

УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“

СТОМАТОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ - СКОПЈЕ

Клиника за стоматолошка протетика

МАГИСТЕРСКИ ТРУД

**КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА НА МЕХАНИЧКИТЕ
ОСОБИНИ НА РАЗЛИЧНИТЕ ВИДОВИ НА КОЛЧИЊА**

Ментор:

Проф. д-р Елена Петкова

Изработил:

Асс. д-р Весна Јуруковска

Шотаровска

Скопје 2014

УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“

СТОМАТОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ - СКОПЈЕ

Клиника за стоматолошка протетика

МАГИСТЕРСКИ ТРУД

**КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА НА МЕХАНИЧКИТЕ
ОСОБИНИ НА РАЗЛИЧНИТЕ ВИДОВИ НА КОЛЧИЊА**

Ментор:

Проф. д-р Елена Петкова

Изработил:

Асс. д-р Весна Јуруковска

Шотаровска

Скопје 2014

Ментор: проф. д-р. Елена Петкова

Стоматолошки факултет – УКИМ, Скопје

ЧЛЕНОВИ НА РЕЦЕНЗЕНТСКА КОМИСИЈА:

проф. д-р. Билјана Капушевска

Проф. д-р. Јагода Бајевска

проф. д-р. Елена Петкова

Дата на одбрана: 27. 06.2014 година

БЛАГОДАРНОСТ

Посебна почит и благодарност чувствувам кон проф. д-р. Елена Петкова мој ментор на магистерскиот труд, која во текот на целокупниот истражувачки потфат и при оформувањето на магистерскиот труд, ми даваше драгоцени сугестии, голема поддршка, корисни совети и конструктивна стручна помош.

Посебна почит и благодарност изразувам кон проф. д-р. Билјана Капушевска која внимателно ги читаше рабодните верзии на ракописот и ми даваше драгоцени сугестии и стручна помош околу изработката на овој труд.

Почит и благодарност изразувам и на проф. д-р. Јагода Бајевска за стручните сугестии што ми ги укажуваше.

На доцент д-р. Сашо Јовановски почит и благодарност изразувам, за неговата несебична помош и стручни сугести.

На проф д-р. Весна Стефановска од Медицинскиот факулте во Скопје, изразувам почит и благодарност за помошта околу прецизирањето на статистичките постапки, за времето одвоено за корисните дискусии и за стучната помош од областа на статистиката.

За помошта околу испитувањата на колчињата им благодарам особено на Машинскиот факултет во Скопје, а пред се на проф. д-р. Наќе Бабамов и на асистент Никола Аврамов за нивната стручна и несебична помош при испитувањата и контрола на колчињата.

На моите колеги од Клиниката за фиксна стоматолошка протетика при Универзитетскиот стоматолошки клинички центар „Св. Пантелејмон“ им благодарам за поддршката, соработката и пријателскиот однос.

На ќерката Марта и синот Марко – радост во мојот живот, им благодарам за толеранцијата за времето кое не можев да им го посветам.

Посебна благодарност и почит должам на моите родители проф. д-р Нада Јурукова и Диме Јуруков кои ме насочуваа кон вистинскиот етички и вредносен егзистенцијален знак, укажуваќи на она што е најдрагоцен и највредното во животот.

Весна Јуруковска Шотаровска

СОДРЖИНА

1.	ВОВЕД	1
2.	ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА	4
2.1.	Ретенциони фактори	6
2.2.	Должина на колчето	6
2.3.	Дијаметар на колчето и преостанат дентин	7
2.4.	Дизајн на колчето	7
3.	ЦЕЛИ НА ИСПИТУВАЊАТА	16
4.	МАТЕРИЈАЛ И МТОД	18
5.	РЕЗУЛТАТИ	23
5.1.	Сила на фрактура	23
5.1.1.	Сила на фрактура на титаниумски колчиња	23
5.1.2.	Сила на фрактура на фибер колчиња	27
5.1.3.	Сила на фрактура на циркониумски колчиња	31
5.1.4.	Споредба на сила на фрактура на колчиња од различни материјали со ист дијаметар	35
5.1.4.1.	Споредба на сила на фрактура на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,2\text{мм}$	36
5.1.4.2.	Споредба на сила на фрактура на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1.35\text{мм}$	37
5.1.4.3.	Споредба на сила на фрактура на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1.5\text{мм}$	39
5.2.	Цврстина на свиткување	41
5.2.1.	Цврстина на свиткување на титаниумски колчиња	41
5.2.2.	Цврстина на свиткување на фибер колчиња	46
5.2.3.	Цврстина на свиткување на циркониумски колчиња	49
5.2.4.	Споредба на цврстина на свиткување на колчиња од различни материјали со ист дијаметар	54
5.2.4.1.	Споредба на цврстина на свиткување на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,2\text{мм}$	54

5.2.4.2.	Споредба на цврстина на свиткување на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1.35\text{мм}$	57
5.2.4.3.	Споредба на цврстина на свиткување на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1.5\text{мм}$	59
5.3.	Цврстина на еластичност	60
5.3.1.	Цврстина на еластичност на титаниумски колчиња	60
5.3.2.	Цврстина на еластичност на фибер колчиња	65
5.3.3.	Цврстина на еластичност на циркониумски колчиња	68
5.3.4.	Споредба на цврстина на еластичност на колчиња од различни материјали со ист дијаметар	73
5.3.4.1.	Споредба на цврстина на еластичност на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,2\text{мм}$	74
5.3.4.2.	Споредба на цврстина на еластичност на колчиња од различен материјал со $d=1.35\text{мм}$	76
5.3.4.3.	Споредба на цврстина на еластичност на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1.5\text{мм}$	78
6.	ДИСКУСИЈА	80
6.1.	Сила на фрактура	80
6.2.	Цврстина на свиткување	83
6.3.	Цврстина на еластичност	86
7	ЗАКЛУЧОК	89
8	КРАТЕНКИ	91
9	ЛИТЕРАТУРА	92

1. ВОВЕД

Реставрирањето на едодонтско третираните заби е предизвик во истражувањето во последните децении, пред се поради воведувањето иновативни материјали и современи методи. Традиционално прифатен метод е обновување на ендодонтски третираните заби со колче и реставрација на централниот дел со надоградба, кој може да биде прекриен со коронка. Се до средината на 80-тите излеано метално колче, направено индиректно од забен техничар, претставувало најбезбедниот начин за реставрација на ендодонтски третираните заби. Исто така биле употребувани метални колчиња во комбинација со различни надградбени материјали под коронката.[1,2]

Генерално мислење на почетокот било дека колчето го зајакнува ендодонтски третираниот заб. Подоцна многу студии го докажале спротивното, односно дека колчето може да биде предиспозиција за кршење на коренот и треба да се употребува само кога преостанатото коронарно забно ткиво не може повеќе да обезбедува адекватна поддршка и задржување за реставрацијата.[3]

Надоградбата мора да има долготрајна и сигурна ретенција на коронката или мостот и да овозможи правилен пренос на оптеретувањето на целиот корен и околните потпорни ткива.[4] Надоградбите заедно со преостанатиот дел од забната супстанца сочинуваат една целина која всушност претставува препариран заб носач на идната протетска конструкција.[5]

Со леаните колчиња, корените на забите се поподложни на фрактури заради високиот еластичен модулус на металите спореден со дентинскиот. Понекогаш металите употребени за изработка на надградби можат да предизвикаат алергична и токсична реакција на тврдите и меките ткива.[6] Естетските особини на овие надградби исто

така се лимитирани, па сиво обоената надградба се просира кога се употребува за изработка на целосно керамичките реставрации.[7]

Достапните надградбени системи најчесто се изработени од метал или неметални индивидуално направени надградби и различни видови на префабрикувани керамички и фибер колчиња.[8]

Потребата за подобра естетика и биокомпатибилност на реставрациите придонесе за пронаоѓање на транспуцентни безметални надградбени системи и нивно унапредување.[9]

Префабрикуваните фибер и циркониум надградбени системи биле испитувани за да се задоволат естетските потреби кај ендодонските третираны предни заби. Транспарентноста на целосно керамичките коронки може да биде успешно задоволена со употреба на ново обликувани фибер и керамички колчиња.[5]

За да се постигнат оптимални резултати, материјалите од кои што се изработуваат колчињата треба да имаат слични физички особини на дентинот, и да бидат биокомпатибилни во оралната средина. Исто така треба да имаат улога да го апсорбираат стресот, и да пренесуваат само ограничено оптоварување на преостанатите забни структури. Неколку студии ги потврдиле испитувањата дека изработката на надоградби од различни легури и други материјали со различна цврстина, укажуваат на ригидноста на материјалот и отпор на силите без нивно свиткување.

Една од главните причини која ги мотивирала истражувачите да пронајдат алтернативни решенија за металните надоградби, била фрактурата на коренот на забот. Ригидноста на металните фабрички колчиња (титаниумските колчиња) значајно влијаат на зголемување на ризикот на фрактура на коренот на забот. Поновите истражувања укажуваат на фактот дека ригидноста на овие колчиња мора да биде иста или слична на структурите на забот, така што оклузалните сили ќе се дистрибуираат по должината на коренот на забот. Овие метални системи може да имаат негативен ефект во естетскиот квалитет на фиксно-протетската изработка.

ФЗК-колчињата зајакнати со композитни влакна претставуваат алтернатива на многу конвенционални материјали. Споредбено со готовите титаниумски колчиња укажуваат на намалена појава на фрактура на коренот на забот. Циркониумските колчиња кои денес се употребуваат имаат висок модул на еластичност, па заради тоа силите се пренасочени од колчето директно на забната структура без апсорпција на стресот.

Новите концепти на безметално реставрирање во современата естетска стоматологија доведоа до развој на нови, современи материјали и методи за постендодонтски третман на ендодонтско третираните заби. Ендодонтско реставрираните заби со безметални колчиња и надградби претставуваат субструктури кои овозможуваат изработка на протетски изработки со подобар естетски изглед, поради нормалната трансмисија на светлината преку коренот на забот.

Механичките и физичките карактеристики на колчињата имаат пресудно значење за квалитетот и времетраењето на протетската супраструктура, од што и произлезе протоколот на нашата експериментална студија за испитување на фрактурната цврстина и цврстината на свиткување на различните колчиња кои се употребуваат за реставрација на ендодонтско третираните заби.

