - метакрилол локсидецил дихидроген фосфат

GIC - стъклоно йономерен цимент

Zr - цирконий

SiO<sub>2</sub> - силициев оксид

TZP - тетрагонални циркониеви поликристали

MgO - магнезиев оксид

CaO - калциев оксид

CeO<sub>2</sub> - цериев оксид

Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - итриев оксид

Mg - магнезий

PSZ - частично стабилизиран цирконий

Y-TZP - итриево-тетрагонални циркониеви поликристали

Ce - церий

MPa - мегапаскали

YSZ – итрий стабилизиран цирконий

kN – килонютони

CAD/CAM - компютърно асистиран дизайн/компютърно асистирано производство

HIP – hot isostatic postcompaction

mJ – милиджаула

G – скорост на освобождаване на енергията на деформация

SEM – сканиращ електронен микроскоп

ZTA – цирконий алуминиев триоксид

PEEK – полиетеретеркетон

CoCr – кобалт хром

MAD/MAN – ръчно асистиран дизайн/ръчно асистирано производство

## ВЪВЕДЕНИЕ

Появата на циркониевия диоксид в ежедневната практика, позволи на лекаря по дентална медицина да предлага изцяло керамични възстановявания с прекрасни механични качества и задоволяваща естетика. Присъщата крехкост на керамиката липсва при циркониевия диоксид. При него се наблюдава изключителна износостойчивост и отлична издръжливост. Сивеснето и неестетичния облик на металокерамиката бяха заменени. Дигитализирането на процеса на изработка на реставрациите доведе до едно ново ниво на прецизност в протетичната дентална медицина. Употребата на интраорални скенери и CAD/CAM фрезовачни машини е вече ежедневие. Въпреки че превъзхожда други материали с представянето си спрямо тях, чисто механично (сила, здравина и устойчивост на умора) има своите недостатъци. Един от тях е отчупване на части от инкрустационната керамика, разположена върху основа от циркониев диоксид. По-подробно в този научен труд ще се спрем върху другия основен проблем при лечението на дефекти на зъбната корона с циркониев диоксид, а именно фиксирането на короната върху зъбното пълче. Важен момент от клиничния протокол за възстановяване на дефект на зъбната корона, тъй като това ще определи дълготрайността на лечението. Химичната инертност на циркониевия диоксид е пречка за установяване на здрава и трайна връзка с материалите предназначени за циментиране. Едната техника, която обикновено се използва за кондициониране на керамичната повърхност, е тази на въздушна абразия. Въздушната абразия с частици на алуминиевия оксид се извършва рутинно за отстраняване на слоеве замърсители, като по този начин се увеличава микромеханичното задържане между композитния цимент и възстановяването. Тези частици могат или не да бъдат покрити със силициев диоксид (с трибохимична обработка).

Други техники за повърхностно третиране на циркониевата керамика, които се използват са лазерно, плазмено пръскане и свързването на стъклени перли върху повърхността на циркония.

Използват се няколко покриващи агента за повишаване на образуването на химични връзки с циркония, но само онези агенти,

които съдържат фосфатен мономерен агент, са ефективни при установяване на надеждна връзка с циркониевите материали.

Стъкленойономерните цименти, въпреки своите предимства не могат да създадат достатъчно здрава връзка. До момента комбинацията от въздушна абразия и употребата на 10-MDP праймер е най-предпочитана. Комбинацията следва да бъде последвана от употребата на композитен цимент.

## **ЦЕЛ И ЗАДАЧИ**

### **1. Цел**

Целта на настоящия дисертационен труд е да се изследва силата на якост на връзката между дентин и  $ZrO_2$  при лечение на дефекти на зъбната корона с цели обвивни корони от  $ZrO_2$ .

### **2. Задачи**

Настоящата цел може да бъде постигната чрез решаването на следните задачи:

- 1) Да се изследва и сравни силата на якост на задържане на циркониевата корона, спрямо зъбното пънче при наличие на механични ретенции и при тяхната липса
- 2) Да се изследват и сравнят различните видове фиксиращи агенти за фиксиране на циркониева корона
- 3) Да се определят предпочитанията и съображенията на лекарите по дентална медицина за избора на конкретно фиксиращо средство и прокол за циментиране
- 4) Да се изследва и сравни силата на задържане на циркониева корона, спрямо зъбното пънче при различна височина на клиничната корона и отстояние до антагонистите и да се създаде протокол за фиксирането и при различните клинични ситуации.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

### 1. Материали и методи по задача 1

**Обект на наблюдение:** силата на якост на връзката на циментите, използвани за фиксиране на циркониева корона

**Единици на наблюдение:** 228 образци на фиксирана циркониева корона към зъбно пънче с различни протоколи за фиксиране

**Въвеждане на първичните данни:** Необходимите данни от проведените тестове са въведени в електронни таблици за последваща статистическа обработка, като всеки образец получава идентификационен номер.

**Дизайн на изследването:** За изпълнението на тази задача е проведено лабораторно изпитване на силата на адхезията на предварително подготвени образци. Върху образци на идентични зъбни пънчета са фиксирани циркониеви корони с различни цименти. С помощта на специализиран уред (сертифициран по ISO) короната се издърпва от зъбното пънче. Специализиран софтуер записва данните за приложената сила и времето, за което коронката е отлепена.

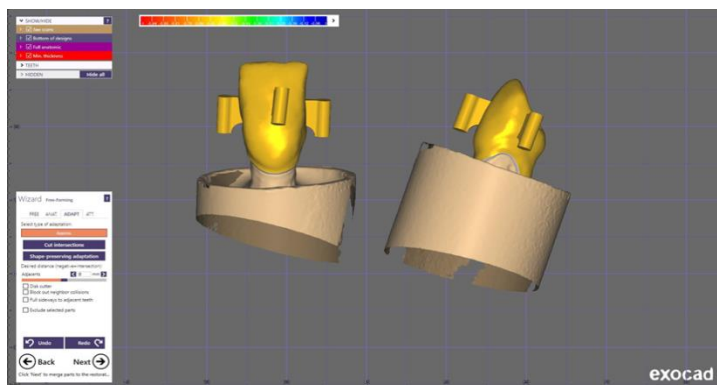
**Техника на изпълнение:** Екстрахиран препариран естествен зъб се фиксира с восък върху винт с размер М8. Зъба заедно с винта се фиксира в тръбичка (пластмасова или алуминиева). В тръбичката се излива епоксидна смола за да бъде фиксиран естествения зъб (Фиг. 1).



**Фиг. 1. Фиксиран зъб в алуминиева тръбичка и епоксидна смола. Зъба е фиксиран под нивото на шийката**



Екземплярите се сканират и се изработва дизайн на циркониевата корона със специализиран софтуер (Фиг. 2. ).



**Фиг. 2. Дизайн на циркониева корона с механични ретенции, които са монолитно свързани**

Чрез CAD/CAM система се фрезозат циркониевите корони по зададения дизайн и се фиксират с различните цименти към естествената зъбна тъкан (Фиг. 3).



**Фиг. 3. Фиксирана монолитна циркониева корона с механични ретенции разположени екстракоронарно**

На така подготвения образец се фиксира халка, която в последствие заливаме с епоксидна смола без да се достига нивото на препаративната граница (Фиг. 4)



**Фиг. 4. Образец с поставена халка**

По този начин образците се подготвят за извършване на тест за сила на връзката в сертифицирана лаборатория, като образеца се завинтва за основата на апарата за тестването и с помощта на кука, която е позиционирана в горния край на уреда и захваната за халката се извършва издърпването докато се отдели короната.



**Фиг. 5. Поставен образец в машината за тестване**

Данните се записват в реално време, чрез специализиран софтуер, който показва силата и времето, за което короната се отделя от естествената зъбна тъкан.



**Фиг. 6. Отлепена циркониева корона на вече тестван образец**

Резултатите са обработени статистически с SPSS v. 20.0, като са използвани сравнителен, вариационен и корелационен анализ.

## **2. Материал и методи по задача 2**

**Обект на наблюдение:** композитни и стъкленойономерни цименти, участващи в изследването

### **Единици на наблюдение:**

- Fuji plus (Radiopaque reinforced glass ionomer luting cement in capsules)
- G cem (Self adhesive luting cement in capsules)
- GC Fujicem Evolve – Automix (Radiopaque reinforced glass ionomer luting cement)
- G Cem Link ace-automix (Self adhesive resin cement)
- G cem Link Force (Adhesive resin cement)

**Дизайн на изследването:** От фирмата производител са предоставени характеристиките на циментите, както и инструкциите за тяхната употреба. Всички са за автоматизирано размесване, избягвайки процента грешка при ръчно разпределяне на праха и течността, както и неправилното им размесване. Всеки един от циментите е със специализиран накрайник за улеснено аплициране по вътрешната повърхност на циркониевата корона.

Характеристиките и показанията на различните цименти са сравнени, включително и формите за апликация и за разбъркване.

### **3. Материал и методи по задача 3**

**Обект на наблюдение:** предпочитанията на лекарите по дентална медицина относно избора на протокол за фиксиране на циркониева корона

**Единици на наблюдение:** 100 лекари по дентална медицина

**Дизайн на изследването:** Чрез анонимна анкета съдържаща единадесет въпроса са изследвани предпочитаните видове цименти за фиксиране на циркониева корона и причините поради които биват избирани. Както и нагласите и мотивите за промяна на вече избрания цимент.

**Техника на изпълнение:** Анкетните карти са анонимни, като първичните данни се въвеждат в екселска таблица за по нататъшна статистическа обработка. Резултатите са представени в графичен и табличен вид.

Резултатите са обработени статистически с SPSS v. 20.0, като са използвани сравнителен, вариационен и корелационен анализ.

### **4. Материал и методи по задача 4**

#### **Методика за подбор на протокола за фиксиране на циркониевата корона при различните клинични ситуации**

От проведени анализи и получени резултати от първите две задачи се стига до извода, че силата на връзката не е единственият решаващ фактор за преживяемост на конструкцията. От съществено значение е методът на препарация на зъба и свойствата на използвания материал за изработка на конструкцията.

Наблюдавана е градация на устойчивостта на денталните цименти спрямо различните сили. Най-устойчиви са на сили на натиск, следвано от силите на срязване и най-малко устойчиви са на сили на опън. Трябва да се има предвид, че сили на опън могат да се появят при изместването, отдалечаването на реставрацията от зъбното пънче, както и при лостови взаимодействия в препарационната граница (образува се ос на ротация на короната). Клинични случаи, при които е необходимо да бъдат възстановени твърдите зъбни тъкани на зъби с къси клинични корони, употребата на стандартни препарационни техники са недостатъчни за осигуряване на задържане и устойчивост на изработваната от нас изкуствена корона. Необходимо е препарирането на форми в твърдите зъбни тъкани, които биха увеличили контактната повърхност между зъбното пънче и короната. Такъв тип интракоронарни форми (врязвания) могат да бъдат ретенционни улеи позиционирани апроксимално или кутиечни форми на ретенция позиционирани оклузално. Също така трябва да се има предвид и факта че евентуално прекомерно отнемане на аксиалните стени, би довело да намаляване на задържащата сила между короната и подготвеното зъбно пънче. Доказано е, че колкото по-късо е зъбното пънче толкова наклонът на аксиалните стени трябва да клони към  $0^0$  и тези стени да са препарирани почти успоредно.

Стандартната методика при възстановяване на зъба с циркониева корона е свързана с редуциране на зъбните тъкани околоръст с 0.4 мм до 0.8 мм в областта на режещия ръб и в шийката на зъба, а във вестибуларната равнина е необходимо редуциране 0.5 мм., което съответства на изискването за съхраняване на твърди зъбни тъкани и минимална инвазивност.

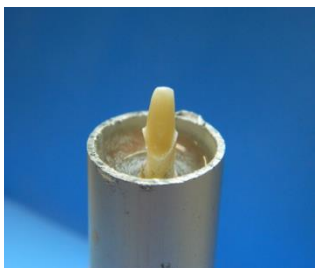
В тази връзка представяме клинични протоколи за тестване за фиксиране на единична циркониева корона в зависимост от анатомичните особености на зъба, който ще бъде възстановен и отстоянието до антагонистите. При всички протоколи използваме фиксиращия цимент, който е дал най-добри резултати в първа и втора задача.

I.Клиничен протокол за фиксиране на единична циркониева корона върху конвенционално зъбно пънче с размер минимум 7,0 мм. височина и успоредни стени.



**Фиг. 7. Фиксирана циркониева корона върху зъбно пънче с размер минимум 7,0 мм. височина и успоредни стени**

- Препариране на зъбното пънче



**Фиг. 8. Препарация на резец за фиксиране на единична циркониева корона**



**Фиг. 9. Препарация на молар за фиксиране на единична циркониева**

**Табл. 1. Използвани борери за различните зъбни повърхности на преден зъб**

<b>Зъбна повърхност</b>	<b>Тип борер</b>	<b>Размер на диаманта</b>
Инцизална редукция	дълъг цилиндричен борер със заоблен връх	среден или груб
Вестибуларна редукция	дълъг цилиндричен борер със заоблен връх	среден или груб
Интерпроксимално	дълъг цилиндричен борер със заоблен връх	среден или груб
Лингвална редукция	борер тип „яйце“	среден или груб
Заобляне на линейните ъгли	дълъг цилиндричен борер със заоблен връх	Фин
Маргинално финиране	челно режещ	Фин

**Табл. 2. Използвани борери за различните зъбни повърхности на заден зъб**

<b>Зъбна повърхност</b>	<b>Тип борер</b>	<b>Размер на диаманта</b>
Оклузална редукция	борер тип „широко рамо“ „двоен трапец“ или „яйце“	среден или груб
Аксиална редукция	борер тип „тясно рамо“	среден или груб
Интерпроксимално	дълъг цилиндричен борер със заоблен връх	среден или груб
Заобляне на линейните ъгли	дълъг цилиндричен борер със заоблен връх	фин
Маргинално финиране	челно режещ	фин

- Подготовка на единичната циркониева корона, както и на зъбното пънче за фиксиране
  - Изолиране на работното поле

- Почистване на зъбното пънче с паста без флуор или разтворена пемза
- Обработка на единичната циркониева корона с пясъкоструен апарат с  $50\mu\text{m Al}_2\text{O}_3$  или CoJet 3M Espe
- Аплициране на MDP праймер по вътрешната повърхност на короната
- Омазване на вътрешната повърхност на короната с цимента използвайки специализирани смесителни канюли за автоматизирано разбъркване



**Фиг. 10.** Аплициране на цимент в циркониева корона със специализиран накрайник за размесване

- Фиксиране на циркониевата корона. Спазват се инструкциите за употреба написани от фирмата производител. Ние наблюдаваме най-добри резултати при фиксиране с композитен цимент.