2. ПРЕГЛЕД ОД ЛИТЕРАТУРА

Колчињата и надоградбите често се користат после ендодонтскиот третман за реставрација на оштетените заби, со голем губиток на коронарната структура. Главната цел на овој третман е да обезбеди ретенција на коронката или фиксната парцијална протеза. Вметнување на колче може да се избегне доколку адекватна ретенција може да биде постигната од остатоците на коронарната забна структура. [10-12]

Пред да се направи подготовката за колчето, квалитетот на ендодонтската терапија треба да се оцени, клинички и радиографски. Потребна е прецизна оптурација на каналот на коренот, со кондензирано гутаперка пополнување, кое оптимално завршува 0-1 мм од радиографскиот врв. [13] Како и да е, грешки во оценувањето на радиографската работна должина се случуваат и затоа секој заб треба да биде индивидуално анализиран. [14]

Забите за кои е потребен ендодонтски третиран и реставрација со колче, претходно се подложени на ендодонтски и протетички процедури. [15] Повеќе студии покажуваат дека колчето го зајакнува ендодонтски третирањето на заб. Во студија каде зајакнувачкиот ефект на полнење беше испитуван, беше откриено дека ендодонтски третираните незајакнати заби кои служеле како контрола биле двапати поотпорни на скршеници отколку забите третиран со колчиња или надоградби. [16] Иако овој факт е познат многу години и неколку сегашни студии го потврдија тоа, едно истражување во Шведска покажа дека висок процент на стоматолози сеуште веруваат дека колчето го зајакнува ендодонтски третирањето на заб. [17]

Биомеханички оштетувања поврзани со забите третиран со колче се чести; биле забележани стапки на оштетувања од 7-15% после 3 години. Овие оштетувања вообичаено имаат сериозни последици на забите и може да резултираат на продолжени протетички реконструкции. [18-20]

Губење на ретенција изгледа дека е најчестиот тип на оштетување на обновениот заб со колче со стапката на оштетување 9%, прикажана во студијата на Torbjörner (1995).[21]

Фрактура на коренот (3%) сеуште се смета за компликација која води до најголемо оштетување на забот и вообичаено резултира со вадење на забот. Фрактури на коренот најчесто се причинети од оптовареност и тоа е тензичниот стрес (свиткување), а не компресијата која предизвикува фрактури. [16] Со минимизирање на неаксиалните сили, ризикот од фрактури предизвикани од оптовареност ќе бидат намалени. Фрактура на колчето (1%) е почеста кај префабрикуваните колчиња отколку кај излеаните колчиња и често се смета како поправлива грешка. Перфорација на коренот е тежок вид на оштетување кое може да се случи за време на подготовката за колчето. Оштетувањата на пост-ретенционите коронки често се случуваат во предната регија на максилата, каде хоризонталните сили се големи, така да оваа област се смета за најризична за технички оштетувања.[22-24]

Максималните сили и стресните области се наоѓаат на екстерните површини на букалната и палатиналната површина на коренот. Како последица на тоа, колчето позиционирано на најцентралниот дел на коренот (неутрална оска), прави малку за да го зајакне забот. Пооптимално место за зајакнување ќе биде на надворешните површини, каде се наоѓаат максималните стресни области. Вообичаено кога и да е можно, ова зајакнување се интегрира со коронката во форма на прстен или обрач, кое е сместено во маргините на коронката каде има најголема моќ. [5]

Подготовката на коронката треба да биде изведена така што маргините на коронката да се протегаат над коренот на забот и да лежи над структура на забот. На овој начин коронката ќе формира обрач, која го обиколува цервикалниот дел на коренот. Важноста на инкорпорирање на овој вид конструкција која се нарекува "Ferrule" или обрач на коронката, беше нагласено во литературата претходно. [25]

Обрачот треба да биде најмалку помеѓу 1.5 и 2 мм над маргините на коронката, прегрнувајќи го обемот на коренот, заштитувајќи го од фрактури. Овој обрач исто така ја зголемува отпорноста на колчето на торзионалните сили. Отсуството на прстенест ефект на коронката на ендодотски третираните и реставрирани заби со колче, се поврзува со поголеми варијации на оштетувања. Исто така беше прикажано ин витро дека заб обновен со коронка со униформиран обрач 2 мм, може да биде поотпорен на фрактури отколку заб обновен со коронка со неуниформиран обрач.

Јовановски сметаат дека, потребно е зацврстување на коронарно – радикуларниот комплекс и преку колчето и преку коронката, со воведување нови методи кои обезбедуваат пренос на силите на жвакопритисок преку преостанатиот дентин а не преку колчето. [5]

2.1. Ретенциони фактори

Потребата од ретенција варира зависно од типот на протетичка конструкција и интермаксиларните релации. Постојат многу фактори кои влијаат на должината и ретенцијата на колчињата.

2.2. Должина на колчето

Должината на колчето влијае на распределеноста на стресот во коренот и така влијае на отпорноста на фрактури. Кога должината на колчето е зголемена ретенциониот капацитет се зголемува. Но, подготовката за подолго колче го зголемува ризикот од перфорација на коренот. Има многу водичи во литературата кое се занимаваат со должината на колчето. Честа препорака е дека должината на колчето треба да биде еднаква или поголема од должината на коронката. [25-28]

Други студии предлагаат должина на колчето еднаква на одреден дел од коренот, како на пример половина од должината на коренот[3,29] или две третини од коренот[30] или половина помеѓу врвот на коренот и алвеоларниот врв на коската. [31,32]

креираат највисоките стресни области на врвот околу крајот на колчето. [46,47,44]

Некои студии се фокусираа на фактори кои ја зголемуваат ретенцијата на колчето, без зголемување на ризикот од фрактура на коренот. Вакви фактори се дизајн на површината на колчето и типот на цемент кој се користи. Дизајнот на површината може да биде поделен на назабен, навоен и мазен површински дизајн. Назабеното колче значајно ја зголемува ретенцијата на колчето споредено со мазното колче. [8] Дизајнот на површината може да биде поделен и на активен само навоен и пасивно цементно колче. [48] Површинските дизајнирани активни самонавојни колчиња предизвикуваат највисок стрес во коренот. [27,47] Засеци од активните самонавојни колчиња и штрафчиња функционираат како стрес центри и можат лесно да предизвикаат пукање и фрактура на корено. [49]

Колчето е или фабрички спремно (директна техника) или направено со користење на леење (индиректна техника) во стоматолошка лабораторија. Излеаното метално колче е стандардно употребувано за реставрација на ендодонтски лекувани заби многу децении. [50,51]

Веќе во 1700 Француски стоматолог, Pierre Fauchard, нарекуван „татко на модерната стоматологија“ вметнал дрвен клип во каналите на забот за да помогне во ретенцијата на коронката. Дрвените клинови се прошириле со влага и на крајот довеле до фрактура на коренот. Подоцна станале почести така наречените Ричмонд коронки во 1878, со модификација која се состоела од колче и коронка. Развојот на леаните надградби беше логичка еволуција од Ричмонд коронките. Излеаните метални колчиња сеуште се употребуваат денеска, но процедурата е скапа и бара многу време (вообичаено најмалку две посети на стоматолог) и поради што фабрички спремните колчиња станаа популарни меѓу стоматолозите. [52]

Излеаното колче може да се користи во устата во разни клинички ситуации. Излеаното колче ги репродуцира контурите на подготвениот канал, адаптацијата во каналот е добра и треба да биде дизајниран за

да биде отпорен на торзалните сили. Излеаната надградба исто така се индицира кога има минимална коронална забна структура за анти ротација или врзување. Кога морфологијата на каналот е критична на пример во случај на овален канал, индицирано е да се користи излеано колче. Во овие случаи ако се користи фабрички спремно колче ќе резултира со минимален контакт со ѕидовите на каналот и ќе доведе до губење на колчето како резултат на големиот слој на цемент. И ако се користи фабрички спремно колче и ако се подготви екстензивна препарација за да се подобри адаптацијата на колчето тоа ќе доведе до зголемен ризик за кршење на ослабената забна структура.

Освен горе споменатите карактеристики излеаните колчиња исто така имаат многу недостатоци. Тие имаат ниски ретенциони способности и техниката бара време и е скапа. Привремена реставрација е секогаш потребна што го зголемува ризикот од инфицирање на системот на каналот на коренот.[53] Во дополние, во одредени случаи потребата за поестетски решенија го лансирале развојот на нови алтернативни материјали за колчиња.

Во индиректната техника, стоматологот го припрема забот и каналот на коренот, следејќи ги прифатените напатствија за подготовка на забот на неоштетените заби [54] зачувавајќи што е можно повеќе дентин. Подготовката на коронката е направена така што коронката ќе биде 2 мм од спојот на врвот на надградбата на забот така да овој важен метален дел може да се инкорпорира во коронката.[25,50] Стоматологот зема отисок од подготвениот канал и преостанатата забна структура и забниот лабораториски техничар ја составува излеаната надградба користејќи гипсено колче направено од отисокот.

Индиректниот метод бара најмалку две посети на стоматолог што може да се смета како недостаток, но од друга страна процедурата заштедува време бидејќи има работа во лабораторија. Успешноста на индиректниот метод зависи помеѓу другите работи од точноста на отисокот кој ја копира внатрешната површина на подготвениот канал на коренот за да се постигне точна монтажа на двете, и на излеаното

колче и на коронката. Литературата го препорачува овој вид на реставрација во два дела наместо во излеано колче на коронката во еден дел. [50,55,54] Излеано колче е контраиндицирано кога каналот на коренот е многу тесен и краток и традиционално се препорачува прицврстен амалгам. [50] Материјалот за колчето на каналот на коренот треба да биде биокоматибилен, да биде лесно свиткувачко и растегливо и отпорно на оптовареност. Излеана надградба вообичаено се подготвува со скапоцен метал. Легури од злато се користат најчесто, но исто така се користи и сребро паладиум.

Има над 100 различни фабрички спремни колчиња. Според една истражување на стоматолозите во САД, 40% од општите стоматолози користат готови колчиња почесто и најпопуларно готово колче било назабното колче поставено паралелно. [56] Повеќето готови колчиња се метални, но има и неколку неметални системи. Најтипично метално готово колче е направено од чист челик или со легури од титаниум. Чистиот челик кој најчесто се употребува содржи хром (18%) и никел (8%). Поради загриженоста за алергиски реакции од чистиот челик исто така ризикот од корозија и фрактура на коренот кои се поврзуваат со ова, [57] воведени се колчиња од титаниум.

Варијации во дизајнот на колчињата се прават за да се задоволат раличните конфигурации на коренот и потребите за ретенција.

Сепак со вметнување на навоен пост, стресот може лесно да се индицира. Ова може да доведе до фрактура на сидот на забот и може да биде предиспозиција за фрактура на коренот. [58,49,59] Адаптацијата на назабеното колче на сидовите на дентинот во каналот е минимална во цервикалната третина а максимална во апикалната третина.

Готовите метални колчиња вообичаено се користат за директна техника каде вметнувањето на колчето и градењето на надградбата се изведуваат во ист термин од стоматологот. Секое готово колче вообичаено е придружувано со препарација и обликување на просторот на колчето. За да се постигне совршено вклопување на колчето. Некои готови колчиња исто така може да се користат во индиректна техника.

Готовите метални колчиња имаат неколку предности. Споредено со леаните металните колчиња имаат подобри регенциони способности, тие заштедуваат време (бараат само една посета) и исто така се економични (нема лабораториска фаза). Кога останува голема количина на коронален дентин, готово колче со композитна надградба се препорачува. [60] Сепак готовите колчиња имаат некои недостатоци дека вообичаено бараат отстранување на повеќе дентин отколку кај излеаните колчиња, бидејќи природната форма на каналот е стеснета. Тркалезниот дизајн на готовите колчиња нуди мал отпор на ротационите сили. Исто така силата на композитот, сега користен како материјал за надградба со готово колче, не е толку висок како тој на излеаното.

Со неодамнешните предности на керамичката технологија, сите керамички коронки станаа многу популарни. Побарувачката за поестетски решенија, особено на целосно керамичките обновувања, разви нови материјали за изработка на колчиња. Металните колчиња може да бидат видливи низ просирна керамичка коронка. Маргиналната гингива на обновениот заб со метално колче и керамичката коронка може да бидат темни. Стабилизираните циркониумски керамики беа воведени за производство на колчиња и надградби, [61-64] затоа што тие имаат поголема сила и отпорност на фрактури отколку другите керамики.

Циркониумските колчиња нудат можни предности во поглед на естетиката и биокомпатибилноста, [65] но тие имаат неколку недостатоци. Циркониумските колчиња се цврсти но од друга страна многу крехки без еластичност. [66] Поради тоа од голема важност е да се направи далабока подготовка за колчето кога се користат циркониумски колчиња. Циркониумските колчиња не се уште достапни во мали дијаметри, што ја отежнува минималната инвазивна подготовка на забот со овој вид на колче. Ако ендодонтски е потребно повторно лекување, вадење на цирконските и керамичките колчиња е многу тешко. Постои студија каде циркониумските колчиња покажаа

помали ретенциони вредности во однос на назабните метални колчиња. [65]

Добрите механички својства на Фибер Зајакнати Композити-ФЗК се употребуваат во разни индустриски апликации со децении, како спортска опрема, бродската и авионската индустрија. Веќе во 1960-тите била забележана употребата на зајакнувањето со фибер влакна во акрилните протези. [67,68] Сепак тоа не се случило се додека не биле подобрени својствата за ракување на фибро зајакнувачките композити заедно со развојот на производството, тие беа генерално прифатени во полето на денталните материјали. Така да во 1990-те ФЗК се употребувале често и во денталните материјали. [69]

ФЗК биле прво употребувани за зајакнување на акрилните материјали на отстранливи протези и било откриено дека се посупериорни во однос на конвенционалните методи. [70,71] Пред тоа отстранливите протези биле прицврстувани со метални зајакнувачи но само со умерен клинички успех. [72] Комбинирањето на зајакнувачки фибрени влакна со акрилатна смола и одреден пополнувачки композит го прават ФЗК соодветен за фиксни парцијални протези изработени за двете и индиректно [73-79,] и директно во устата. [80-83]

ФЗК се препорачуваат да функционираат како чеп на пукање и како зајакнувачка подлога под големите композитни реставрации, [84] и како поправлив материјал за скршени инцизиви. [85]

Во раните 1990-ти готовите конечно полимеризирани ФЗК колчиња на каналот биле воведени на пазарот. Еден од готовите ФЗК колчиња бил Ц-постот (Композипост) кој бил пост направен од карбон-фибро зајакнат епоксин и бил развиен во Франција. [86-87] Наскоро исто така стаклен и кварцен фибер биле користени во колчето во каналот на коренот. Употребата на ФЗК во колчињата во коренот на каналот бил еднакво распореден бидејќи нивниот еластичен модул бил сличен на тој од дентинот. Кога е сврзан на место со смолеста цементна смеса, се смета дека оклузалните сили ќе бидат подеднакво дистрибуирани во

коренот што ќе резултира со помалку фрактури на коренот, [87,12,88-90] и поповолни оштетувања споредено со металните колчиња. [91]

ФЗК се материјали кои се состојат од фибер влакна вметнати во полимерна матрица. Зајакнувачките фибри се карактеризираат со нивната должина која е многу поголема од нивните попречни димензии. Фибер влакната даваат сила и цврстина, додека полимерната матрица ги комбинира фибер влакната заедно, формирајќи континуирана фаза околу зајакнувањето. Фазата го пренесува товарот на фибер влакната и исто така ги заштитува фибер влакната од влажност на оралната околина. [70] Со цел да се има зајакнувачки ефект, фибер влакната мора да поседуваат повисок флексибилен модул отколку оној на полимерната матрица.[95] Механичките предности од ФЗК се нивната флексибилна сила, сила на оптоварување, еластичен модул и сила на свиување. ФЗК се неметални, биокоматибилни и естетски. Со цел да се одржи добар ефект на зацврстување со зајакнувачки фибер влакна, многу важни фактори треба да се земат во предвид. Вакви фактори се ориентација на фибер влакната, квантитетот на фибер влакната, импрегнација на фибер влакната со полимерната матрица, адекватната адхезија на фибер влакната со полимерната матрица и типот и својствата на фибер влакната. [93]

Стаклените фибер влакна се најчесто користени фибер влакна за зајакнување и во дентални и во индустриски апликации, најмногу поради што нудат неколку предности како висока растегливост, одлични компресивни и ударни својства, релативно висок Е модул и мали трошоци. Транспарентниот изглед го прави соодветен за дентални апликации со високи козметички барања како колчиња во каналот на коренот на предните заби. Фибер стаклените влакна се создадени со загревање и мешање на тврди (крти) материјали (песок, каолин, варовник, колеманит-боров минерал) на температура од 1600 С. Течната стаклена смеса се дели на филаменти, со дијаметар од 10-24 μ m, од кои се создаваат вистински влакна. Според хемискиот состав на стаклената смеса стаклените влакна се класифицираат на А

(алкални), CH (хемиски отпорни), D (диелектрични), E (електрични), R (резистентни), S (со висока јакост). Стаклени типови на влакна се разликуваат по механичките и хемиските особини. Најчесто употребувани стаклени влакна се E-глас (99% од сите стаклени влакна денес се произведени од овој тип) кои имаат калциум-алуминиум-борсиликатен состав. E-стаклените имаат добра затегнувачка и компресивна моќност, добри електрични особини, доста ниска цена, и слаба отпорност на удари. S-стаклените, кои имаат поинаков хемиски состав, даваат поголема затегнувачка моќ и подобра сила на ретенција, но се поскапи. Во стоматологијата E - глас и S - глас влакната станаа најчесто употребувани зајакнувачки влакна.

Карбонски влакна (CF) или карбон графитни влакна, порано беа употребувани се до доцните 1950 години. Денес тие се најчесто употребувани кај различни апликации за високи перформанси, како на пр. спортска опрема. Карбонските влакна се создаваат со богати со карбон органски влакна, формирајќи прекурзори, претходници познати како полиакрилен нитрил (PAN). Влакното кое се добиве е посилено од челик, полесно од алуминиум и поцврсто од титаниум. [92] Механичките особини на влакната варираат во зависност од составот, но генерално карбонските влакна покажуваат многу висока сила при висока тензија и компресија. Тие исто така имаа висока отпорност од корозија и замор, [94] и низок коефициент на термичка експанзија. Единствено опорноста кон удари им е послаба од стаклените влакна.

Ултра високотежински молекуларни полиетиленски (UHMWPE) влакна исто така се применуваат во денталните апликации. [95,96] UHMWPE влакна се едни од најсилните зајакнувачки влакна. Тие се изградени од усогласени полимерни ланци, имаат ниски еластични модули и ниска густина. Нудат добра отпорност при удари и се со бела боја. [92] Иако имаат неколку сигнификантни особини нивната клиничка примена е лимитирана, нај повеќе поради проблеми кои настануваат при слепувањето на влакната со матриксниот полимер.

Арамидни влакна (AFs), попознати се како Кевларни влакна, се создаваат од ароматични полиамидни влакна. Тие имаат релативно ниска густина, мала тежина, висока затегнувачка моќ и поприлично висока отпорност на удари. Благодареејќи на ароматичната структура имаат добра термичка и хемиска отпорност. Често се употребуваат во комбинација со други зајакнувачки влакна. [92]

Механичките особини на префабрикуваните ФЗК колчиња зависат, покрај другите нешта, од типот на влакната кој се користи, видот на надградбата (матриксот), составот на влакното и насоката на самоте влакна. Префабрикуваните ФЗК колчиња се состојат од висок процент на волумен изграден од континуирани еднонасочни зајакнати влакна во финално полимеризиран полимерен матрикс (полимерна надградбата). Влакната кои се во префабрикуваните ФЗК колчиња се карбонски или стаклени (E glass, S glass, кварц-силикатни) влакна, и матриксот е најчесто епокси полимер или мешавина од епокси и диметакрилатни смоли со висок степен на конверзија и високо вмрежена структура. Квантитетот на влакната во префабрикуваните FRC колчиња обично изнесува од 40-65% од волуменот во зависност од производителот. Слично како кај префабрикуваните метални колчиња повеќето од префабрикуваните ФЗК колчиња имаат свои придружни дупчалки (бургии) водилки со кои се оформува просторот за колчето. Префабрикуваните ФЗК колчиња се препорачува да се цементираат со композитно смолест цемент, и композит да се користи како материјал за доизработка на трупчето надградбата на забот формирајќи целосна колче-трупче конструкција која е хомогена колку што е можно повеќе.

3. ЦЕЛ НА ИСПИТУВАЊАТА

Цел на ова *invitro* испитување е да се направи компаративна анализа на механичките особини меѓу титаниумските, фибер и циркониумските колчиња. Научниот проблем произлегува од нивните различни механички особини кои даваат различна цврстина на свиткување и флексибилност.

Нивните физички карактеристики различно влијаат на околната структура на забот кога тие се цементираны во ендодонско третирањето канал на коренот на забот. Нивните различни еластични модули споредбено со дентинскиот овозможуваат различен пренос на силите на оптеретување кои можат да доведат до фрактури на коренот на забот.

Респектирајќи ги бројните литератури и научни сознанија кои ја потенцираат улогата и механичките особини на различните видови на колчиња за реставрирање на едодонтско надградбениот комплекс како субструктура на фикснопротетските конструкции, ги поставивме целите на ова експериментално испитување.

1. Да се изврши споредба на силата на фрактура помеѓу титаниумските, ФЗК и циркониумските колчиња.
2. Да се испитаат вредностите на цврстината на свиткување помеѓу титаниумските, ФЗК и циркониумските колчиња.
3. Да се утврди корелација меѓу силата на фрактура и флексибилноста на титаниумските, ФЗК и циркониумските колчиња.
4. Да се направат споредби:
 - 1) помеѓу различни колчиња со ист дијаметар

- 2) помеѓу исти колчиња со различен дијаметар
- 3) како влиае дијаметарот-дали има сигнификантна разлика помеѓу групите и кај кои групи
- 4) како влиае материјалот помеѓу различни колчиња, дали има сигнификантна разлика.

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

За да ги реализираме зададените цели на експерименталната студија користиме различни видови колчиња: титаниумски, ФЗК и циркониумски.

Испитувањата ќе се изведуваат на Стоматолошкиот факултет и на Машинскиот факултет во Скопје.

Формиравме три групи, а секоја група има 10 примероци.

I – група: Титаниумски колчиња 10 примероци од фирмата „Nordin”-Швајцарија (сл. 1).

II - група: ФЗК колчиња 10 примероци од фирмата „Nordin” - Швајцарија (сл. 2).