**Обект на наблюдение:** силата на връзката между цимента, използван за фиксиране на циркониевата корона и зъбното пънче

**Единици на наблюдение:** 12 образци на фиксирана циркониева корона към зъбни пънчета с нормална височина на зъбното пънче минимум 7,0 мм

**Въвеждане на първичните данни:** Необходимите данни от проведените тестове са въведени в електронни таблици за последваща



статистическа обработка, като всеки образец получава идентификационен номер

**Дизайн на изследването:** За изпълнението на тази задача е проведено лабораторно изпитване на силата на якост на връзката на предварително подготвени образци. Върху образци на зъбни пълчета са фиксирани циркониеви корони с композитен цимент, като преди това са почистени зъбните пълчета и е аплициран MDP праймер по вътрешната повърхност на короната. Композитния цимент е с автоматизирано смесване и е нанесен чрез специализирана канюла. С помощта на специализиран уред (сертифициран по ISO) короната се издърпва от зъбното пълче. Специализиран софтуер записва данните за приложената сила и времето, за което коронката е отлепена.

II. Клиничен протокол за фиксиране на единична циркониева корона, изработена върху къса клинична корона с нормално разстояние до антагонистите без използване на допълнителни ретенционни форми при препарирането им

- Препариране на зъбното пълче

**Табл. 3. Използвани борери за различните зъбни повърхности на заден зъб**

<b>Зъбна повърхност</b>	<b>Тип борер</b>	<b>Размер на диаманта</b>
Оклузална редукция	борер тип „широко рамо“ „двоен трапец“ или „яйце“	среден или груб
Аксиална редукция	борер тип „тясно рамо“	среден или груб
Интерпроксимално	дълъг цилиндричен борер със заоблен връх	среден или груб
Заобляне на линейните ъгли	дълъг цилиндричен борер със заоблен връх	Фин
Маргинално финариране	челно режещ	Фин
Апроксимално	дълъг цилиндричен борер със заоблен връх	среден или груб

**Обект на наблюдение:** силата на якост на връзката на цимента, използван за фиксиране на циркониевата корона върху зъбното пънче

**Единици на наблюдение:** 12 образци на фиксирана циркониева корона към зъбни пънчета с къса клинична корона без препариране на допълнителни ретенционни форми

**Въвеждане на първичните данни:** Необходимите данни от проведените тестове са въведени в електронни таблици за последваща статистическа обработка, като всеки образец получава идентификационен номер

**Дизайн на изследването:** За изпълнението на тази задача е проведено лабораторно изпитване на силата на адхезията на предварително подготвени образци. Върху образци на зъбни пънчета са фиксирани циркониеви корони с композитен цимент, като преди това са почистени зъбните пънчета и е аплициран MDP праймер по вътрешната повърхност на короната. Композитния цимент е с автоматизирано смесване и е нанесен чрез специална канюла. С помощта на специализиран уред (сертифициран по ISO) короната се издърпва от зъбното пънче. Специализиран софтуер записва данните за приложената сила и времето, за което коронката е отлепена.



**Фиг. 11. Аплициране на цимент в циркониева корона със специализиран накрайник за автоматизирано размесване**

III. Протокол за къси клинични корони с нормално разстояние до антагонистите (поне 1,5мм) и препарирани с ретенционни улеи разположени апроксимално



**Фиг. 12. Препариран естествен зъб с изработени интракоронарни ретенции – ретенционни улеи, разположени апроксимално**

- Препариране на зъбното пънче

**Табл. 4. Използвани борери за различните зъбни повърхности на заден зъб**

Зъбна повърхност	Тип борер	Размер на диаманта
Оклузална редукция	борер тип „широко рамо“ „двоен трапец“ или „яйце“	среден или груб
Аксиална редукция	борер тип „тясно рамо“	среден или груб
Интерпроксимално	дълъг цилиндричен борер със заоблен връх	среден или груб
Заобляне на линейните ъгли	дълъг цилиндричен борер със заоблен връх	Фин
Маргинално финаране	челно режещ	Фин
Апроксимално	дълъг цилиндричен борер със заоблен връх	среден или груб

Допълнително изискване при подготовката на къса клинична корона, при която се наблюдава нормално разстояние от антагонистите

е изработването на ретенционни улеи разположени апроксимално, които биха предотвратили евентуална ротация по време на функция и биха подобрили задръжката на короната , поради увеличената контактна площ .

**Обект на наблюдение:** силата на якост на връзката на циментите, използвани за фиксиране на циркониева корона

**Единици на наблюдение:** 12 образци на фиксирана циркониева корона към зъбни пънчета с къса клинична корона, при които са изработени ретенционни улеи, разположени апроксимално.

**Въвеждане на първичните данни:** Необходимите данни от проведените тестове са въведени в електронни таблици за последваща статистическа обработка, като всеки образец получава идентификационен номер

**Дизайн на изследването:** За изпълнението на тази задача е проведено лабораторно изпитване на силата на якост на връзката на предварително подготвени образци. Върху образци на зъбни пънчета са фиксирани циркониеви корони с композитен цимент, като преди това са почистени зъбните пънчета и е аплициран MDP праймер по вътрешната повърхност на короната. Композитния цимент е с автоматизирано смесване и е нанесен чрез специална канюла. С помощта на специализиран уред (сертифициран по ISO) короната се издърпва от зъбното пънче. Специализиран софтуер записва данните за приложената сила и времето, за което коронката е отлепена.

IV. Протокол за къси клинични корони с разстояние до антагонистите по-малко от 1,5мм и препарирани с ретенционни улеи и оклузално разположена кугична форма на ретенция

**Табл. 5. Използвани борери за различните зъбни повърхности при къси клинични корони**

Зъбна повърхност	Тип борер	Размер на диаманта
Оклузална редукция	борер тип „широко рамо“ „двоен трапец“ или „яйце“	среден или груб
Аксиална редукция	борер тип „тясно рамо“	среден или груб
Интерпроксимално	дълъг цилиндричен борер със заоблен връх	среден или груб
Заобляне на линейните ъгли	дълъг цилиндричен борер със заоблен връх	фин
Маргинално финиране	челно режещ	фин
Апроксимално	дълъг цилиндричен борер със заоблен връх	среден или груб

**Обект на наблюдение:** силата на връзката на циментите, използвани за фиксиране на циркониева корона върху зъбно пънче

**Единици на наблюдение:** 12 образци на фиксирана циркониева корона към зъбни пънчета с къса клинична корона, при които са изработени ретенционни улеи, разположени апроксимално и кутиечна форма на ретенция разположена оклузално.

**Въвеждане на първичните данни:** Необходимите данни от проведените тестове са въведени в електронни таблици за последваща статистическа обработка, като всеки образец получава идентификационен номер

**Дизайн на изследването:** За изпълнението на тази задача е проведено лабораторно изпитване на силата на връзката на предварително подготвени образци. Върху образци на зъбни пънчета са фиксирани циркониеви корони с композитен цимент, като преди това са почистени зъбните пънчета и е аплициран MDP праймер по вътрешната повърхност на короната. Композитния цимент е с автоматизирано смесване и е нанесен чрез специална канюла. С помощта на специализиран уред (сертифициран по ISO) короната се издърпва от

зъбното пълче. Специализиран софтуер записва данните за приложената сила и времето, за което коронката е отлепена.



**Фиг. 13. Оклузална ретенция с кутична форма**

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

### 1. Резултати и обсъждане по задача 1

В тази задача се анализират резултатите от тестването на силата на връзката между 228 образеца на циркониеви корони и зъбна тъкан. Механичните изпитвания на силата на връзката са извършени с помощта на специализирана изпитвателна машина. Силата на връзката на образеца се изчислява чрез разделяне на максималното напрежение върху площта на напречното сечение на образеца.



**Фиг. 14. Специализирана изпитвателна машина за сила на връзката**

Циркониевите корони са разделени в три групи:

1. Контролна група – без повърхностна обработка на образците
2. Обработка с пясъкоструене – Образците са обработени с 50  $\mu\text{m}$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  частици под налягане от 2 бара на разстояние 10 mm за 15 s. След това образците се измиват под течаща вода в продължение на 30 s и се подсушават с въздушна струя.



**Фиг. 15. Апарат за пясъкоструене с  $Al_2O_3$**

3. Покритие от трибохимичен силициев диоксид – Покритие от трибохимичен силициев диоксид (CoJet Sand, 3M ESPE) се нанася за 15 s при 2,8 бара въздушно налягане и разстояние 10 mm от повърхността на циркониевата корона.



**Фиг.16. Препарат за трибохимично покритие**

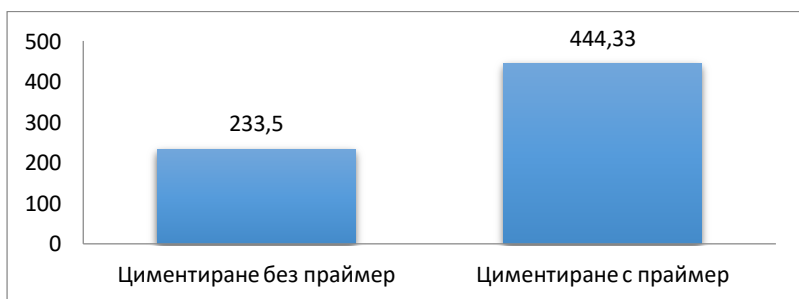
На табл. 6. е представен сравнителен анализ на силата на връзката на образците и времето, за което циркониевата корона се отделя от зъбното пълне.



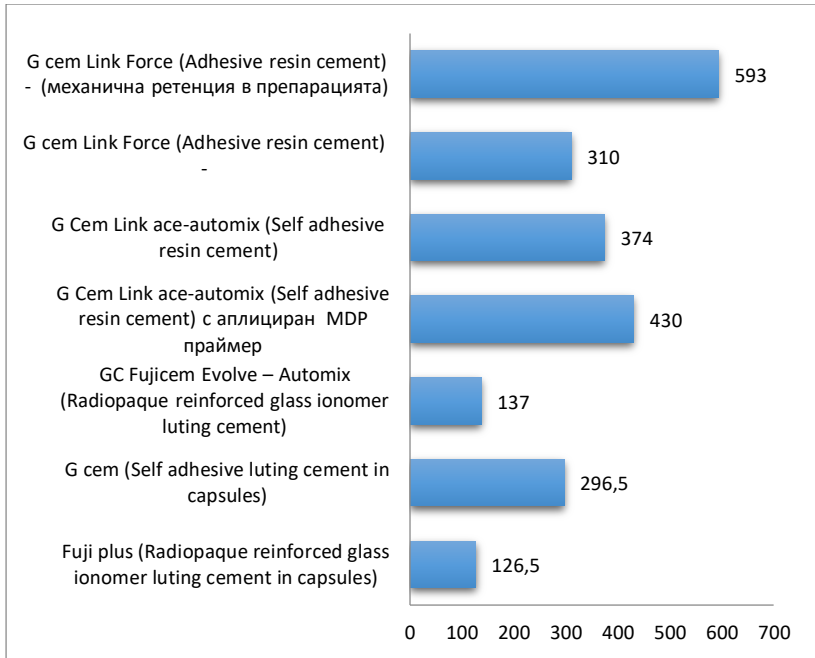
**Табл. 6. Сравнителен анализ на силата на връзката**

Вид цимент	Сила на връзката (N)	Време (сек.)
Fuji plus (Radiopaque reinforced glass ionomer luting cement in capsules)	126.5	116.25
G cem (Self adhesive luting cement in capsules)	296.5	73.5
GC Fujicem Evolve – Automix (Radiopaque reinforced glass ionomer luting cement)	137	50.75
G Cem Link ace-automix (Self adhesive resin cement) - с аплициран MDP праймер	430	53.0
G Cem Link ace-automix (Self adhesive resin cement) - само бластирана корона без праймер	374	73.5
G cem Link Force (Adhesive resin cement) - само с праймер и бонд върху зъбното пълче	310	114.0
G cem Link Force (Adhesive resin cement) - с праймер, бонд и механична ретенция в препарацията	593	35.5
P value	< 0.001	< 0.001

При анализа на използването на праймер за засилване на якостта на връзката се установи, че независимо от вида на цимента, приложението на праймера увеличава приблизително два пъти повече силата на връзката ( $p < 0.01$ ).

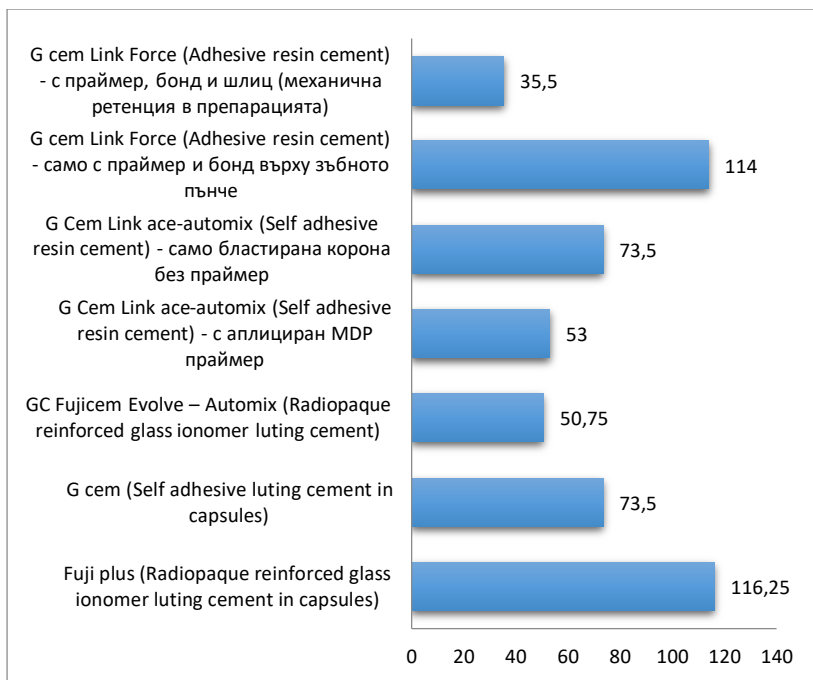


**Фиг. 17. Сила на връзката при използването на праймер**

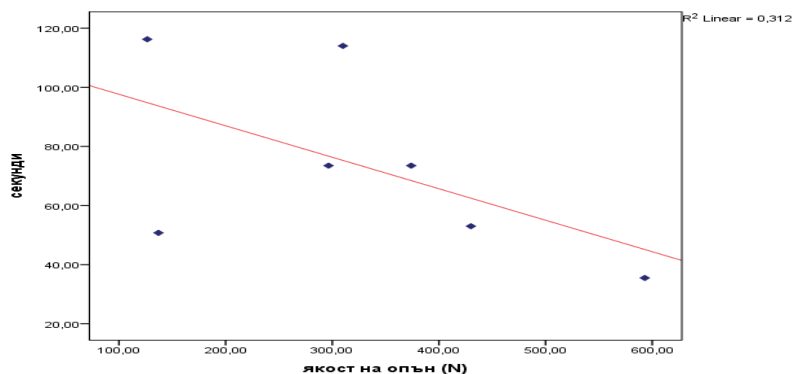


**Фиг. 18. Сила на връзката при изследваните цименти**

Резултатите на фиг. 20 показват, че има обратнопропорционална значителна зависимост между силата на връзката и времето за разрушаване на връзката ( $r=-0.558$ ;  $p<0.001$ ), която показва, че колкото повече сила се прилага, толкова по-кратко е времето за което се задържа циментираната циркониева корона към зъбните тъкани.