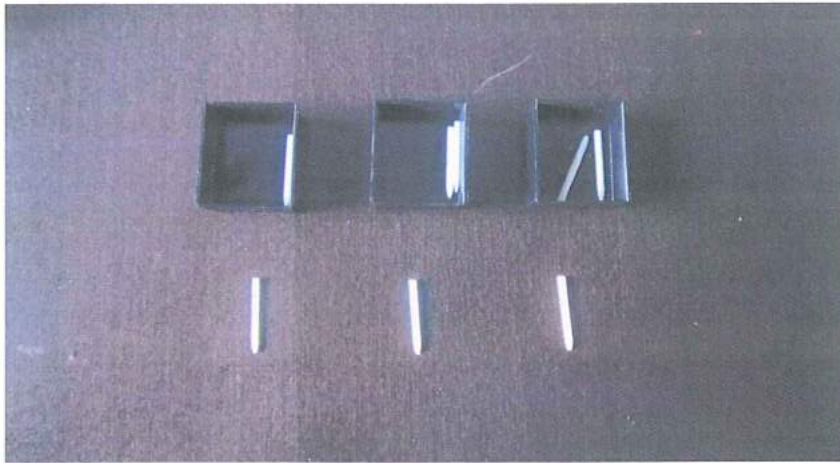
III – група: циркониумски колчиња 10 примероци од фирмата „Nordin”-Швајцарија (сл.3).

Во секоја од трите групи во зависност од дијаметарот на испитуваните колчиња беа селктирано во три подгрупи. Вкупно беа испитувани 90 колчиња.

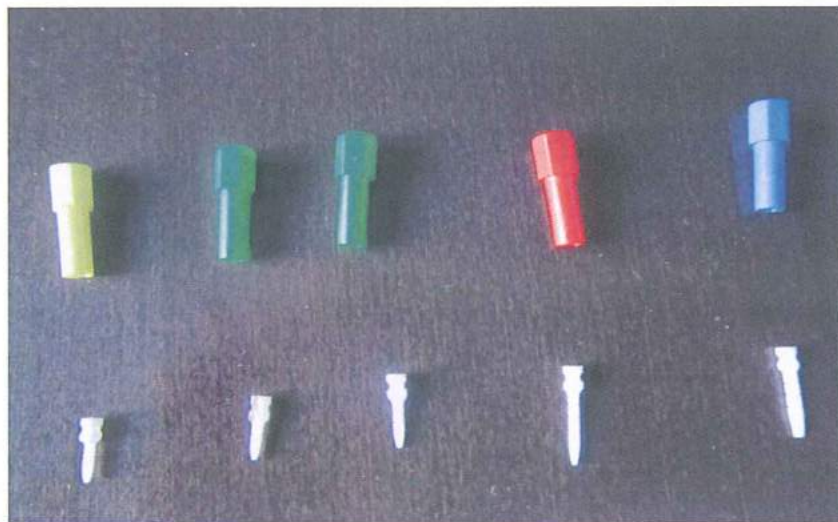
Сите испитувани колчиња се фабрички готови колчиња од кои фибер колчињата и циркониумските колчиња се со мазна површина, додека титаниумските колчиња се со рапава површина.



Слика 1. Титаниумски колчиња



Сл.2. Фибер колчиња



Сл.3. Циркониумски колчиња

Испитуваните колчиња ги поставивме во водена бања две недели, после тоа бе припремени за експериментално испитување. За испитувањето користевме посебно изработена подлога на кои беа поставувани колчињата. Испитувањата кои се изведуваа на Машинскиот факулт беа тестирани со универзална машина за тестирање “Shimadzu Univerzal Testing Mashine” (сл.4). Колчињата беа поставени на исто растојание и кај сите беше аплициран силата на исто место. Брзината на придвижување на пинот е со 0,5 мм/мин. Силата на фрактура беше регистрирана на посебен софтверски систем поврзан со

машината "Shimadzu". За испитување го користевме така наречениот „three-point bending test“ – испитување на цврстина на свиткување.

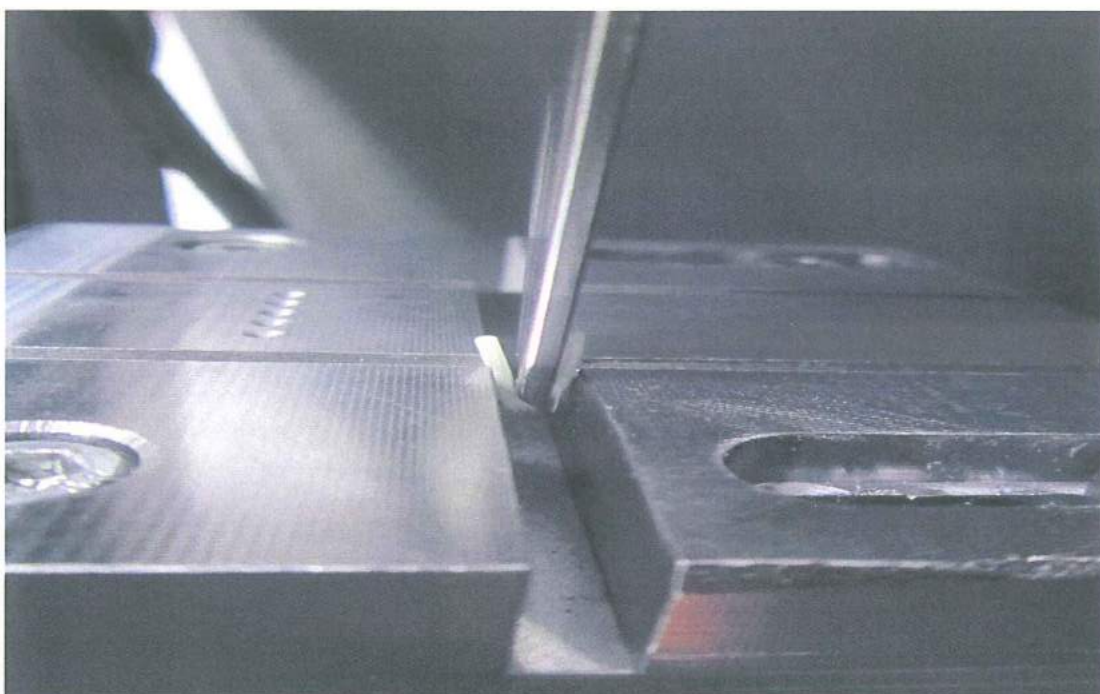


Слика 4. Shimadzu Univerzal Testing Mashine

Триточковна метода на оптоварување на фабричките готови колчиња: титаниумски, ФЗК и циркониумски, подразбира тест на свиткување на три места. Според стандардот ISO 10477 се употреби за оптеретување со сила до фрактура за да се одреди фрактурната цврстина и цврстината на свиткување, како и модулот на цврстина при свиткување на испитуваните колчиња. Сите колчиња беа тестирани на собна температура од 22 степени по целзус.



Слика 5. Three-point bending test



Слика 6. Фрактура на колче

Цврстина на свиткување (δf) и модулус на цврстина на свиткување (E_f) беа пресметани во формулата на (Торбјогнер и соработниците 1996)

Формула 1: $\delta f = 8 F_{max} l / \pi d^3$

Формула 2: $E_f = S 4 l^3 / (3 \pi d^3)$

каде максималната сила F_{max} е аплицираниот товар (N) во највисоката точка од кривината на оптоварувачката девијација, l е

должина, d е дијаметарот на примероците. $S=F/D$, вкочанетоста (N/m) и D што представува девијацијата која кореспондира со товарот F во точката на праволиниска трага.

Со намера да се елиминира влијанието на коничниот завршеток на некои од колчињата, кратка ќе се употреби за да се овозможи потпора за колчето помеѓу цилиндричниот дел од колчето. Само паралелно поставениот цилиндричен дел од колчето ќе биде земен како експериментален дел од примерокот.

5. РЕЗУЛТАТИ

Во рамките на истражувањето беа испитувани вкупно 90 колчиња. Во зависност од материјалот од кој се направени, колчињата беа поделени во три групи и тоа: Титаниумски колчиња (Група I), Фибер колчиња (Група II) и Циркониумски колчиња (Група III). Во секоја од трите групи, во зависност од дијаметарот на испитуваните колчиња, беа селектирани по три подгрупи и тоа: Подгрупа I - со дијаметар на колчиња од 1.2мм; Подгрупа II со дијаметар на колчиња 1.35мм и Подгрупа III со дијаметар на колчиња 1.5мм. Вкупниот број на испитувани колчиња по групи изнесува 30 при што во секоја од погрупите беа обработувани по 10 колчиња со ист дијаметар. Меѓу секоја од групите односно подгрупите испитувана е разликата во силата на фрактура, цврстината на свиткување и цврстина на еластичност.

5.1. Сила на фрактура

5.1.1. Сила на фрактура на титаниумски колчиња

Првата испитувана група или Група I ја сочинуваа 30 титаниумски колчиња кои согласно големината на дијаметарот (консеквентно 1.2мм, 1.35мм и 1.5мм) беа поделени во три подгрупи од по 10 колчиња. За сите три подгрупи на титаниумски колчиња прво беше анализирана просечната сила на фрактура (Табела 1 и Графикон 1).

Анализата покажа дека, во подгрупа I, каде дијаметарот на колчињата изнесува 1.2мм, просечната сила на фрактура е 161,69N ($\pm 0,07$), со минимална вредност од 161,58N и максимална вредност од 161,82N. Пресметаната медијана укажува дека кај 50% од колчињата во оваа подгрупа силата на фрактура е поголема од 161,69N.

Во подгрупа II, каде дијаметарот на колчињата изнесува 1.35мм, просечната сила на фрактура е 165,26N ($\pm 0,01$), со минимална вредност

од 165,25N и максимална вредност од 165,28N. Согласно пресметаната вредност за медијаната, кај 50% од колчињата во оваа подгрупа силата на фрактура е поголема од 165,26N.

Во подгрупа III, каде дијаметарот на колчињата изнесува 1.5мм, просечната сила на фрактура е 202,42N ($\pm 0,01$), со минимална вредност од 202,40N и максимална вредност од 202,43N. Вредноста на медијана укажува дека, и во оваа подгрупа, кај 50% од колчињата силата на фрактура е поголема од 202,42N.

Согласно дескриптивната анализа на просекот на силата на фрактура на трите подгрупи на титаниумски колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на сила на фрактура имаат титаниумски колчиња со $d=1,5\text{мм}$ ($\bar{X}=202,42\text{N}$), следено со титаниумски колчиња со $d=1,35\text{мм}$ ($\bar{X}=165,27\text{N}$) и титаниумски колчиња со $d=1,25\text{мм}$ ($\bar{X}=161,69\text{N}$).