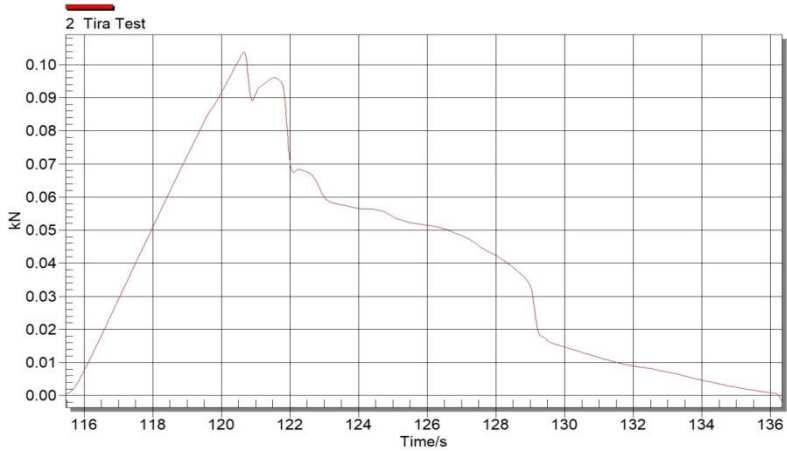


**Фиг. 19. Времето необходимо за отлепяне на циркониевата корона при използване на съответния цимент**



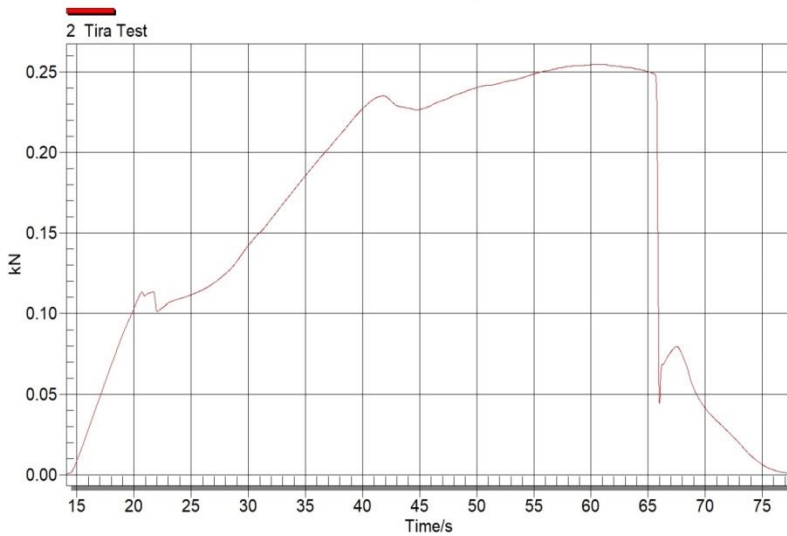
**Фиг. 20. Зависимост между силата на връзката и времето на разрушаване на връзката**

Quick View Diagram

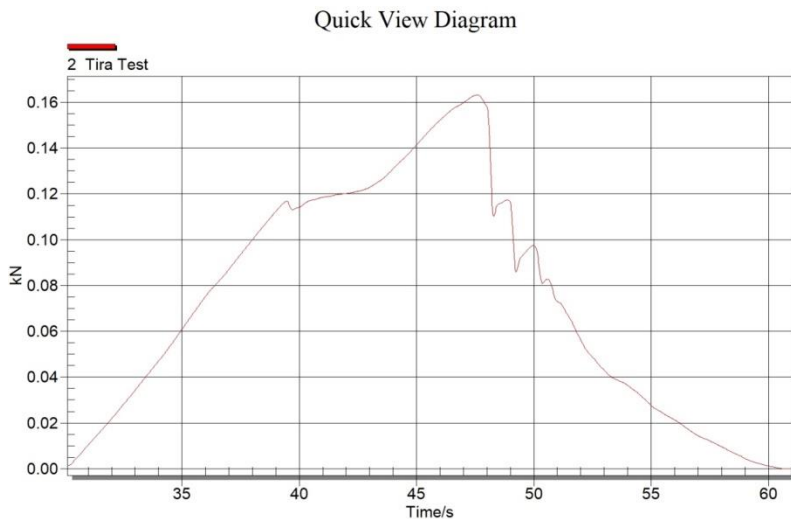


Фиг. 21. Диаграма от тест на опън с цимент Fuji plus

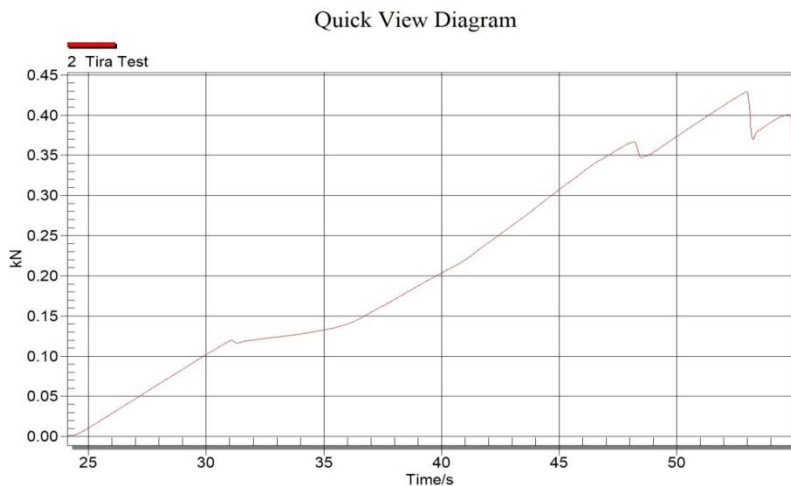
Quick View Diagram



Фиг. 22. Диаграма от тест на опън с цимент G cem

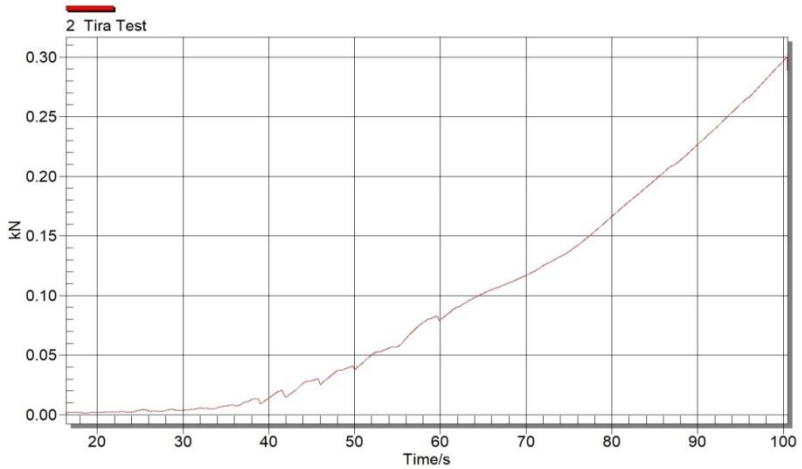


**Фиг. 23.** Диаграма от тест на опън с цимент GC Fujicem Evolve – Automix



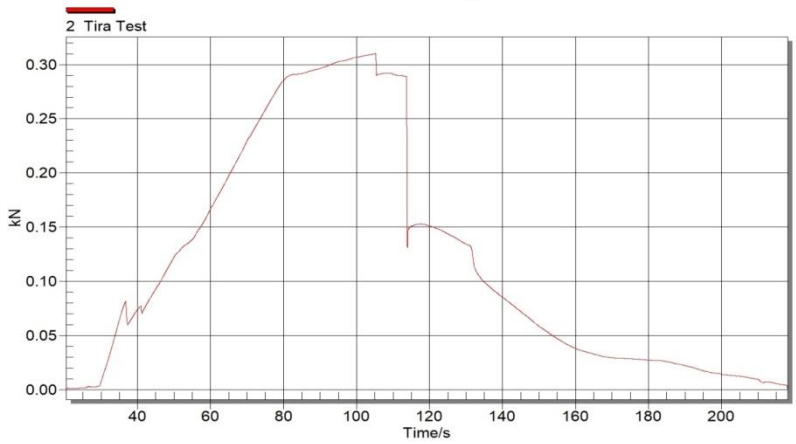
**Фиг. 24.** Диаграма от тест на опън с цимент G Cem Link асе-automix - - с аплициран MDP праймер

Quick View Diagram

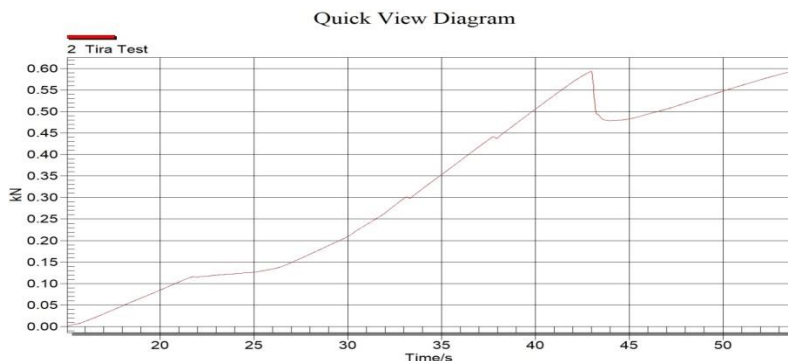


**Фиг. 25.** Диаграма от тест на опън с цимент G Cem Link ace-automix - само бластирана без праймер

Quick View Diagram



**Фиг. 26.** Диаграма от тест на опън с цимент G cem Link Force - само с праймер



**Фиг. 27. Диаграма от тест на опън с цимент G cem Link Force - с праймер и улен**

**Табл.7. Средни стойности на силата на якост според вида на обработката на повърхността и вида на цимента**

Вид цимент	Сила на връзката (N)		
	Контролна група	Повърхностна обработка с Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Трибохимична обработка със SiO <sub>2</sub>
Fuji plus (Radiopaque reinforced glass ionomer luting cement in capsules)	126.5	-	-
G cem (Self adhesive luting cement in capsules)	250	296.5	340
GC Fujicem Evolve – Automix (Radiopaque reinforced glass ionomer luting cement)	137	-	-
G Cem Link ace-automix (Self adhesive resin cement) - с аплициран MDP праймер	360	430	500
G Cem Link ace-automix (Self adhesive resin cement) - без праймер	298	374	450
G cem Link Force (Adhesive resin cement) - само с праймер и бонд върху зъбното пънче	128	310	492
G cem Link Force (Adhesive resin cement) - с праймер, бонд и механична ретенция в препарацията	381	593	805
P value	< 0.001	< 0.001	< 0.001

При изследване на силата на якост на връзката на образците според вида на използвания цимент и повърхностната обработка на циркониевата корона се доказва съществена разлика ( $p < 0.001$ ), като резултатите са представени на табл. 7.

Всички повърхностни обработки подобряват якостта на свързване между циркониевите корони и твърдите зъбни тъкани при използването на композитни цименти. Резултатите от анализа показват, че якостта на свързване на циркониевите корони е значително по-висока в групата на образците с трибохимична обработка със  $\text{SiO}_2$  в сравнение с останалите две групи. Нашите резултати потвърждават резултатите и на други автори, които установяват, че обработката на повърхностите повлиява силата на връзката (Табл. 8).

**Табл. 8. Представяне на резултатите от настоящото изследване и тези на други автори**

Вид на обработката на повърхността	Настоящо изследване, 2021 (в N)	Altan B, Cinar S, Tuncelli B. 2019 (в MPa) [27]
Без обработка на повърхността	240.07	8.11
Флуороводородна киселина	-	9.28
Пясъкоструене	400.7	16.91
Пясъкоструене + лазерна обработка	-	14.34
Лазерна обработка	-	8.96
Трибохимична обработка със $\text{SiO}_2$	517.4	19.43

Проведеният анализ показва статистически значима разлика между силата необходима за отлепянето на циркониевата корона на образците ( $p < 0.001$ ) и повърхностната обработка ( $p < 0.001$ ), както и за взаимодействието на разглежданите цименти и повърхностната обработка ( $p < 0.001$ ).

Резултатите от анализа показват, че най-здраво фиксиране на циркониева корона към зъбното пълче се постига при използването на композитния цимент G cem Link Force с праймер и механична ретенция ( $p < 0.001$ ) в сравнение с Fuji plus и GC Fujicem Evolve – Automix. Най-силната връзка е постигната при G cem Link Force нанесен върху повърхност с изработени механични ретенции на циркониевата корона



с бонд, обработена с Multi Primer (593 N) ( $p < 0.001$ ). Следващият по сила на връзката цимент, отново е композитен G Cem Link ace-automix (430 N), като е аплициран с MDP праймер, където по време на един от тестовете се отлепва зъба, закрепен за епоксидната смола. Фиксирането с G Cem Link ace-automix при бластирани корони с 50- $\mu\text{m}$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  също показва статистически значима разлика в силата на опън ( $p < 0.001$ ), а при един от тестовете зъба се чуши през шийката. Не се установява разлика при фиксирането на короната с G cem (296.5 N) и G cem Link Force - само с праймер (310 N), въпреки че при един от тестовете за сила на връзката при фиксирането с G cem Link Force се извади закрепения зъб от епоксидната смола. С най-слаба фиксация са двата гласйномерни цимента (GC Fuji cem Evolve – Automix и Fuji plus), като при тяхното използване връзката е значително по-слаба в сравнение с композитните цименти ( $p < 0.001$ ).



**Фиг. 28. Изваден зъб от епоксидната смола**



**Фиг.29. Счупен зъб през шийката**

Допълнително резултатите от проведените анализи показват, че силата на връзката се повлиява не само от вида на използвания цимент, но и от вида на обработване на повърхността. Всички методи за

повърхностна обработка подобряват силата на връзката, като най-добри резултати се постигат при композитните цименти.

В настоящото изследване се оцени и анализира влиянието на различните обработени повърхности и цименти върху силата на фиксирането на циркониева корона върху зъбно пънче. Изпитването за якост на връзката с ретенции е избрано въз основа на някои предимства като намалената площ за изпитване и възможността за използване на множество области за изпитване на образци, което води до по-реалистична оценка за всеки образец.

G Cem Link Force показва по-добри резултати в сравнение с конвенционалния G cem при всички оценявани повърхностни обработки, като тези резултати се подкрепят и от друго изследване, което сравнява самозалепващи с конвенционални композитни цименти.

Циркониевите повърхности, когато са обработени с праймер, показват по-високи стойности на якост.

Предишни проучвания показват, че някои конвенционални и самозалепващи се композитни цименти показват ниска якост на свързване, когато се прилагат върху необработени повърхности на  $ZrO_2$ .

От сравнителния анализ се установи, че G cem Link Force - с праймер, бонд и механична ретенция показва значително по-високи стойности в сравнение с G cem. Това може да бъде обяснено с някакъв вид химическо взаимодействие на междуфазово ниво между хидроксилните групи на пасивното покритие на  $ZrO_2$  върху Y-TZP керамиката и метакрилан естер на фосфорна киселина на G cem Link Force. Това предположение се основава на факта, че предишни изследвания са показали, че композитните цименти на базата на 10-MDP, с фосфатен естер мономер, показват добро свързване към  $ZrO_2$ . Въпреки че структурата на метакрилания фосфорен естер на G cem Link Force не е напълно известна, може да се използва същата обосновка, която обяснява ролята на 10-MDP (също естер на метакрилана фосфорна киселина) в керамична връзка като функционален мономер. Това се подкрепя от Gerth et al., които откриват по-голямо съдържание на  $PO_4$  групи в състава на RelyX Unicem (UCem). Може да се допусне, че както 10-MDP, така и тези  $PO_4$  групи взаимодействат химически със  $ZrO_2$ .

Абразията на Y-TZP керамика увеличава стойностите на  $\mu$ SBS и за двата композитни цимента (G Cem Link ace-automix и G cem Link Force). Този резултат потвърждава даните от предишни изследвания, и може да бъде свързан с увеличаването на грапавостта и повърхностната енергия на керамичната повърхност. Това би могло да позволи на композитните цименти да се разпределят лесно в ретенциите, произведени от 50- $\mu$ m частици  $Al_2O_3$ , като по този начин се увеличава микромеханичното задържане между композитните цименти и керамичните повърхности. Нещо повече, абразивната частица би генерирала повече хидроксилни групи върху керамични повърхности, подобрявайки микромеханичното задържане, както и увеличавайки химичната реакция с PO4 групи на G Cem.

Въпреки това, като се вземат предвид някои предишни проучвания, това очевидно подобрение в  $\mu$ SBS трябва да се разглежда с повишено внимание. Тези проучвания съобщават, че обработването с абразивни частици може да доведе до фазов преход на  $ZrO_2$  и да доведе до микрорупкнатини, които могат да намалят механичните свойства на материала.

Обработката на повърхността Y-TZP с Multi Primer значително повишава стойностите на  $\mu$ SBS и за двата композитни цимента. Multi Primer съдържа адхезивен функционален мономер (MDP), за който се смята, че взаимодейства химически с метални оксиди, като  $ZrO_2$ , и установява вторични сили на привличане, например сили на Ван дер Ваалс или водородни връзки на границата композит/цирконий. Възможно е тези междуфазни сили да се подобряват с овлажняването на керамичната повърхност на Y-TZP, като по този начин увеличават задържането с двата композитни цимента на нано ниво. Предишни проучвания, оценяващи трайността на връзката с циркониевата керамика (след 150 дни и 2 години), установяват, че само MDP-съдържащи композитни цименти осигуряват дълготрайна връзка.

Това превъзходно представяне на MDP функционалния мономер може да бъде свързано с хидролитична стабилност, получена от неговата дълга карбонилна верига. Като се вземат предвид тези аспекти, може да се твърди, че обработването с материал (съдържащ MDP) може да бъде по-добрият избор за третиране на циркониеви повърхности, преди да се използват композитни цименти.

Резултатите относно фрактурите на зъба показват, че колкото по-високи са стойностите на  $\mu$ SBS, толкова по-висок е процентът на кохезионни фрактури. Тези резултати кореспондират с предишни проучвания и могат да се интерпретират като стойност на  $\mu$ SBS, надвишаваща кохезионната якост на фиксираните корони.

Ниските нива на якост на връзката при образците без обработка на циркониевите повърхности са в потвърждение на други проведени изследвания.

Тези изследвания доказват, че осъществяването на силна химична връзка е трудно за използваните системи за фиксиране, съдържащи MDP, ако не са комбинирани с предварителна подготовка като въздушна абразия. Употребата на пясъкоструен апарат е необходима, за да се усилва ефекта от употребата на MDP и съответно силата на якост на връзката, както съобщават и Amaral et al.

Значително по-високите стойности на сила на връзката, получени при употребата на въздушна абразия в комбинация с MDP, могат да бъдат обяснени с наличието на органофункционални силани в състава и тяхната химическа реактивност с обработената повърхност.

В комбинация с MDP праймер пясъкоструенето се определя като ключов фактор за установяване на трайна връзка между фиксиращия агент и циркониевата керамика.

$Al_2O_3$  премахва всички органични замърсители също така осигурява грапава повърхност, увеличавайки повърхността за свързване, модифицирайки повърхностната енергия и омокряемостта. В следствие подобрява силата на връзката.

Abousheliba et al. провеждат изследване, при което всички образци са фиксирани с MDP съдържащ цимент. Доказват че без предварителна обработка на повърхността, силата на връзката между циркониевата корона и зъбното пълче не е толкова добра. Необходимо е тези два фактора да са в комбинация за постигане на дълготраен положителен ефект.

## **2. Резултати и обсъждане по задача 2**

В тази задача са разгледани отделните цименти, като са сравнени техните характеристики и предимства и недостатъци при

фиксиране на циркониева корона. Разглежданите цименти са разработка на GC Corporation, Япония.



**Фиг. 30. Уред за машинно размесване на цимент в капсулна форма**

**Fuji PLUS** е модифициран със смола гласйномерен цимент, който се използва за рутинни възстановявания с корони и мостове. В практиката този цимент е широко използван с доказани дългосрочни клинични резултати. Има удължено време за работа.



**Фиг. 31. Fuji PLUS , GC Corporation, Япония**

Предимствата на Fuji PLUS са:

- Лесно смесване и обработка като конвенционален цимент
- Подобни механични свойства на смолистите цименти
- Вътрешна адхезия към структурата на зъба
- Минимална дебелина на филма
- Лесно нанасяне и подобро прилягане
- Няма постоперативна чувствителност

- Рентгеноконтрастен цимент
- Оптимално пределно уплътнение
- Продължаващо високо освобождаване на флуор

Fuji PLUS може да се използва за циментиране на всички видове метални, керамични и композитни корони, мостове и онлеи.

Fuji PLUS се предлага в следните опаковки:

- GC Fuji PLUS 1-1 Pkg с балсам
- GC Fuji PLUS 15g прах
- GC Fuji PLUS 8g течност
- GC Fuji PLUS капсули, кутия с 50 броя
- GC Fuji PLUS балсам 6.5мл

Индикации при използването има за-циментиране на инлеи, онлеи, корони и мостове с метална основа. Както и на композитни инлеи, онлеи, корони и мостове. Изцяло керамични инлеи, изцяло керамични корони и мостове от високо устойчива керамика (циркониеви) също могат да бъдат фиксирани.

В редки случаи, продуктът може да предизвика свръхчувствителност у някои пациенти и това се счита за контраиндикация.

**G cem** е самозалепващ се композитен цимент, който се отличава с усъвършенствана формула, която предлага самозалепващи свойства, които запечатват и защитават зъба. Това помага да се премахне чувствителността, независимо дали материалът е влажен или сух. Това естествено допълнение към зъбната повърхност означава, че ще може бързо и ефективно да се прилага при различни възстановявания с по-добри резултати.

G cem в капсули е:

- Лесен за използване
- С максимално освобождаване на флуор
- Силна химична връзка с двойно втвърдяване
- Силна адхезивна якост
- Няма риск от чувствителност след лечението
- Постига се трайност и стабилност

- С високо естетическо качество и стабилност на цветовете



Фиг. 32. G cem, GC Corporation, Япония

Предимствата на G cem в капсули са:

- Има най-ниското линейно разширение в сравнение с други самозалепващи се композитни цименти
  - Приложението с една стъпка, позволява бързо фиксиране и се почиства лесно, като е подходящ за корони, мостове, инкрустации, онлей
  - Предлагат се в капсули, които са по-лесни за използване
  - Има най-високи способности за освобождаване на флуорид в сравнение с други самозалепващи се композитни цименти
  - Уникалната хидрофилна химична връзка осигурява силно уплътнение на всички повърхности на зъбите
  - Химичното и микромеханичното свързване с емайла, дентина и възстановителната повърхност дава огромна якост на свързване с бързо зададено време и надеждни резултати, като има най-висока якост на свързване към възстановяването с цирконий (Zr)
  - Ниското поемане на вода намалява вероятността от петна за подобра стабилност на цвета и устойчивост на външни петна
  - Постигане на високи дълготрайни резултати с отлична адхезия
- G cem се предлага в две разфасовки (табл. 9).

**Табл. 9. Сравнителна характеристика на продуктите от групата G сем**

Характеристики	G-CEM	G-CEM Automix
Вид опаковка	50 капсули	Спринцовка
Брой нюанси	4	2
Дебелина на филма (μ)	16.7	11.0
Automix	Неприложимо	Да
Работно време (мин)	2.15	3.30
Задаване на време (мин)	4.45	5.45
Оптимално ниво на влага	Влажен/Сух	Влажен/Сух



**Фиг. 33. G-CEM капсула и апликатор**

**GC Fujicem Evolve – Automix** е рентгеноустойчив, подсилен със смола стъкленоиномерен цимент в доставка на спринцовка с лепило и висока радиопропускливост. Може да се използва за циментиране на различни видове индиректни възстановявания.



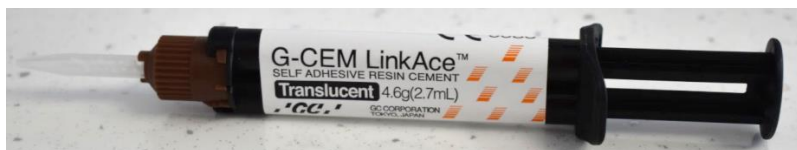


**Фиг. 34. GC Fujicem Evolve, Corporation, Япония**

Предимствата на GC Fujicem Evolve – Automix са:

- Висока якост на връзката с цирконий
- Намалена времето за почистване до секунди
- Висока радиопропускливост за лесна визуализация
- Идеален за циментиране на циркониеви, металокерамични и литиево-дисиликатни възстановявания
- Удължено освобождаване на флуорид и толерантност към влага

**G Cem LinkAce-Automix** е ново поколение самозалепващ се композитен цимент, който е оптимизиран, за да осигури бързо и просто решение за най-често срещаните предизвикателства, пред които са изправени клиницистите по време на лечението с индиректни възстановявания.



**Фиг. 35. G Cem LinkAce, Corporation, Япония**

Предимствата на G Cem LinkAce-Automix са:

- Оптимален режим на лечение - чрез иновативната система за инициране (химическа), G-CEM LinkAce предлага най-високата полимеризация в режим на лечение
- Висока издръжливост на връзката в една стъпка - патентованите фосфатни мономери на G-CEM LinkAce осигуряват висока

устойчивост на свързване на циркониевите възстановявания, която всъщност се увеличава с течение на времето

- Изключителна стабилност на цветовете - G-CEM LinkAce показва много ниска абсорбция на вода, предоставяйки изключителна стабилност на цветовете, което го прави идеалният избор на цимент за изцяло керамични и литиево-дисиликатни корони
- Висока устойчивост на износване - малките хомогенно разпределени частици дават спокойствие при циментиране на CAD / CAM и безметални възстановявания
- Лесно отстраняване на излишния цимент - излишъкът от цимент се отстранява лесно само след 1-2 секунди от залепването
- Опаковка - доставя се в двучевна спринцовка за автоматично смесване, G-CEM LinkAce е предназначен за фиксиране на изцяло керамични, метални и композитни индиректни възстановявания. В допълнение към А2 и полупрозрачен, производителите разширяват изборът на цвят, като са включени непрозрачен (АО3) и избелващ (ВО1) цвят.

**G cem Link Force** е двойно втвърдяващ се композитен цимент за циментиране на всички видове индиректни възстановявания.



**Фиг. 36. G cem Link Force, Corporation, Япония**

Предимствата на G cem Link Force са:

- Естетично, универсално решение
- Идеалният цимент за използване при фиксиране на всички видове фрезовани възстановявания

- Предлагат се четири нюанса както в цимент, така и в опитна паста: A2, Bleach, Opaque и Translucent
- Отлична стабилност на цветовете и лесно почистване

G-CEM LinkForce Cement се предлага като пълнител или част от система, която включва множество продукти:

- G-CEM LinkForce® композитен цимент
- Опитна паста за G-CEM®
- G-Premio BOND™
- G-Premio BOND™ активатор с двойно втвърдяване (DCA)
- G-Multi PRIMER™

В изследване на Luthy et al. се установява, че якостта на свързване на стъкленоиономерния цимент е много по-ниска. Комбинацията от пясъкоструене и фосфатен мономер - 10 метакрилоилоксидекил дихидроген фосфат (MDP), използвана за циментиране на короната, е най-добрата за композитен цимент, според някои проучвания.