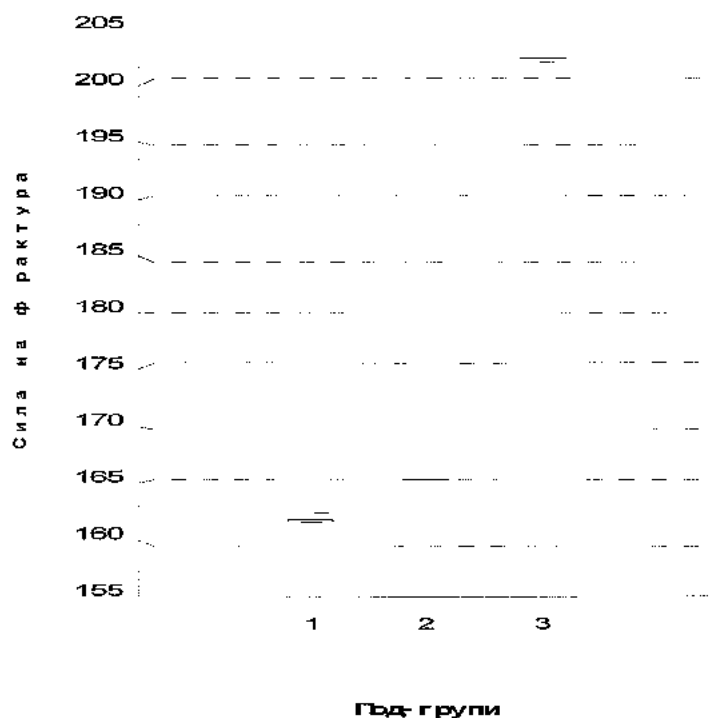
Табела 1. Дескриптивна анализа на силата на фрактура на титаниумски колчиња

Сила на фрактура на титаниумски колчиња - Група I				
Подгрупи	Подгрупа I D = 1,2мм	Подгрупа II D = 1,35мм	Подгрупа III D = 1,5мм	Вкупно
Means	161,6880	165,2639	202,4172	176,4564
Std.Dev.	0,07150	0,00671	0,00671	18,72989
Std.Err.	0,02260	0,00212	0,00212	3,41959
Minimum	161,5750	165,2530	202,4040	161,5750
Maximum	161,8180	165,2750	202,4300	202,4300
Median	161,6369	165,2591	202,4124	169,4625
Confidence - 95%	161,6369	165,2591	202,4124	169,4625
Confidence + 95%	161,7391	165,2687	202,4220	183,4502

Тестирањето на дистрибуцијата на фреквенциите на силата на фрактура со примена на Shapiro-Wilk тест укажа дека во сите три подгрупи на титаниумски колчиња постои нормална дистрибуција на фреквенции за консеквентно (подгрупи I - Shapiro-Wilk $W=0,89687$, $p>0.05$; подгрупи II - Shapiro-Wilk $W=0,95846$, $p>0.05$; подгрупи III - Shapiro-Wilk $W=0,95846$, $p>0.05$).

Графикон 1. Просечна сила на фрактура на титаниумски колчиња

Просечна сила на фрактура на титаниумски колчиња



Направена е споредба на силата на фрактура меѓу подгрупите на титаниумски колчиња со различни дијаметри. Анализата на варијанса - ANOVA, за $p<0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во силата на фрактура меѓу трите подгрупи на титаниумски колчиња

со различни дијаметри. Резултатите од анализата се прикажани во Табела 2.

Табела 2. Анализа на варијанса на сила на фрактура на титаниумски колчиња

Анализа на варијанса - ANOVA за $p < 0,05$

Сила на фрактура	SS	df	MS	SS	df	MS	p
	10173,41	2	5086,704	0,046815	27	0,001734	0,00

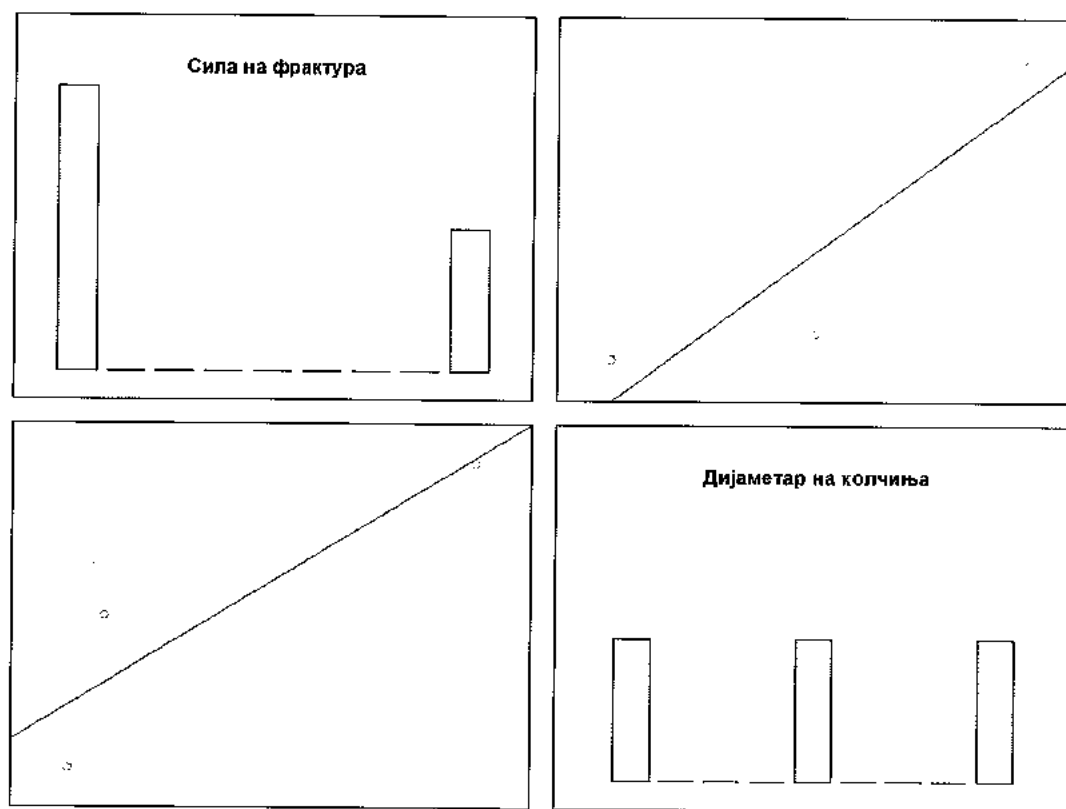
Просечната силата на фрактура на секоја подгрупа поединечно е анализирано во однос на останатите подгрупи со примена на Post hoc - Tukey significant difference (HSD) тест и е прикажано во Табела 3 дадена подолу во текстот. Поединечната анализа на силата на фрактура на секоја подгрупа во однос на останатите две подгрупи на титаниумски колчиња со различни дијаметри, за $p < 0,05$, укажува на сигнификантна разлика.

Табела 3. Tukey (HSD) тест за сила на фрактура на титаниумски колчиња

Tukey HSD тест за сила на фрактура за $p < 0,05$			
Подгрупи	Подгрупа I	Подгрупа II	Подгрупа III
Подгрупа I 1,2мм	d =	0,000127	0,000127
Подгрупа II = 1,35мм	d	0,000127	0,000127
Подгрупа III = 1,5мм	d	0,000127	0,000127

Графиконот 2 ја прикажува корелацијата помеѓу големината на дијаметарот на титаниумските колчиња и силата на фрактура како резултат на испитуваната непараметарска корелација помеѓу овие два параметри. Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот на колчињата и силата на фрактура е $R=0,947$ што укажува на јака позитивна поврзаност. Со намалување/ зголемување на дијаметарот на титаниумските колчињата се намалува/ зголемува силата на фрактура.

Графикон 2. Корелацијата помеѓу дијаметарот на титаниумските колчиња и силата на фрактура



Spearman Rank Order Correlations $R=0,947$ $p<0,05$

5.1. 2. Сила на фрактура на фибер колчиња

Втората испитувана група или Група II ја сочинуваа 30 фибер колчиња кои согласно големината на дијаметарот (консеквентно 1.2мм, 1.35мм и 1.5мм) беа поделени во три подгрупи од по 10 колчиња. За трите

подгрупи на фибер колчиња беше направена дескриптивна анализирана на просечната сила на фрактура (Табела 4 и Графикон 3).

Табела 4. Дескриптивна анализа на силата на фрактура на фибер колчиња

Сила на фрактура на фибер колчиња - Група II				
Подгрупи	Подгрупа I D = 1,2мм	Подгрупа II D = 1,35мм	Подгрупа III D = 1,5мм	Вкупно
Means	45,37900	71,56500	73,67090	63,53830
Std.Dev.	0,00510	0,00560	0,00458	13,08932
Std.Err.	0,001612	0,001770	0,001449	2,389772
Minimum	45,36900	71,55400	73,66300	45,36900
Maximum	45,38700	71,57500	73,67900	73,67900
Median	45,37900	71,56500	73,67100	71,56500
Confidence - 95%	45,37535	71,56100	73,66762	58,65067
Confidence + 95%	45,38265	71,56900	73,67418	68,42593

Анализата покажа дека, во подгрупа I, каде дијаметарот на фибер колчињата изнесува 1.2мм, просечната сила на фрактура е 45,38N ($\pm 0,005$), со минимална вредност од 45,37N и максимална вредност од 45,39N. Пресметаната медијана укажува дека кај 50% од колчињата во оваа подгрупа силата на фрактура е поголема од 45,38N.

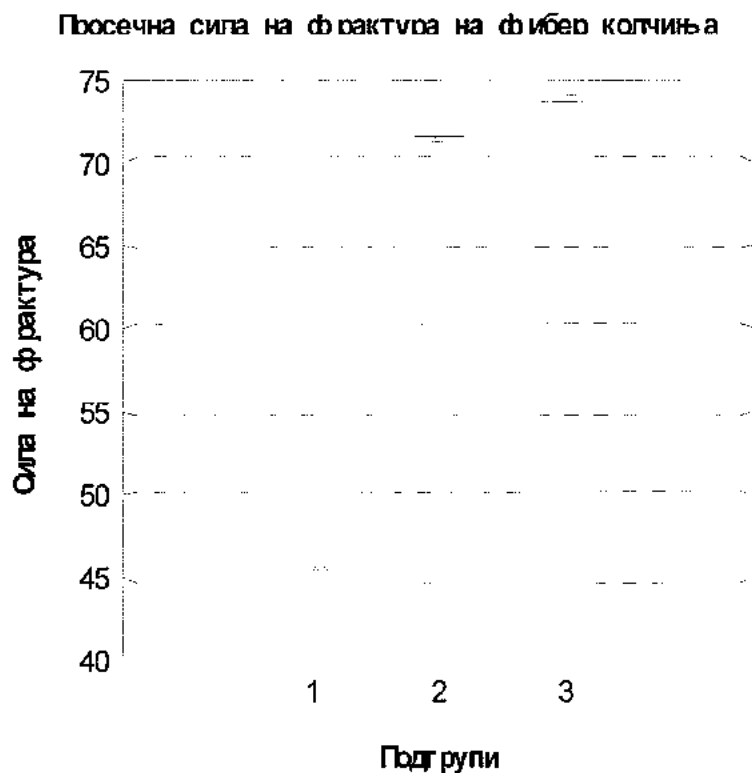
Во подгрупа II, каде дијаметарот на фибер колчињата изнесува 1.35мм, просечната сила на фрактура е 71,57N ($\pm 0,006$), со минимална вредност од 71,55N и максимална вредност од 71,58N. Согласно пресметаната вредност за медијаната, кај 50% од колчињата во оваа подгрупа силата на фрактура е поголема од 71,57N.

Во подгрупа III, каде дијаметарот на колчињата изнесува 1.5мм, просечната сила на фрактура е 73,67N ($\pm 0,005$), со минимална вредност од 73,66N и максимална вредност од 73,68N. Вредноста на медијана

укажува дека кај 50% од колчињата во оваа подгрупа силата на фрактура е поголема од 73,67N.