MDP мономерът може да подобри химическата връзка с метални оксиди, като циркониев оксид. Средната якост на връзката при използване на тест е по-висока в цимента на базата на MDP след кондициониране.

Според проучване на Abdelaziz et al. качеството на свързване на циментовия субстрат не се влияе от размера на пясъкоструйните частици. Композитният цимент се свързва по-добре с различни покриващи основи.

Изследване на Nakamura et al. относно ефекта на цимента върху устойчивостта на разрушаване на монолитни циркониеви корони показва, че короните с минимална дебелина от 0,5 mm могат да имат добра устойчивост срещу счупване въпреки използвания цимент.

May et al., които са изследвали влиянието на дебелината на цимента и състоянието на залепване върху корона от прескерамика, са установили, че добре фиксираната, залепена корона може да издържи по-голямо натоварване, но свързващият ефектът изчезва при голям циментов слой.

Не само свойствата на цимента, но и повърхността на циркония играе важна роля в адхезията. Основната предпоставка за ефективно

залепване на полимерните съединения е да има чиста повърхност без замърсители, която може да се получи чрез кондициониране на повърхността. Това може да се постигне чрез различни методи като използване на различни разтворители, използване на абразиви като алуминиев оксид ( $Al_2O_3$ ) и силициев диоксид (CoJet), въздушна абразия, почистващи агенти или праймери.

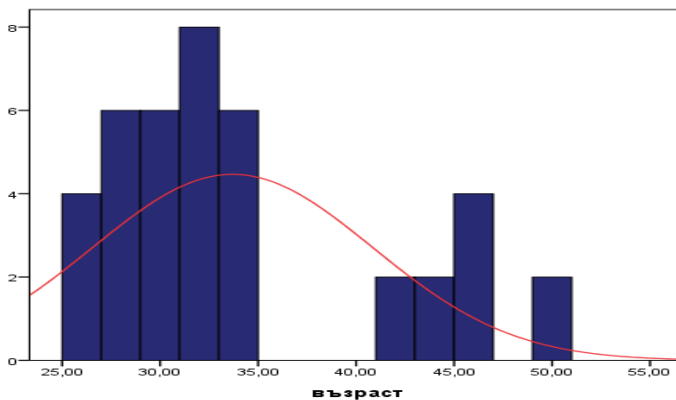


**Фиг. 37. Част от образците подложени на тест на сила на връзката с използваните цименти**

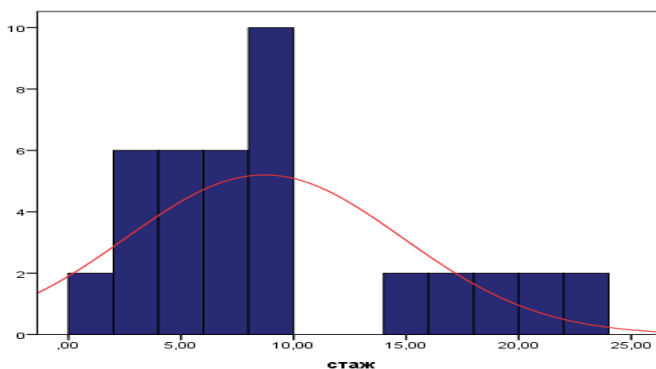
### **3. Резултати и обсъждане по задача 3**

В тази задача са анализирани резултатите от проведеното анкетно проучване на 100 лекари по дентална медицина, относно техните предпочитания и съображения за избора на конкретен протокол за фиксиране.

Средната възраст на анкетирания медицински специалисти е 33,7 г. ( $\pm 7,2$  г.) с минимална възраст 26 г. и максимална 50 г. Средният трудов стаж е 8,7 г. ( $\pm 6,1$  г.), като минимума е 1 г., а максималния стаж е 22 г. Според средната възраст и трудовия стаж може да се каже, че в анкетното проучване са обхванати специалисти с различен опит и умения.

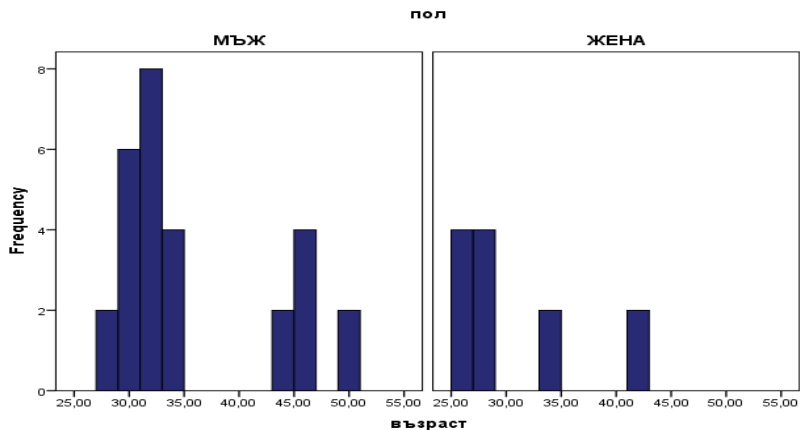


**Фиг. 38. Разпределение според възрастта на лекарите по дентална медицина**



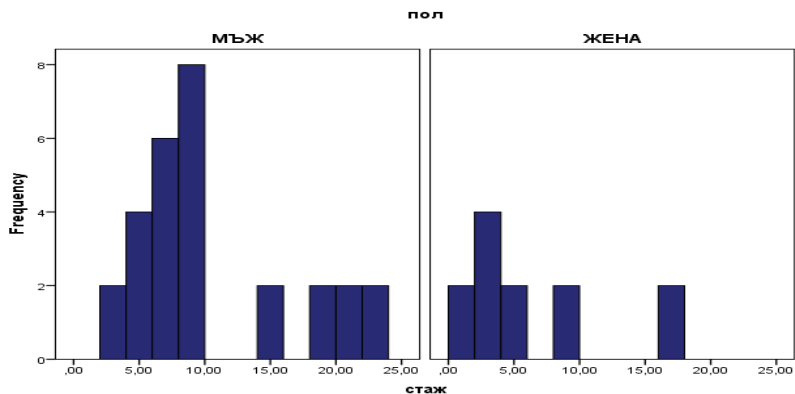
**Фиг. 39. Разпределение според стажа на лекарите по дентална медицина**

Значителната част от лекарите по дентална медицина, които са взели участие в изследването са мъже (70 %), като беше намерена съществена разлика във възрастта между мъжете и жените (съответно 35,2 г. за мъжете и 30,2 г. за жените;  $p=0.039$ ).



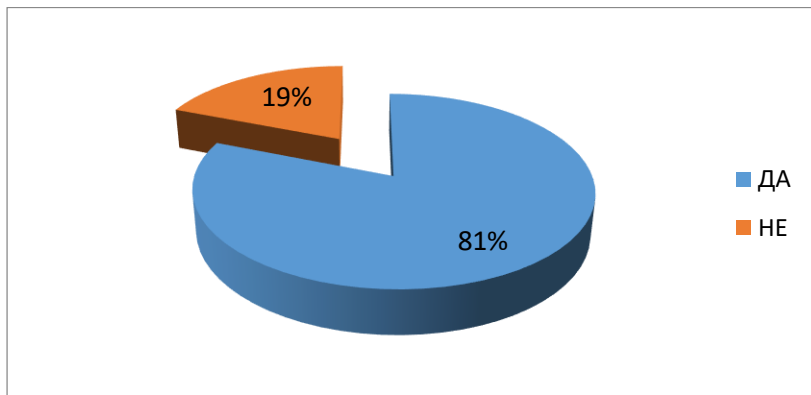
**Фиг. 40. Разпределение на лекарите по дентална медицина според пола и възрастта**

При анализа на стажа на лекарите по дентална медицина според пола се установи, че жените имат значително по-малък стаж от мъжете (съответно 9,9 г. за мъжете и 5,8 г. за жените;  $p=0.042$ ).



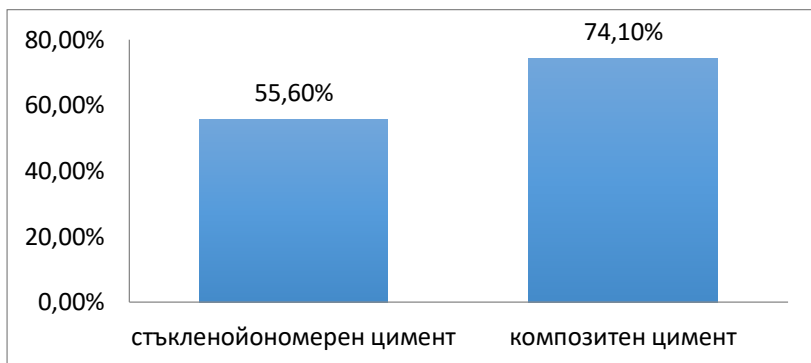
**Фиг. 41. Разпределение на лекарите по дентална медицина според пола и стажа**

Основната част от анкетираните лекари по дентална медицина (81 %) посочват, че в практиката си използват циркониев диоксид в лечението на дефекти на зъбната корона с единични корони (Фиг. 42).



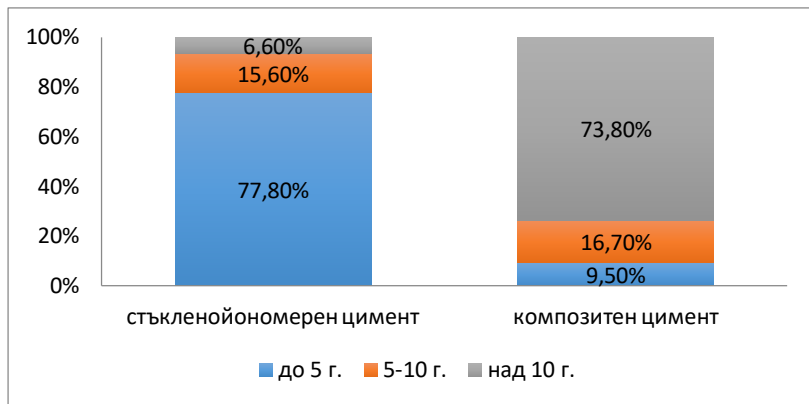
**Фиг. 42. Използване на единична циркониева корона**

Най-често лекарите по дентална медицина при работата с циркониев диоксид предпочитат композитни цименти за фиксиране на единичната корона (74,1 %) (Фиг. 43), като 29,6 % посочват, че предпочитат и двата вида цимента.

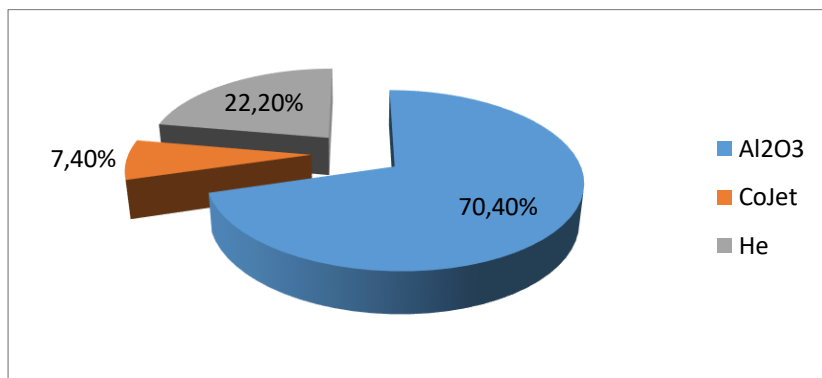


**Фиг. 43. Разпределение според типа цимент, който денталните лекари предпочитат при фиксиране на циркониева корона**

Не се установява разлика според пола в избора на цимент, но такава се установява по отношение на стажа на лекарите ( $p < 0.001$ ), където денталните специалисти със стаж до 5 г. предпочитат да използват основно стъкленйономерен цимент, докато композитния е по-често предпочитан от специалисти със стаж над 5 г. (Фиг. 44).



**Фиг. 44.** Разпределение според типа цимент, който денталните лекари предпочитат при фиксиране на циркониева корона и стажа

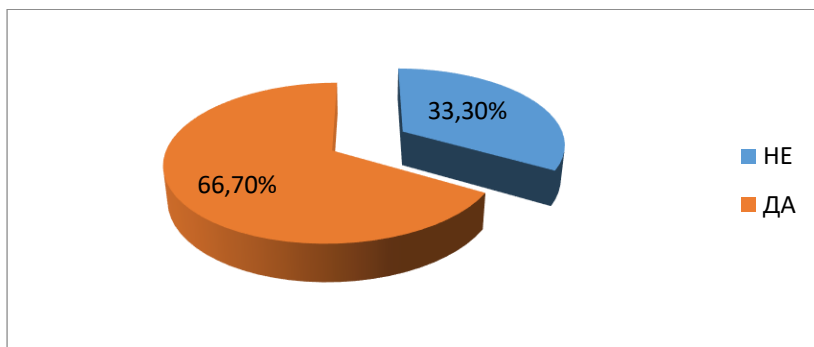


**Фиг. 45.** Използвате ли абразия с Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> или CoJet за обработка на вътрешната повърхност на циркониевата корона?

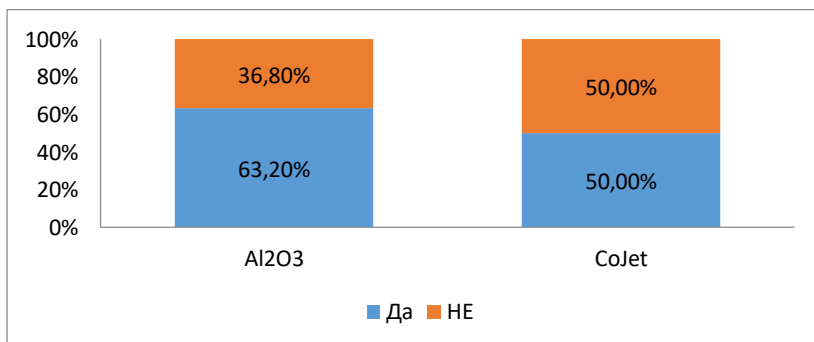


По-голямата част от анкетираните дентални лекари, които използват единични циркониеви корони в практиката си за лечение на дефекти в зъбните корони обработват вътрешната повърхност с  $Al_2O_3$  (70.4 %).