Согласно дескриптивната анализа на просекот на силата на фрактура на трите подгрупи на титаниумски колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на сила на фрактура имаат фибер колчиња со $d=1,5\text{mm}$ ($\bar{X}=73,67\text{N}$), следено со фибер колчиња со $d=1,35\text{mm}$ ($\bar{X}=71,57\text{N}$) и фибер колчиња со $d=1,25\text{mm}$ ($\bar{X}=45,38\text{N}$).

Графикон 3. Просечна сила на фрактура на фибер колчиња



Со Shapiro-Wilk тестирана е нормалноста на дистрибуциите на фреквенциите на силата на фрактура во трите подгрупи на фибер колчиња и најдена е нормална дистрибуција на фреквенции за консеквентно (подгрупа I - Shapiro-Wilk $W=0,90952$ за $p>0.05$; подгрупа II - Shapiro-Wilk $W=0,87037$ за $p>0.05$; и подгрупа III - Shapiro-Wilk $W=0,86708$ за $p>0.05$).

Анализата на варијанса - ANOVA, за $p < 0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во силата на фрактура меѓу трите подгрупи на фибер колчиња со различни дијаметри. Резултатите од анализата се прикажани во Табела 5 дадена подолу во текстот.

Табела 5. Анализа на варијанса на сила на фрактура на фибер колчиња

Анализа на варијанса - ANOVA за $p < 0,05$

Сила на фрактура	SS	df	MS	SS	df	MS	p
	4968,577	2	2484,288	0,000705	27	0,000026	0,00

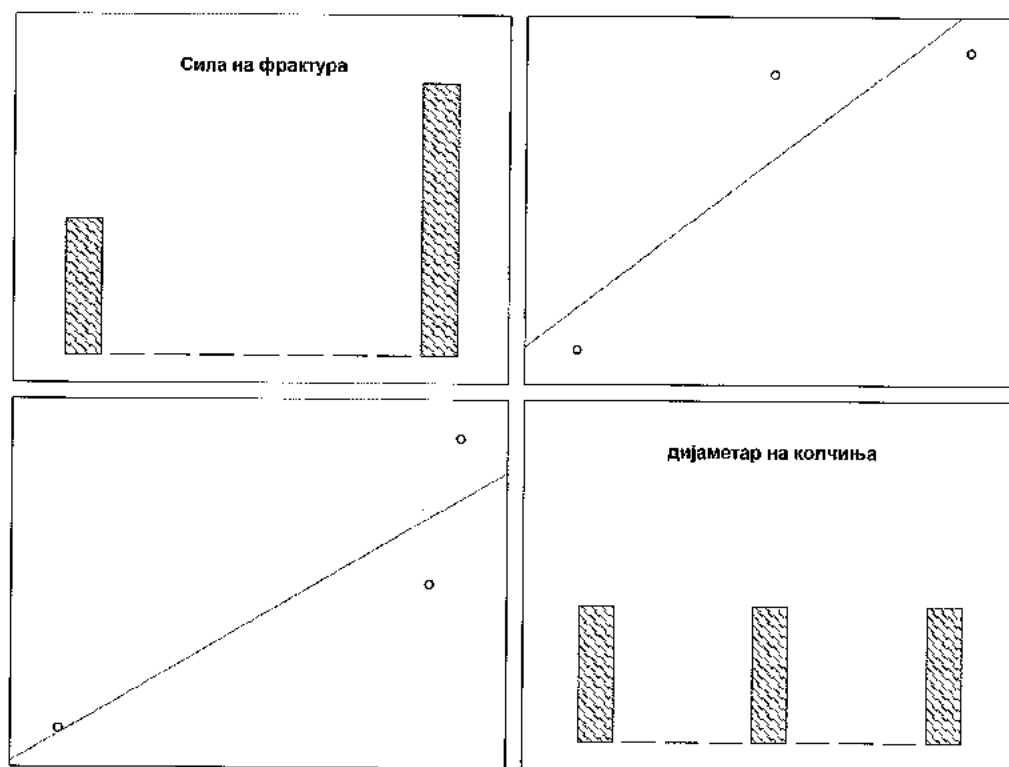
Со примена на Post hoc - Tukey significant difference (HSD) тест анализирана е разликата меѓу силата на фрактура на секоја подгрупа на фибер колчиња поединечно во однос на останатите подгрупи (Табела 6). Анализата укажа дека за $p < 0,05$ постои сигнификантна разлика во силата на фрактура на секоја подгрупа во однос на останатите две подгрупи на фибер колчиња со различни дијаметри.

Табела 6 . Tukey (HSD) тест за сила на фрактура на фибер колчиња

Tukey HSD тест за сила на фрактура за $p < 0,05$			
Подгрупи	Подгрупа I	Подгрупа II	Подгрупа III
Подгрупа I d = 1,2мм		0,000127	0,000127
Подгрупа II d = 1,35мм	0,000127		0,000127
Подгрупа III d = 1,5мм	0,000127	0,000127	

Поврзаноста помеѓу големината на дијаметарот на фибер колчињата и силата на фрактура е прикажана на Графикон 4. Поради отсуство на нормална дистрибуција на фреквенции на силата на фрактура (Shapiro-Wilk $W=0,64100$, $p<0,05$) испитуваната е непараметарска корелација помеѓу овие два параметри. Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот на фибер колчињата и силата на фрактура е $R=0,953$ што укажува на јака позитивна поврзаност т.е. со намалување/ зголемување на дијаметарот на колчињата се намалува/ зголемува силата на фрактура.

Графикон 4. Корелацијата помеѓу дијаметарот на фибер колчињата и силата на фрактура



Spearman Rank Order Correlations $R=0,953$ $p<0,05$

5.1. 3. Сила на фрактура на циркониумски колчиња

Третата испитувана група или Група III ја сочинуваа 30 циркониумски колчиња кои согласно големината на дијаметарот (консеквентно 1.2мм,

1.35мм и 1.5мм) беа поделени во три подгрупи од по 10 колчиња. За трите подгрупи на циркониумски колчиња беше анализирана просечната сила на фрактура а добесните резултати се прикажани на Табела 7 и График 5.

Табела 7. Дескриптивна анализа на силата на фрактура на циркониумски колчиња

Сила на фрактура на циркониумски колчиња - Група II				
Подгрупи	Подгрупа I D = 1,2мм	Подгрупа II D = 1,35мм	Подгрупа III D = 1,5мм	Вкупно
Means	34,80900	46,53100	67,15390	49,49797
Std.Dev.	0,00624	0,00435	0,00441	13,59894
Std.Err.	0,001972	0,001374	0,001394	2,482816
Minimum	34,79800	46,52200	67,14700	34,79800
Maximum	34,82100	46,53900	67,16100	67,16100
Median	34,80900	46,53100	67,15400	46,53100
Confidence - 95%	34,80454	46,52789	67,15075	44,42004
Confidence + 95%	34,81346	46,53411	67,15705	54,57590

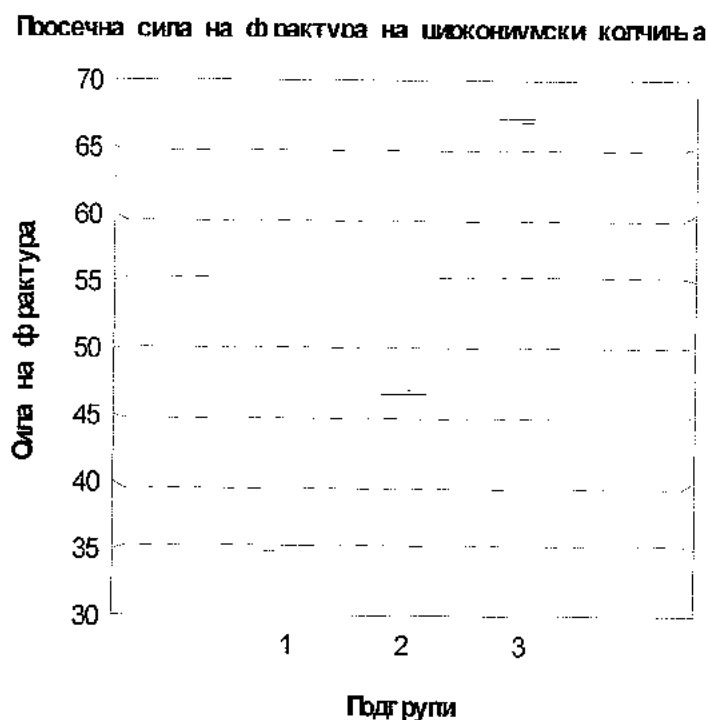
Анализата покажа дека, во подгрупа I, каде дијаметарот на циркониумските колчињата изнесува 1.2мм, просечната сила на фрактура е 34,81N ($\pm 0,001$), со минимална вредност од 34,80N и максимална вредност од 34,82N. Пресметаната медијана укажува дека кај 50% од колчињата во оваа подгрупа силата на фрактура е поголема од 34,81N.

Во подгрупа II, каде дијаметарот на циркониумските колчињата изнесува 1.35мм, просечната сила на фрактура е 46,53N ($\pm 0,004$), со минимална вредност од 46,52N и максимална вредност од 46,54N. Согласно пресметаната вредност за медијаната, кај 50% од колчињата во оваа подгрупа силата на фрактура е поголема од 46,53N.

Во подгрупа III, каде дијаметарот на циркониумските колчиња изнесува 1.5мм, просечната сила на фрактура е 67,15N ($\pm 0,004$), со минимална вредност од 67,15N и максимална вредност од 67,16N. Вредноста на медијана укажува дека кај 50% од колчињата во оваа подгрупа силата на фрактура е поголема од 67,15N.

Согласно дескриптивната анализа на просекот на силата на фрактура на трите подгрупи на фибер колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на сила на фрактура имаат циркониумските колчињата со $d=1,5\text{мм}$ ($\bar{X}=67,15$), следено со циркониумските колчињата со $d=1,35\text{мм}$ ($\bar{X}=46,53$) и циркониумските колчињата со $d=1,25\text{мм}$ ($\bar{X}=34,81$).

Графикон 5. Просечна сила на фрактура на циркониумски колчиња



Согласно Графикон 5, споредувањето на просечната сила на фрактура меѓу трите подгрупи на циркониумски колчиња со различен дијаметар, укажува дека просекот на силата на фрактура е најголем во подгрупата III која има и најголем дијаметар на колчиња, а најмала во подгрупата I која има најмал дијаметар на колчиња.

Со Shapiro-Wilk тестирана е нормалноста на дистрибуцијата на фреквенциите на силата на фрактура во трите подгрупи на циркониумски колчиња и најдена е нормална дистрибуција на фреквенции за консеквентно (подгрупа I - Shapiro-Wilk $W=0,87221$ за $p>0.05$; подгрупа II - Shapiro-Wilk $W=0,85497$ за $p>0.05$; и подгрупа III - Shapiro-Wilk $W=0,94001$, за $p>0.05$).

Анализата на варијанса - ANOVA, за $p<0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во силата на фрактура меѓу трите подгрупи на циркониумски колчиња со различни дијаметри. Резултатите од анализата се прикажани во Табела 8.