Над 1/3 (66.7 %) от анкетираните дентални лекари посочват, че комбинират абразията циркониевата корона с употребата на композитен цимент (Фиг. 46.)



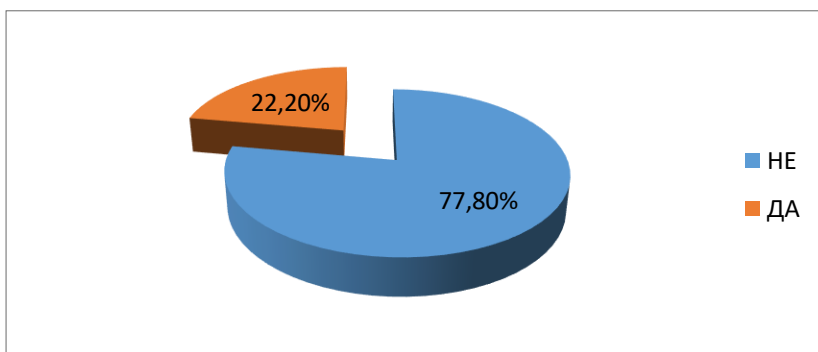
**Фиг. 46. Комбиниране на абразията на циркониевата корона с употребата на композитен цимент**



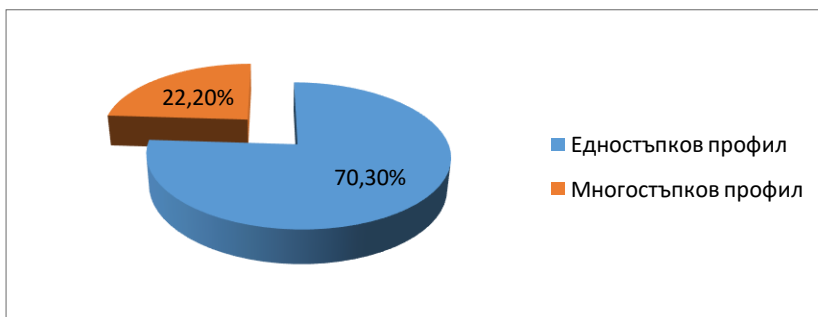
**Фиг. 47. Комбиниране на абразията на циркониевата корона с употребата на композитен цимент според вида на материала за абразия**

Резултатите от проведения анализ показват, че половината от денталните лекари, които подготвят вътрешната повърхност на циркониевата корона с CoJet (50 %) комбинират процедурата с композитен цимент, докато 63.2 % от денталните лекари, които обработват повърхността на циркониевата корона с  $Al_2O_3$  след това използват композитни цименти за фиксиране (Фиг. 47).

Допълнителни механични ретенции в препарационния дизайн на зъбното пънче, което ще бъде възстановено с корона от  $ZrO_2$  изработват само 22.2 % от денталните лекари (Фиг. 48).



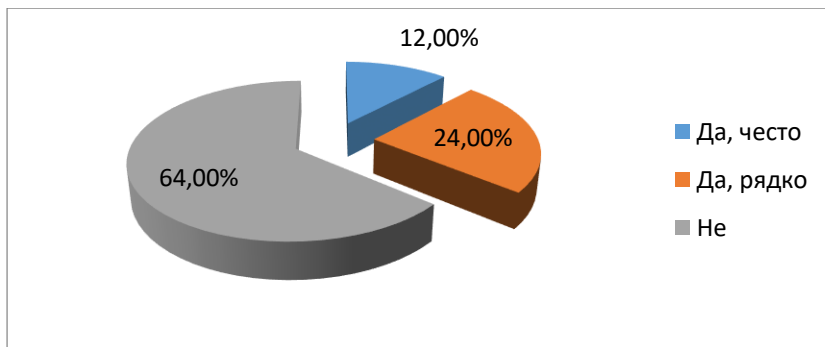
**Фиг. 48. Изработване на интракоронарни механични ретенции в препарационния дизайн на зъбното пънче, което ще бъде възстановено с корона от  $ZrO_2$**



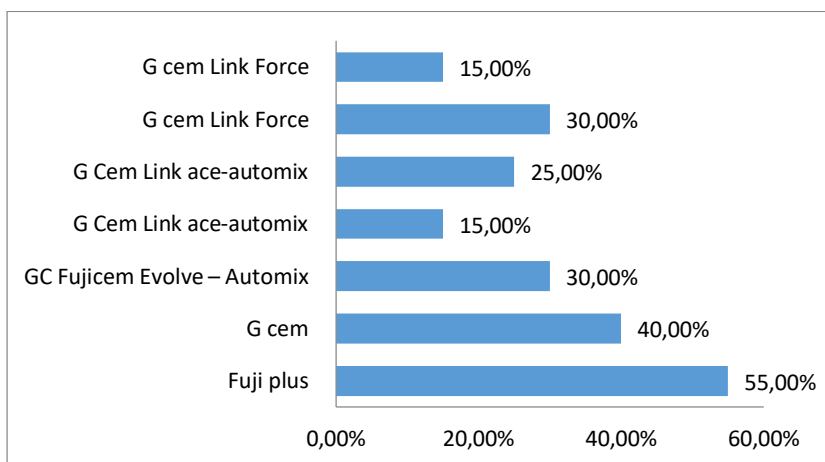
**Фиг. 49. Многостъпков или едностъпков протокол предпочитате за фиксиране на корона от  $ZrO_2$**

Основната част от анкетиранияте специалисти предпочитат едностъпковия протокол за фиксиране на циркониевата корона (70.3 %) (Фиг. 49)

Някакъв вид MDP праймер в протокола за фиксиране на корона от  $ZrO_2$  използват 36.0 % (Фиг. 50).

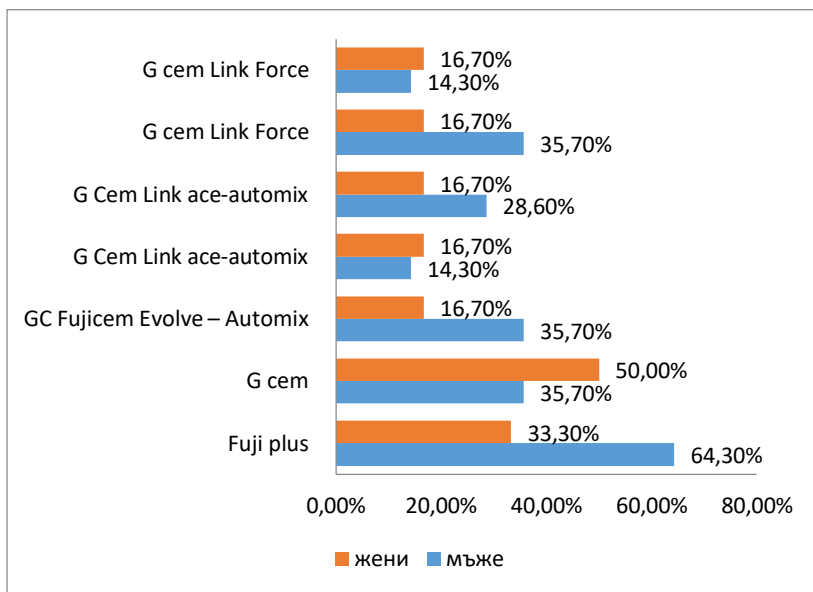


**Фиг. 50. Използвате ли под някакъв вид MDP праймер в протокола ви за фиксиране на корона от  $ZrO_2$ ?**



**Фиг. 51. Най-често използваните протоколи за фиксиране спрямо циментите**

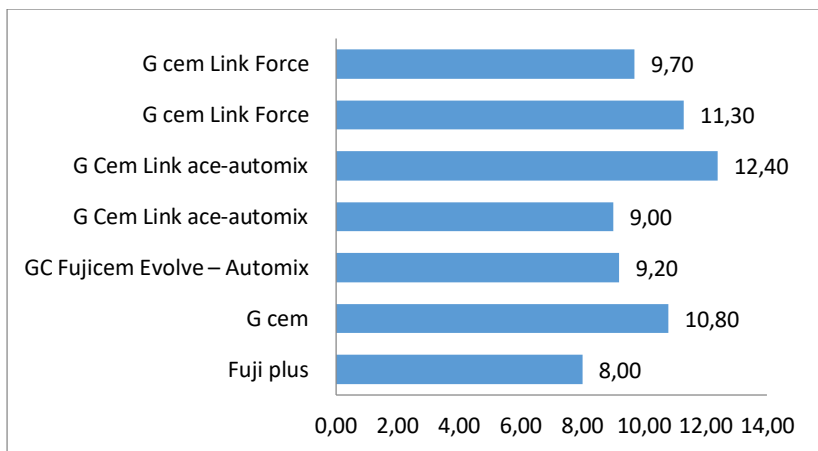
Половината от лекарите при фиксирането на циркониевите корони в практиката си използват Fuji plus (55,0 %), следвани от G cem (40,0 %) и GC Fujicem Evolve – Automix и G cem Link Force - (30 %) (Фиг. 51).



**Фиг. 52. Най-често използваните протоколи за фиксиране спрямо циментите според пола**

Един протокол за фиксиране използват 65 % от анкетираните лекари, докато останалите използват два и повече протоколи за фиксиране на циркониевите корони спрямо циментите. Резултатите от анализа на анкетната карта показват, че 75 % от денталните специалисти, въпреки че използват даден протокол нямат строго определен такъв при фиксиране на единична циркониева корона според височината на зъбното пънче.

Беше установена разлика в използвания протокол за фиксиране на циркониевата корона спрямо натрупания стаж, който имат лекарите по дентална медицина ( $p < 0.005$ ) (Фиг. 53)

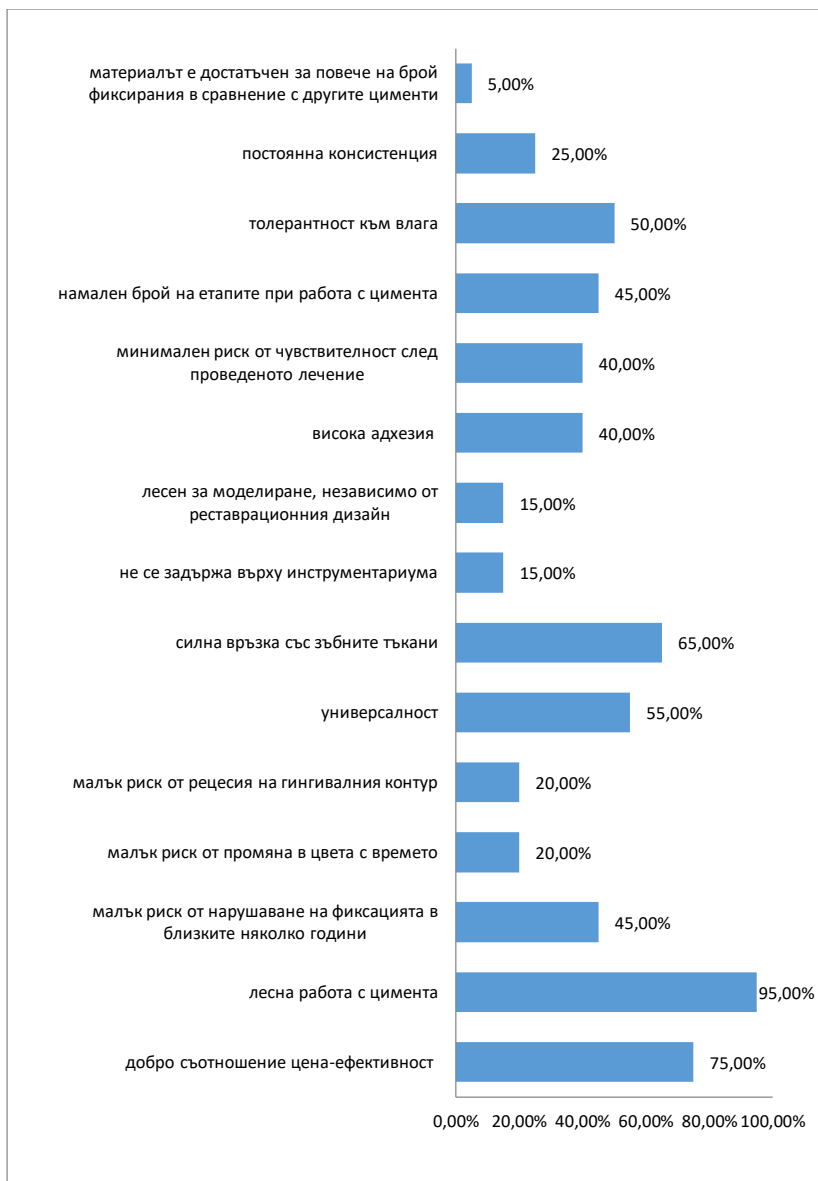


**Фиг. 53. Най-често използваните протоколи за фиксиране спрямо циментите според натрупания трудов стаж**

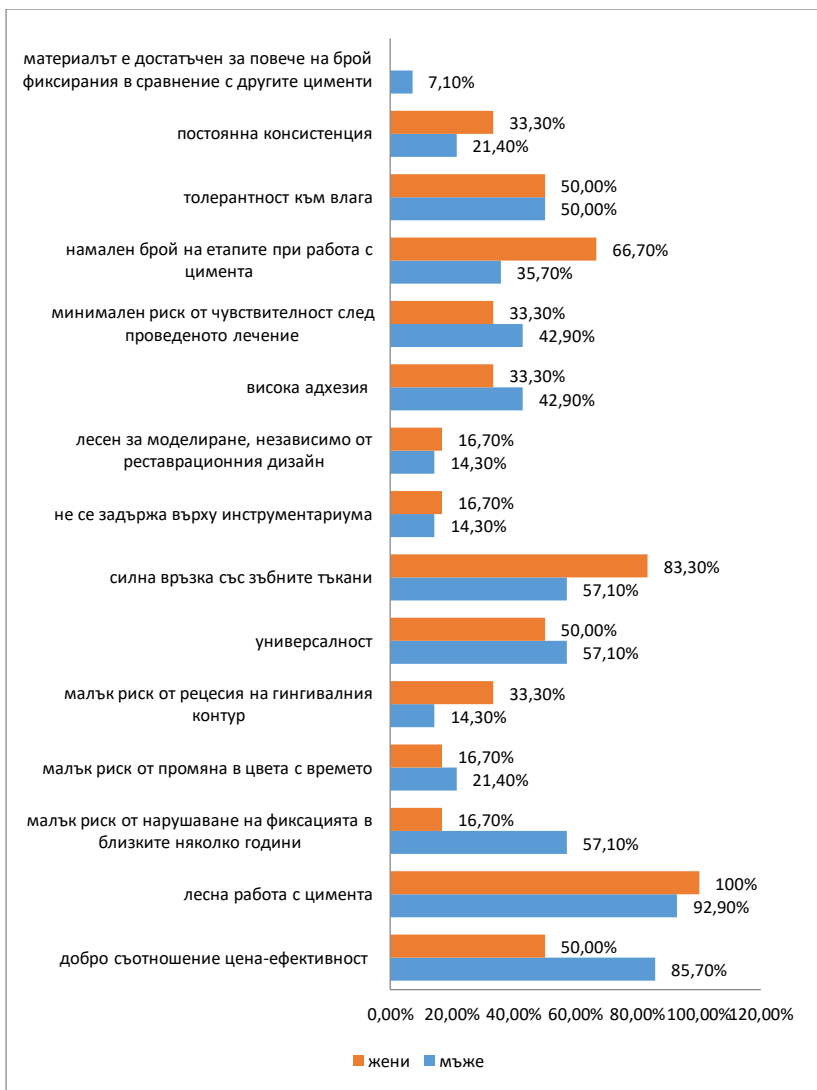
Протоколът за фиксиране с Fuji plus е предпочитан от специалистите с по-малък опит, докато протоколите с G cem Link Force и G Cem Link Ace са предпочитани от специалисти с по-голям трудов стаж.

На фиг. 54 са представени мотивите за избор на конкретен цимент за фиксирането на циркониеви корони.

Основния мотив за избора на конкретен цимент при фиксирането на циркониевата корона е лесната работа с цимента (95 %), следван от доброто съотношение цена – ефективност (75 %) и силната връзка със зъбните тъкани (65 %).



**Фиг. 54. Мотиви за избора на конкретен цимент за фиксиране**



**Фиг. 55. Мотиви за избора на конкретен цимент за фиксиране според пола**

На табл. 10 е представен сравнителен анализ на основните мотиви за избора на конкретния цимент за фиксиране на циркониева корона.

**Табл. 10. Сравнителен анализ на основните мотиви за избора на цимент за фиксиране на циркониева корона**

	Fuji plus	G cem	GC Fujicem Evolve – Automix	G Cem Link ace-automix	G Cem Link ace-automix	G cem Link Force	G cem Link Force
добро съотношение цена-ефективност	+	+	+	+	+	+	+
лесна работа с цимента	+	+	+	+	+	+	+
малък риск от нарушаване на фиксацията в близките няколко години	+	+	+	+	+	+	+
малък риск от промяна в цвета с времето					+		+
малък риск от рецесия на гингивалния контур							
универсалност	+	+	+	+	+	+	+
силна връзка със зъбните тъкани	+	+	+	+	+	+	+
не се задържа върху инструментариума				+			
лесен за моделиране, независимо от реставрационния дизайн							
висока адхезия		+	+	+		+	
минимален риск от чувствителност след проведеното лечение			+			+	
намален брой на етапите при работа с цимента	+	+	+				
толерантност към влага		+	+	+	+	+	+
постоянна консистенция		+	+				
материалът е достатъчен за повече на брой фиксирания в сравнение с другите цименти							

При всички видове цименти основните мотиви са доброто съотношение цена-ефективност, лесната работа с цимента, малък риск от нарушаване на фиксацията в близките няколко години, универсалност и силна връзка със зъбните тъкани.



Толерантността към влагата също е посочена като основен мотив за избор на цимент при всички видове.

Малкият риск от промяна в цвета с времето е водещ мотив за избора на G Cem Link ace-automix и G cem Link Force.

Само при G Cem Link ace-automix е посочено, като основен мотив, че не се задържа върху инструментариума.

Високата адхезия е сред основните мотиви при избора на G cem, , G Cem Link ace-automix и G cem Link Force.

Минималният риск от чувствителност след проведеното лечение е посочен като основен мотив при GC Fujicem Evolve – Automix и G cem Link Force .

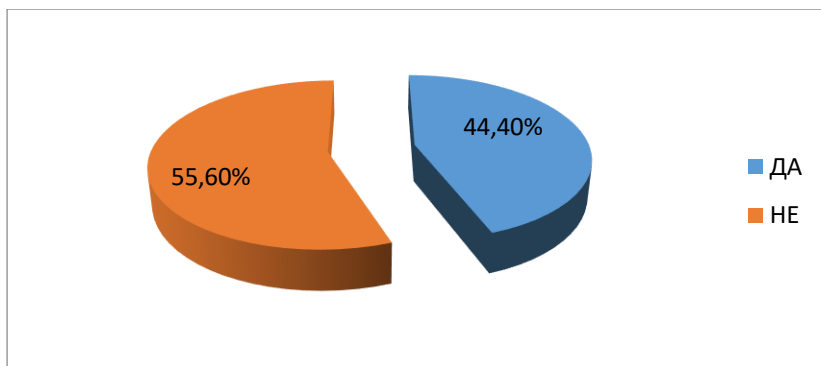
Намаленият брой на етапите при работа с цимента е посочен от повечето специалисти за GC Fujicem Evolve – Automix, Fuji plus и G Cem.

Постоянната консистенция е посочена като водеща при G cem и GC Fujicem Evolve – Automix.

Малкият риск от рецесия на гингивалния контур, лесен за моделиране, независимо от реставрационния дизайн и материалът е достатъчен за повече на брой фиксирания в сравнение с другите цименти не са посочени като водещи мотиви за избора на нито един цимент. Те са посочени като мотиви от по-малката част от анкетираните специалисти.

Половината от анкетираните лекари по дентална медицина посочват (55 %), че биха избрали друг цимент за фиксиране на циркониевите корони само при положение, че се промени качеството на материала, предлаган от фирмата производител или драстично се повиши неговата цена.

Според 44.4 % от анкетираните специалисти има разлика в протокола на фиксиране на циркониева корона, изработена върху зъбно пънче с нормални размери и такава изработена върху пънче с къса клинична корона (Фиг. 56).



**Фиг. 56. Разлика в протокола на фиксиране на циркониева корона, изработена върху зъбно пълче с нормални размери и такава изработена върху пълче с къса клинична корона**

Всички посочват, че спазват инструкциите на производителите при употребата на фиксиращото средство, като 63.0% посочват, че винаги спазват инструкциите на производителите, а 37.0% ги спазват често.

#### **4. Резултати за подбор на протокола за фиксиране на циркониевата корона при различните клинични ситуации**

Анализирани са данните от тестовете на различните видове протоколи използвани за фиксиране на единична циркониева корона с нормален размер на зъбното пълче, както и при случаи с къси клинични корони.

Механичните изпитвания на силата на връзката са извършени с помощта на специализирана изпитвателна машина. Силата на връзката на образца се изчислява чрез разделяне на максималното напрежение върху площта на напречното сечение на образца.

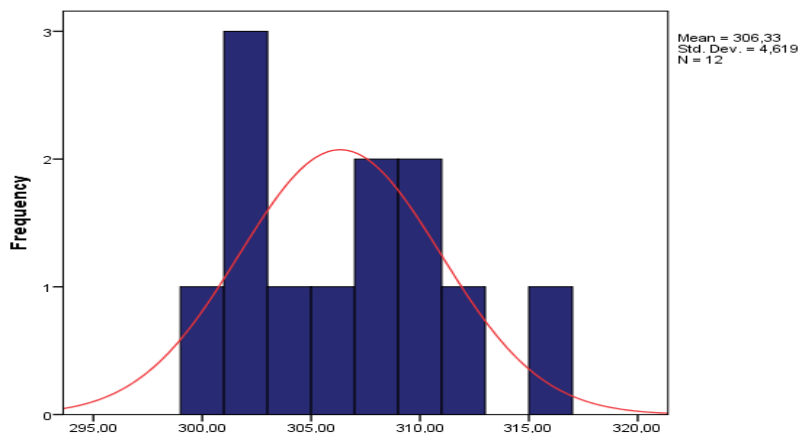
#### **Резултати по I ви протокол**

След проведените лабораторни изследвания се получиха следните резултати.

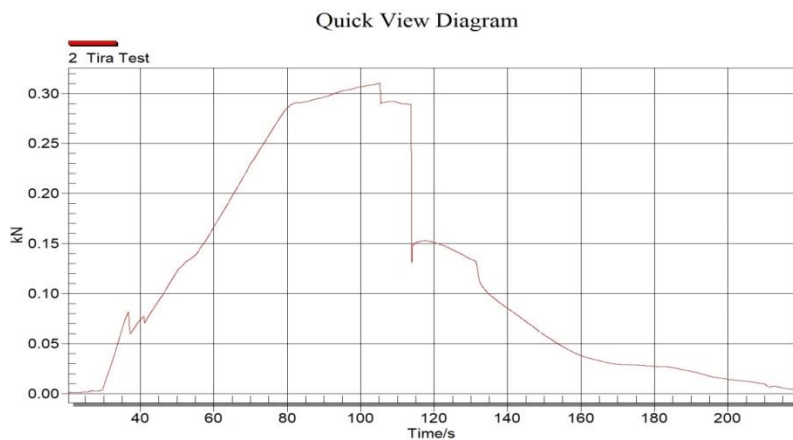
Средната сила на връзката между короната от циркониев диоксид и твърдите зъбни тъкани при фиксирането с GC Cem Link Force

при височина на зъбното пълче над 7 мм е  $306.3 \text{ N} \pm 4.6 \text{ N}$ , като минималната сила е 300 N а максималната е 315 N (Фиг. 57).

На фиг. 58 е представена графика на силата на връзката при един от образците.



**Фиг. 57.** Разпределение на образците според силата на връзката



**Фиг. 58** Сила на връзката между циркониева корона и твърдите зъбни тъкани при фиксиране с GC Cem Link Force и зъбно пълче с височина минимум 7 мм



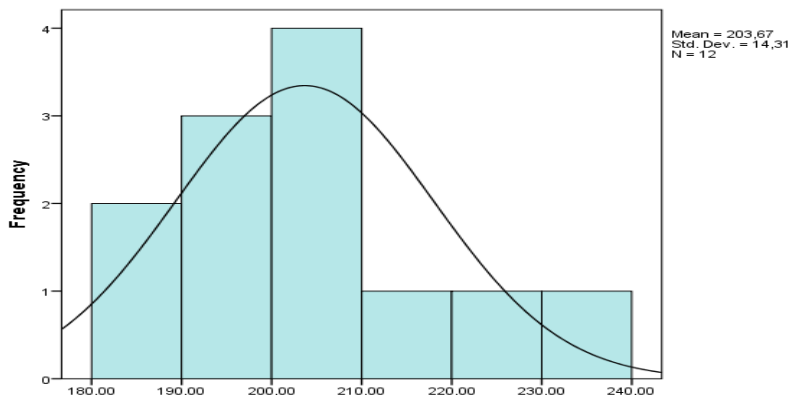
**Фиг. 59. Протокол за фиксиране на циркониева корона върху зъбно пънче с височина минимум 7 мм**

Резултатите показват по-добра сила на връзката в сравнение със стъклоно йономерните цименти при нормален размер на зъбното пънче, но по-ниски стойности в сравнение с образци, при които са изработени механични ретенции в препарационния дизайн.

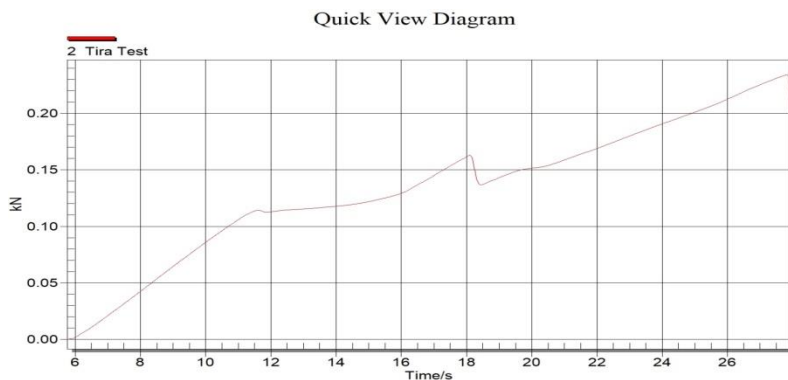
Въз основа на получените резултати на фиг. 59 е представен протокол за фиксиране на единична циркониева корона върху зъбно пънче с нормален размер (>7мм).

## Резултати по II при протокол

Средната сила на връзката между короната от циркониев диоксид и твърдите зъбни тъкани при фиксирането с GC Cem Link Force при височина на зъбното пънче под 7 мм без препариране на допълнителни ретенционни форми е  $203.67\text{N} \pm 14.31\text{ N}$ , като минималната сила е 185 N а максималната е 232 N (Фиг. 60).



Фиг.60. Разпределение на образците според силата на връзката



Фиг. 61. Сила на връзката между циркониева корона и твърдите зъбни тъкани при фиксиране с GC Cem Link Force и зъбно пънче с височина под 7 мм без препариране на допълнителни ретенционни форми

На фиг. 61 е представена графика на силата на връзката при един от образците.

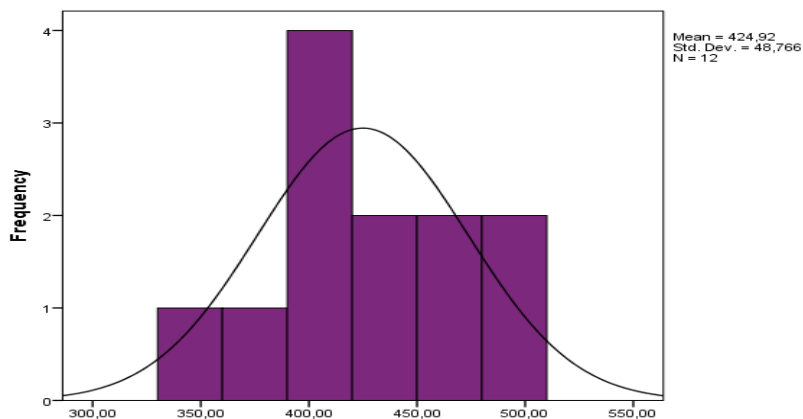
Резултатите показват значително по-слаба сила на връзката в сравнение с резултатите получени при зъбни пълнети с нормален размер, както и при зъбните пълнети с изработени механични ретенции в препарационния дизайн.