Табела 8. Анализа на варијанса на сила на фрактура на циркониумски колчиња

Анализа на варијанса - ANOVA за $p<0,05$							
Сила на фрактура	SS	df	MS	SS	df	MS	P
	5363,006	2	2681,503	0,000695	27	0,000026	0,00

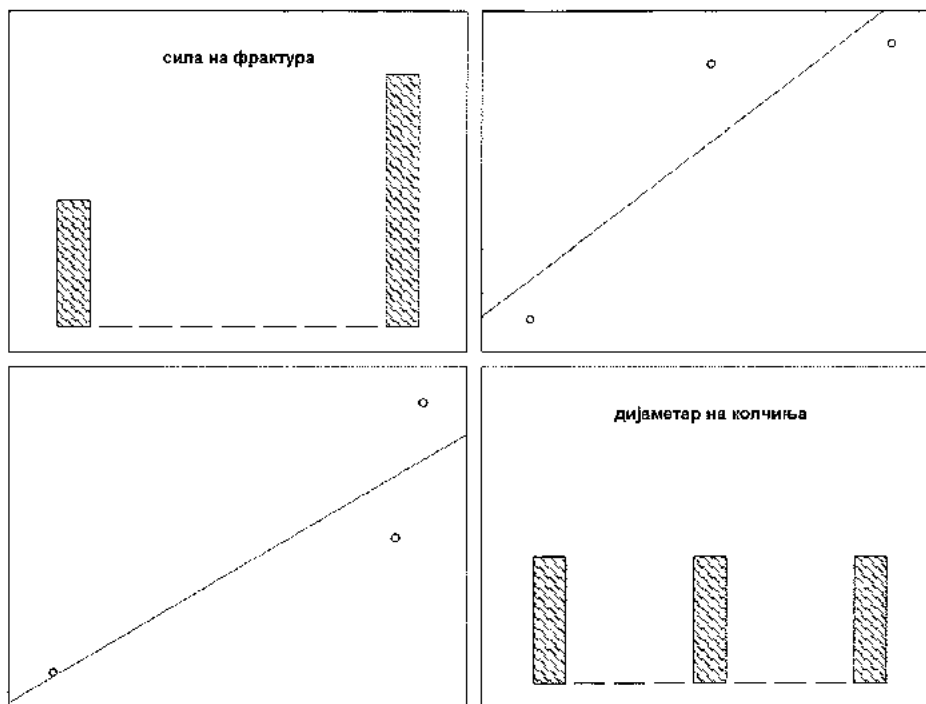
Со примена на Post hoc - Tukey significant difference (HSD) тест анализирана е силата на фрактура на секоја подгрупа на циркониумски колчиња поединечно во однос на останатите подгрупи (Табела 9). Анализата укажа дека за $p<0,05$ постои сигнификантна разлика во силата на фрактура на секоја подгрупа во однос на останатите две подгрупи на циркониумски колчиња со различни дијаметри (Табела 9).

Табела 9 . Tukey (HSD) тест за сила на фрактура на циркониумски колчиња

Tukey HSD тест за сила на фрактура за $p<0,05$			
Подгрупи	Подгрупа I	Подгрупа II	Подгрупа III
Подгрупа I $d = 1,2\text{мм}$		0,000127	0,000127
Подгрупа II $d = 1,35\text{мм}$	0,000127		0,000127
Подгрупа III $d = 1,5\text{мм}$	0,000127	0,000127	

Поврзаноста помеѓу големината на дијаметарот на циркониумските колчињата и силата на фрактура е прикажана на Графикон 6.

Графикон 6. Корелацијата помеѓу дијаметар на циркониумските колчиња и сила на фрактура



Spearman Rank Order Correlations $R=0,952$ $p<0,05$

Поради остуство на нормална дистрибуција на фреквенции на силата на фрактура (Shapiro-Wilk $W=0,77616$, $p<0,05$) испитуваната е непараметарска корелација. Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот на циркониумските колчиња и силата на фрактура изнесува $R=0,952$ што укажува на јака позитивна поврзаност т.е. со намалување/ зголемување на дијаметарот на колчињата се намалува/ зголемува силата на фрактура.

5.1. 4. Споредба на сила на фрактура на колчиња од различни материјали со ист дијаметар

Во рамките на истражувањето направена е споредба на силата на фрактура меѓу подгрупите на колчиња кои имаат ист дијаметар а се направени од различни материјали т.е од титаниум, фибер и циркониум. Поединечно се анализирани подгрупите со дијаметар на

колчиња од 1,2мм, подгрупите со дијаметар на колчиња од 1,35мм и подгрупите со дијаметар на колчиња од 1.5мм.

5.1.4.1. Споредба на сила на фрактура на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,2\text{мм}$

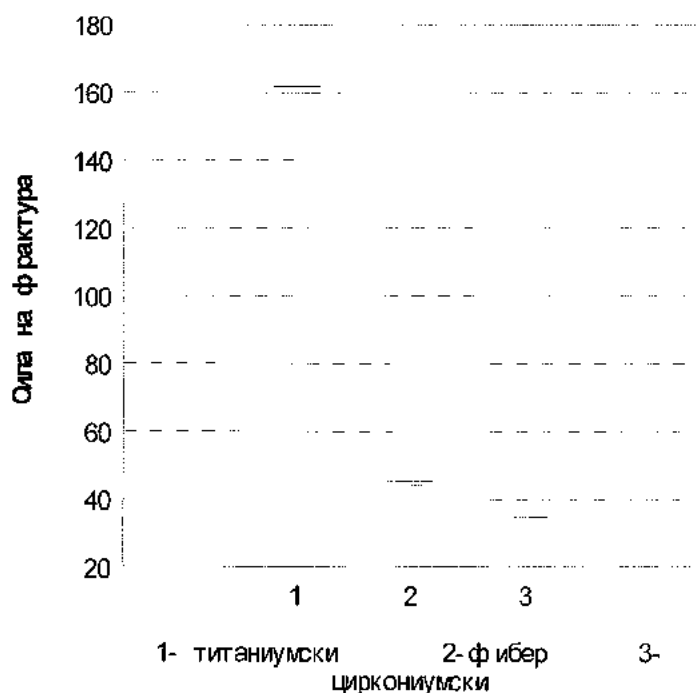
Овој дел од анализата се однесуваат на тестирање на разликата во силата на фрактура меѓу подгрупите на колчиња направени од различен материјал но со ист дијаметар од $d=1.2\text{мм}$.

Табела 10. Дескриптивна анализа на силата на фрактура на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,2$

Сила на фрактура			
Подгрупи	Титаниуски колчиња $D = 1,2\text{мм}$	Фибер колчиња $D = 1,2\text{мм}$	Циркониум ски колчиња $D = 1,2\text{мм}$
Means	161,6880	45,3790	34,8090
Std.Dev.	0,07150	0,00510	0,00624
Std.Err.	0,02261	0,00161	0,00197
Minimum	161,5750	45,3690	34,7980
Maximum	161,8180	45,3870	34,8210
Confidence - 95%	161,6369	45,3754	34,8045
Confidence + 95%	161,7391	45,3826	34,8135

Дескриптивната анализа, прикажана на Табела 10 и График 7, укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.2мм) најголема просечна сила на фрактура имаат титаниумските колчиња 161,69N ($\pm 0,07$), следено со фибер колчињата 45,38N ($\pm 0,01$) и циркониумските колчиња 34,81N ($\pm 0,01$).

Графикон 7. Просечна сила на фрактура кај колчиња со $d=1.2$



Направена е меѓусебна споредба на силата на фрактура на трите подгрупи на колчиња со дијаметар $d=1.2\text{mm}$, направени од титаниум, фибер и циркониум. Со примена на t-тест за два независни примероци, согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња за $t=5131,390\text{N}$; $df=18$ и $p=0,000$; статистички сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња за $t=5590,716\text{N}$; $df=18$ и $p=0,000$ и статистички сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња за $t=4149,443\text{N}$; $df=18$ и $p=0,000$.

5.1.4.2. Споредба на сила на фрактура на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1.35\text{mm}$

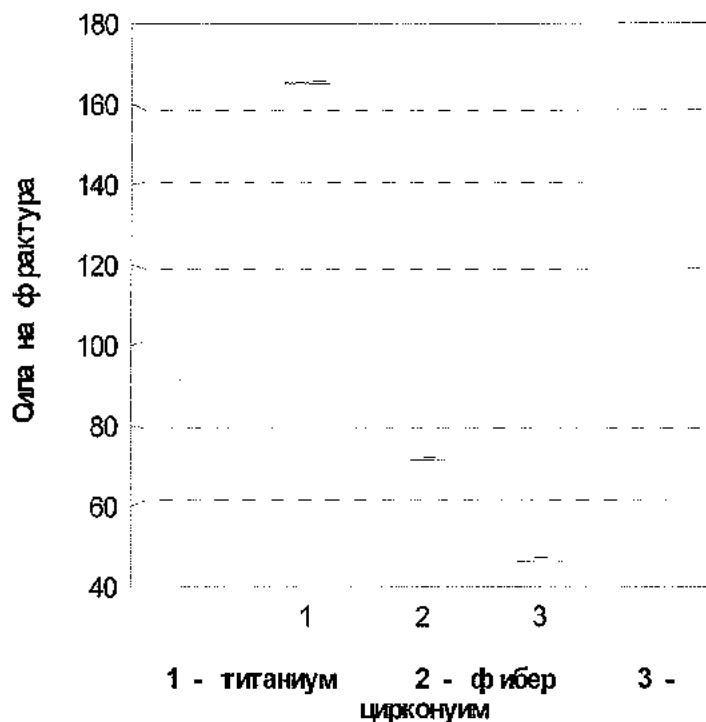
Подгрупите од по 10 колчиња со ист дијаметар од $d=1.35$ направени од три различни типа на материјал и тоа титаниум, фибер и цирконим се тестирани во однос на разликата во силата на фрактура. Направената

дескриптивна анализа прикажана на Табела 11 и График 8 укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1,35мм) најголема просечна сила на фрактура имаат титаниумските колчиња 165,26N ($\pm 0,01$), следено со фибер колчињата 71,57N ($\pm 0,01$) и циркониумските колчиња 46,53N ($\pm 0,004$)

Табела 11. Дескриптивна анализа на силата на фрактура на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,35$

Сила на фрактура			
Подгрупи	Титаниумски колчиња D = 1,35мм	Фибер колчиња D = 1,35мм	Циркониум ски колчиња D = 1,35мм
Means	165,2639	71,5650	46,5310
Std.Dev.	0,006707	0,005598	0,004346
Std.Err.	0,002121	0,001770	0,001374
Minimum	165,2530	71,5540	46,5220
Maximum	165,2750	71,5750	46,5390
Confidence - 95%	165,2591	71,5610	46,5279
Confidence + 95%	165,2687	71,5690	46,5341

Графикон 8. Просечна сила на фрактура кај колчиња со $d=1.35$



Направена е споредба меѓу силата на фрактура на трите подгрупи на колчиња со дијаметар $d=1.35\text{mm}$, направени од титаниум, фибер и циркониум. Со примена на t-тест за два независни примероци, согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња за $t=33916,34\text{N}$; $df=18$ и $p=0,000$; статистички сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња за $t=46978,18\text{N}$; $df=18$ и $p=0,000$ и статистички сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња за $t=11170,75\text{N}$; $df=18$ и $p=0,000$.