В същото време резултатите показват по-добра сила на свързване в сравнение със стъкленойономерните цименти.

Протокола за фиксиране на циркониевата корона върху зъбно пълне с височина под 7 мм без препариране на допълнителни ретенционни форми е същият като гореизложеният, но не го препоръчваме тъй като настоящите изследвания доказаха най-слаба сила на връзката.

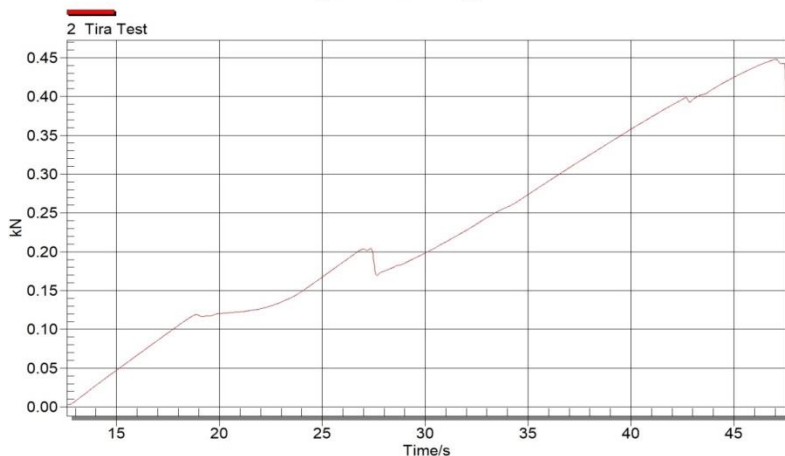
### Резултати по III ти протокол

Средната сила на връзката между короната от циркониев диоксид и твърдите зъбни тъкани при фиксирането с GC Cem Link Force при височина на зъбното пълне под 7 мм с препариране на допълнителни ретенционни улеи разположени апроксимално е  $424.92 \text{ N} \pm 48.76 \text{ N}$ , като минималната сила е  $330 \text{ N}$ , а максималната е  $500 \text{ N}$  (Фиг. 62).



Фиг. 62. Разпределение на образците според силата на връзката

### Quick View Diagram



**Фиг. 63. Сила на връзката между циркониева корона и твърдите зъбни тъкани при фиксиране с GC Cem Link Force и зъбно пълнене с височина под 7 мм препарирани на допълнителни ретенционни улеи разположени апроксимално**

На фиг. 63 е представена графика на силата на връзката при един от образците.

Резултатите показват значително по-висока сила на връзката в сравнение със зъбните пълнета без допълнителни ретенционни форми. В същото време силата на връзката при зъбните пълнета, при които освен ретенционни улеи са изработени и оклузални кутични форми на ретенция е по-голяма.

На фиг. 64 е представен протокол за фиксиране на циркониева корона върху зъбно пълнене с височина под 7 мм и с препарирани на допълнителни ретенционни улеи разположени апроксимално.

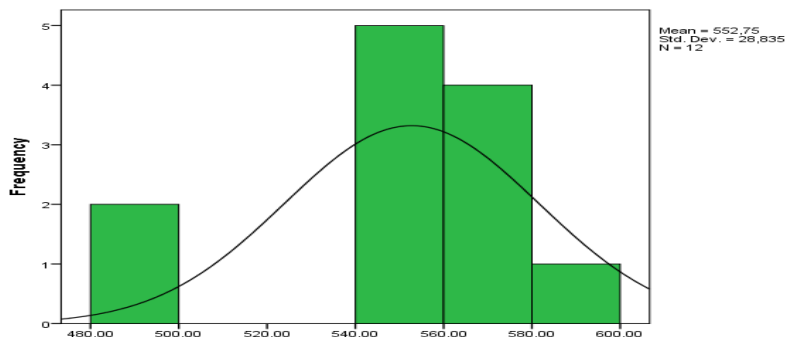


**Фиг. 64. Протокол за фиксиране на циркониева корона върху зъбно пънче с височина под 7 мм и препариране на допълнителни ретенционни улеи разположени апроксимално**

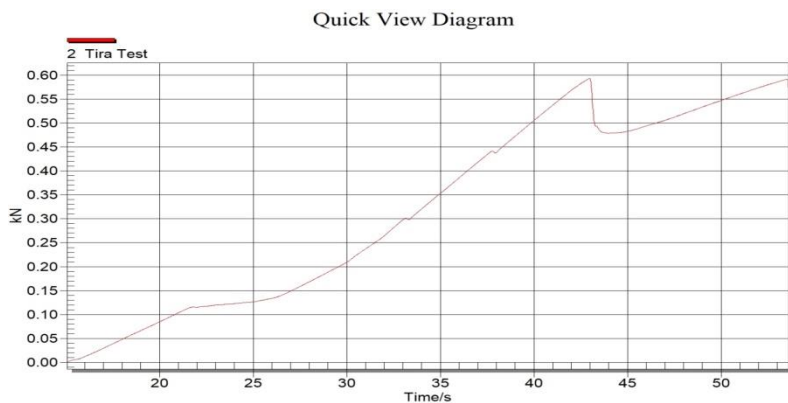


## Резултати по IV ти протокол

Средната сила на връзката между короната от циркониев диоксид и твърдите зъбни тъкани при фиксирането с GC Cem Link Force при височина на зъбното пълче под 7 мм с препариране на допълнителни ретенционни улеи разположени апроксимално и оклузална кутиечна форма на ретенцията е  $552.75 \text{ N} \pm 28.84 \text{ N}$ , като минималната сила е  $497 \text{ N}$  а максималната е  $590 \text{ N}$  (Фиг. 65).



Фиг. 65. Разпределение на образците според силата на връзката



Фиг. 66. Сила на връзката между циркониева корона и твърдите зъбни тъкани при фиксиране с GC Cem Link Force и зъбно пълче с височина под 7 мм препариране на допълнителни ретенционни улеи разположени апроксимално и оклузална кутиечна форма на ретенцията

На фиг. 66 е представена графика на силата на връзката при един от образците.

Резултатите показват най-голяма сила на връзката при използването на този протокол. Ние отдаваме това на повишената контактна повърхност заради изработените механични ретенции.

На фиг. 67 е представен протокол за фиксиране на циркониева корона върху зъбно пънче с височина под 7 мм препариране на допълнителни ретенционни улеи разположени апроксимално и оклузална кутична форма на ретенцията.

Други изследвания потвърждават, че изработването на интракоронарна ретенционна форма увеличава силата на якост на задържане, както и че употребата на композитни цименти е по-показана в сравнение с стъкленоиномерните цименти.

Amarnath et al. Също стигат до извода, че най-добър резултат за фиксиране на корона при къса клинична корона дава комбинацията от изработването на механична ретенция интракоронарно и използването на композитен цимент. O'Gray et al. потвърждават тези наблюдения.



**Фиг. 67. Протокол за фиксиране на циркониева корона върху зъбно с височина под 7 мм и препариране на допълнителни ретенционни улеи разположени апроксимално и оклузална кутична форма на ретенцията**

## ИЗВОДИ

1. Композитните цименти показват по-добро свързване с циркониевата корона в сравнение със стъклоиономерните цименти.
2. Въпреки, че повърхностната обработка на циркониевата коронка повишава якостта на свързване, комбинацията между композитен цимент с праймер, бонд и механични ретенции в препаратията увеличават силата на връзката между цимента и циркониевата коронка.
3. Основната част от анкетиранияте дентални лекари предпочитат в практиката си, композитни цименти. Fuji Plus се използва главно от колегите с по-малък стаж, което се дължи на по-ниските разходи и приложението му при циментирането на различни видове конструкции.
4. Основните мотиви за избора на цимент са доброто съотношение цена-ефективност, лесна работа с цимента, малък риск от нарушаване на фиксацията в дългосрочен план, универсалност и силна връзка със зъбните тъкани.
5. Денталните лекари с по-малък стаж по протетична дентална медицина предпочитат да работят с универсални цименти като Fuji Plus, докато специалистите с по-голям стаж предпочитат цименти, които са доказали, че имат висока сила на връзката, както с циркониевата коронка, така и със зъбните тъкани.
6. Основните мотиви за смяна на цимента при фиксиране на циркониевите корони са промяна в качеството на материала и повишаване на цените от фирмите производители.
7. За да се избегнат често срещаните грешки при циментирането на циркониевите корони е необходимо да се спазва определена методика за избор на протоколи за фиксиране на циркониевата корона при различни клинични ситуации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата научна разработка ние проучихме силата на якост на задържане на единична циркониева корона, върху зъбно пънче, при употребата на различни протоколи за фиксиране. Установихме значителни разлики при използването на стъкленоionoмерни и композитни цименти, като по-добри резултати наблюдавахме при композитните. Доказахме също така, че при различни протоколи за обработване на вътрешната повърхност на циркониева корона както и на зъбното пънче, се наблюдават значителни разлики в силата на якост на задържане.

В рамките на нашия научен труд изследвахме и доказахме преимуществото на композитните цименти за фиксиране на единична корона от циркониев диоксид. Установихме, че комбинацията от предварителна абразия на вътрешната повърхност на циркониевата корона с  $Al_2O_3$  или CoJet с последваща употреба на композитен цимент дава по-добри резултати от употребата самостоятелно на композитни цименти.

Сравнихме образци, върху които бяха изработени механични ретенции интракоронарно под формата на ретенционни улеи, разположени по апроксималните повърхности или кутична форма на ретенция разположено по олузалната повърхност. Доказахме, че тези ретенции подобряват нивото на задръжка и значително по-високи резултати на сила на якост на задържане бяха наблюдавани при тези образци.

Проучихме разликата в силата на якост на задържане при аплициране на MDP праймер за подготовка на циркониевата повърхност при фиксиране на единична циркониева корона и при липсата му. Ясно доказахме, че при употребата на такъв вид праймер се получават по-високи стойности на силата на задържане на възстановяването върху зъбното пънче.

Установихме разлики в силата на якост на задържане при зъбни пънчета с нормален размер и такива с къси клинични корони.

Широко прилагани в денталната медицина механизми за задържане могат да бъдат допълнително разделени на химични, механични и микромеханични елементи. По принцип 2 или 3 механизма

работят заедно в комбинация, в зависимост от естеството на цимента и материала.

В анкетно проучване установихме, че стъкленойономерният цимент се използва широко при фиксиране на корони. Той има няколко клинични предимства, включително физикохимично свързване със зъбните структури, ниски коефициенти на термично разширение и дългосрочно освобождаване на флуорид. Той обаче има ниска механична якост. Следователно GIC не би бил предпочитан цимент за циркониеви реставрации, които изискват стабилна задръжка от цимента. Композитният цимент има свойства като висока якост на свързване, висока якост на натиск и ниска разтворимост. Той е предпочитан избор на цимент за циркониеви реставрации поради недостатъците на други цименти като липса на разтворимост, поддръжка и адхезия. Той играе значителна роля в крайния клиничен успех на лечението.

Провеждайки задълбочени лабораторни изследвания, както и анкетно проучване при лекари по дентална медицина ние натрупахме много информация. Смятаме за необходимо да предоставим тези данни и изводите ни от тях на колегите по дентална медицина и за това разработихме няколко клинични протокола за фиксиране на единична циркониева корона. Необходимостта от създаването на тези протоколи се потвърди от факта, че голяма част от анкетираните нямат строго определен протокол за фиксиране на циркониева корона при различни клинични ситуации.

Няма идеален цимент за нито един материал. Всички цименти имат някои предимства и недостатъци. В зависимост от материала на короната и различни други фактори, трябва да се избере циментът, който най-добре отговаря на конкретния случай, както и клиничния протокол, по който да се ползва.

## **ПРИНОСИ**

### **Приноси с оригинален характер**

- 1) За пръв път в България е направена теоретична постановка за използването на различните видове цименти при фиксирането на циркониева корона
- 2) В лабораторни условия е изследвана силата на връзката между стъкленойономерни и композитни цименти и циркониева корона при различни повърхностни обработки.
- 3) Доказана е ефикасността при използването на праймер и механична обработка на повърхността, както на зъбното пълче, така и на циркониева корона за постигане на по-силна връзка.
- 4) Доказана е ползата от изработването на различни макроретенции в препарирания образец
  1. Ретенционни улеи – връзвания апроксимално
  2. Кутична форма на ретенция оклузално

### **Приноси с научно-приложен характер**

- 1) Създадена е методика за избор на протокол за фиксиране на циркониевата корона при различни клинични ситуации.

## ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Гогушев К., М. Абаджиев, К. Георгиева, Ив. Денков. Интраорални сканиращи системи, базирани на принципа на конфокалната микроскопия, използвани в съвременната протетична дентална медицина. Варненски медицински форум, т.5, бр.2, 2016
2. Гогушев К., М. Абаджиев, К. Георгиева, Ив. Денков. Интраорални сканиращи системи, базирани на принципа на активна триангулация, използвани в съвременната протетична дентална медицина. Следдипломна квалификация и непрекъснато усъвършенстване в стоматологията, vol16, 2017
3. Denkov I. Zirconia as a biomaterial for dental use. International Bulletin of Otorhinolaryngology. 3 / 2019, 20-22
4. Denkov I. Zirconia – cementing or luting. International Bulletin of Otorhinolaryngology. 3 / 2019, 23-25
5. Денков И., Гогушев К. Оценка силата на якост на задържане според използваните цименти и вида на обработване на повърхността на единична циркониева корона. Варненски медицински форум, 2021

### Участие в научни форуми:

1. Участие в СУ – Варна, Науката в служба на обществото, 25.10.2019 постер на тема: Отчупвания на инкрустационна керамика при корони от циркониев диоксид
2. Участие в СУ – Варна, Науката в служба на обществото, 25.10.2019 постер на тема: Циркониев диоксид