5.1.4.3. Споредба на сила на фрактура на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1.5\text{mm}$

Подгрупите на колчиња од титаниум, фибер и цирконим со ист дијаметар од $d=1.5$ тестирани се во однос на разликата во силата на фрактура. Направената дескриптивна анализа прикажана на Табела 12

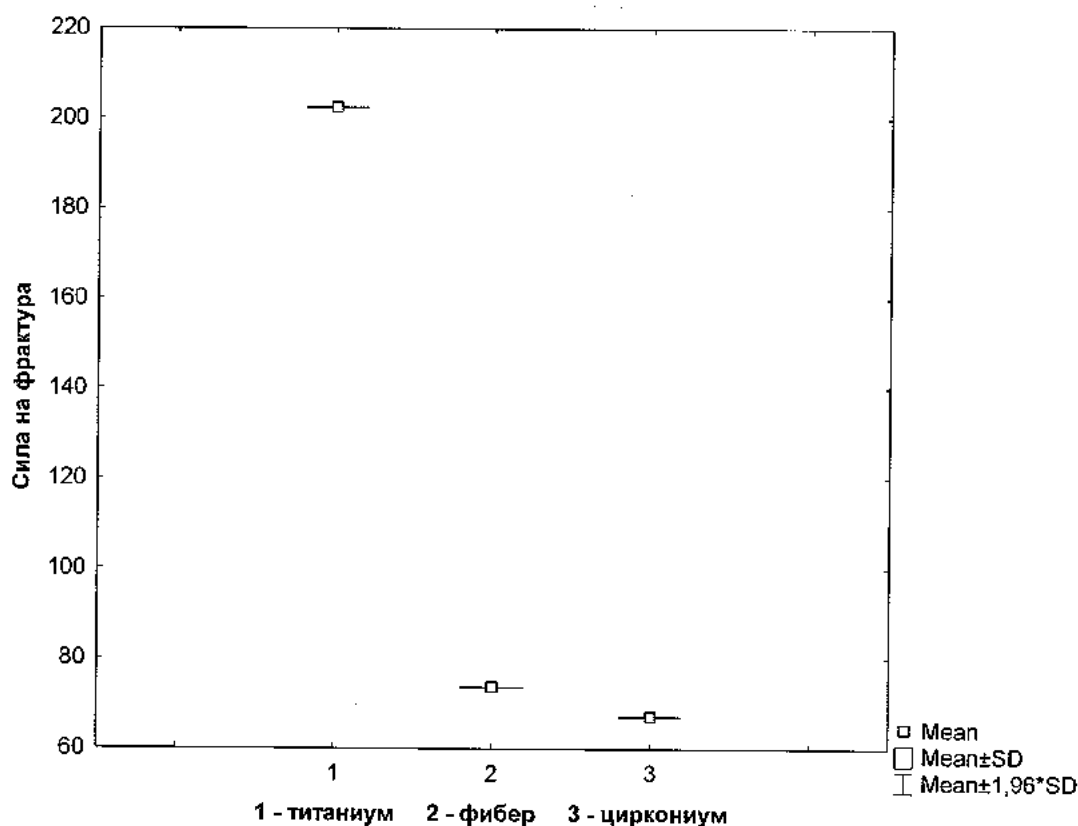
и Графикон 9 укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1,5мм) најголема просечна сила на фрактура имаат титаниумските колчиња 202,42N ($\pm 0,01$), следено со фибер колчињата 73,67N ($\pm 0,004$) и циркониумските колчиња 67,15N ($\pm 0,004$).

Табела 11. Дескриптивна анализа на силата на фрактура на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,5$

Сила на фрактура			
Подгрупи	Титаниумски колчиња D = 1,5мм	Фибер колчиња D = 1,5мм	Циркониумски колчиња D = 1,5мм
Means	202,4172	73,6709	67,1539
Std.Dev.	0,00671	0,00458	0,00441
Std.Err.	0,00212	0,00145	0,00139
Minimum	202,4124	73,6676	67,1507
Maximum	202,4220	73,6742	67,1571
Confidence - 95%	202,4124	73,6676	67,1507
Confidence + 95%	202,4220	73,6742	67,1571

Направена е споредба меѓу силата на фрактура на трите подгрупи на колчиња со дијаметар $d=1,5$ мм, направени од титаниум, фибер и циркониум. Со примена на t-тест за два независни примероци, согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња за $t=50093,35N$; $df=18$ и $p=0,000$; статистички сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња за $t=53259,87N$; $df=18$ и $p=0,000$ и статистички сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња за $t=3241,44N$; $df=18$ и $p=0,000$.

Графикон 9. Просечна сила на фрактура кај колчиња со $d=1.5$



5.2. Цврстина на свиткување

5.2.1. Цврстина на свиткување на титаниумски колчиња

За сите три подгрупи на титаниумски колчиња анализирана е просечната цврстина на свиткување (Табела 12 и Графикон 10). Анализата покажа дека, во подгрупа I, каде дијаметарот на колчињата изнесува 1.2мм, просечната цврстина на свиткување е 1430,36N ($\pm 0,63$), со минимална вредност од 1429,36N и максимална вредност од 1431,51N. Пресметаната медијана укажува дека кај 50% од колчињата во оваа подгрупа цврстината на свиткување е поголема од 1430,37N. Во подгрупа II, каде дијаметарот на колчињата изнесува 1.35мм, просечната цврстина на свиткување е 1026,81N ($\pm 0,04$), со минимална вредност од 1026,74N и максимална вредност од 1026,88N. Согласно медијаната, кај 50% од колчињата во оваа подгрупа цврстина на свиткување е поголема од 1026,81N. Во подгрупа III, каде дијаметарот

на колчињата изнесува 1.5мм, просечната цврстина на свиткување е 916,82N ($\pm 0,03$), со минимална вредност од 916,76N и максимална вредност од 916,88N. Вредноста на медијана укажува дека, и во оваа подгрупа, кај 50% од колчињата, цврстината на свиткување е поголема од 916,82N.

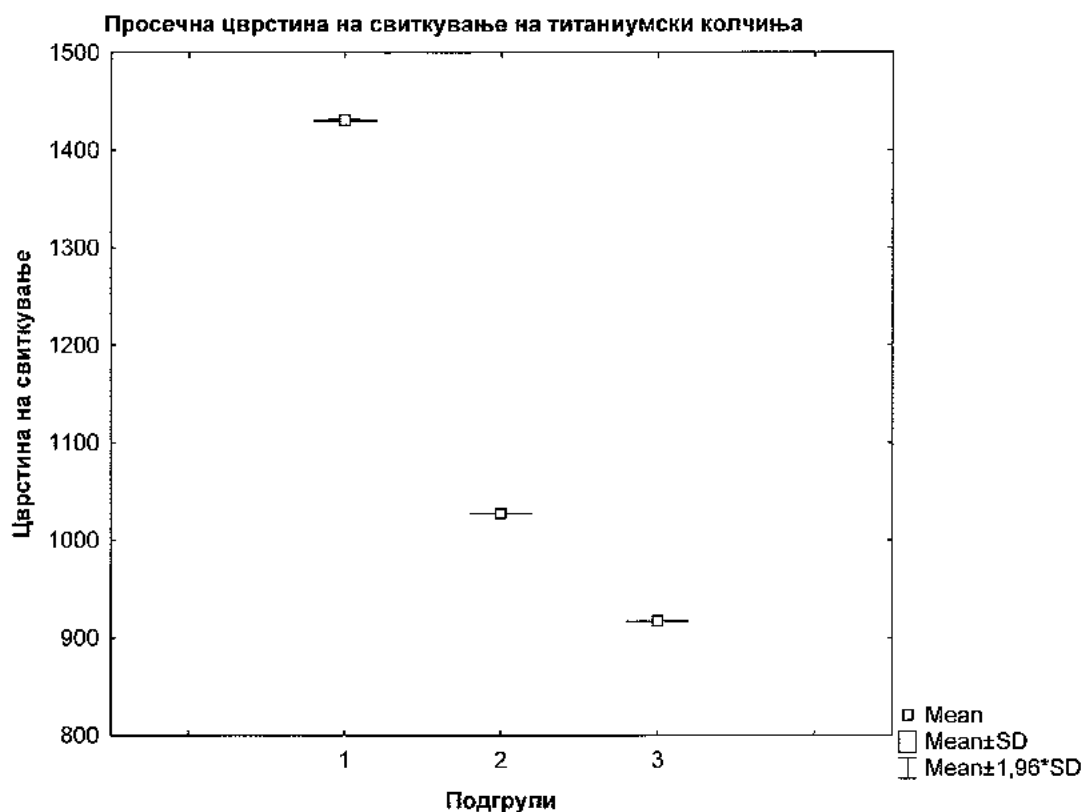
Табела 12. Дескриптивна анализа на цврстина на свиткување на титаниумски колчиња

Цврстина на свиткување на титаниумски колчиња - Група I

Подгрупи	Подгрупа I D = 1,2мм	Подгрупа II D = 1,35мм	Подгрупа III D = 1,5мм	Вкупно
Means	1430,361	1026,806	916,822	1124,663
Std.Dev.	0,6325	0,0417	0,0304	224,5496
Std.Err.	0,20001	0,01318	0,00962	40,99696
Minimum	1429,361	1026,738	916,763	916,763
Maximum	1431,511	1026,875	916,880	1431,511
Median	1430,370	1026,806	916,822	1026,806
Confidence - 95%	1429,908	1026,776	916,801	1040,815
Confidence + 95%	1430,813	1026,836	916,844	1208,511

Согласно дескриптивната анализа на просекот на цврстината на свиткување на трите подгрупи на титаниумски колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на цврстина на свиткување имаат титаниумски колчиња со $d=1,2\text{мм}$ ($\bar{X}=1430,36\text{N}$), следено со титаниумски колчиња со $d=1,35\text{мм}$ ($\bar{X}=1026,81\text{N}$) и титаниумски колчиња со $d=1,5\text{мм}$ ($\bar{X}=916,82\text{N}$).

Графикон 10. Просечна цврстина на свиткување на титаниумски колчиња



Тестирањето на дистрибуцијата на фреквенциите на цврстина на свиткување со примена на Shapiro-Wilk укажа дека во сите три подгрупи на титаниумски колчиња постои нормална дистрибуција на фреквенции за консеквентно (подгрупи I - Shapiro-Wilk $W=0,89687$, $p>0.05$; подгрупи II - Shapiro-Wilk $W=0,95846$, $p>0.05$; подгрупи III - Shapiro-Wilk $W=0,89602$, $p>0.05$).

Направена е споредба на цврстина на свиткување меѓу подгрупите на титаниумски колчиња со различни дијаметри. Анализата на варијанса -ANOVA, за $p<0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во цврстината на свиткување меѓу трите подгрупи на титаниумски колчиња со различни дијаметри. Резултатите од анализата се прикажани во Табела 13.

Табела 13. Анализа на варијанса на цврстина на свиткување на титаниумски колчиња

Анализа на варијанса - ANOVA за $p < 0,05$

цврстина на свиткување	SS	df	MS	SS	df	MS	p
	1462250	2	731124,9	3,624190	27	0,134229	0,00

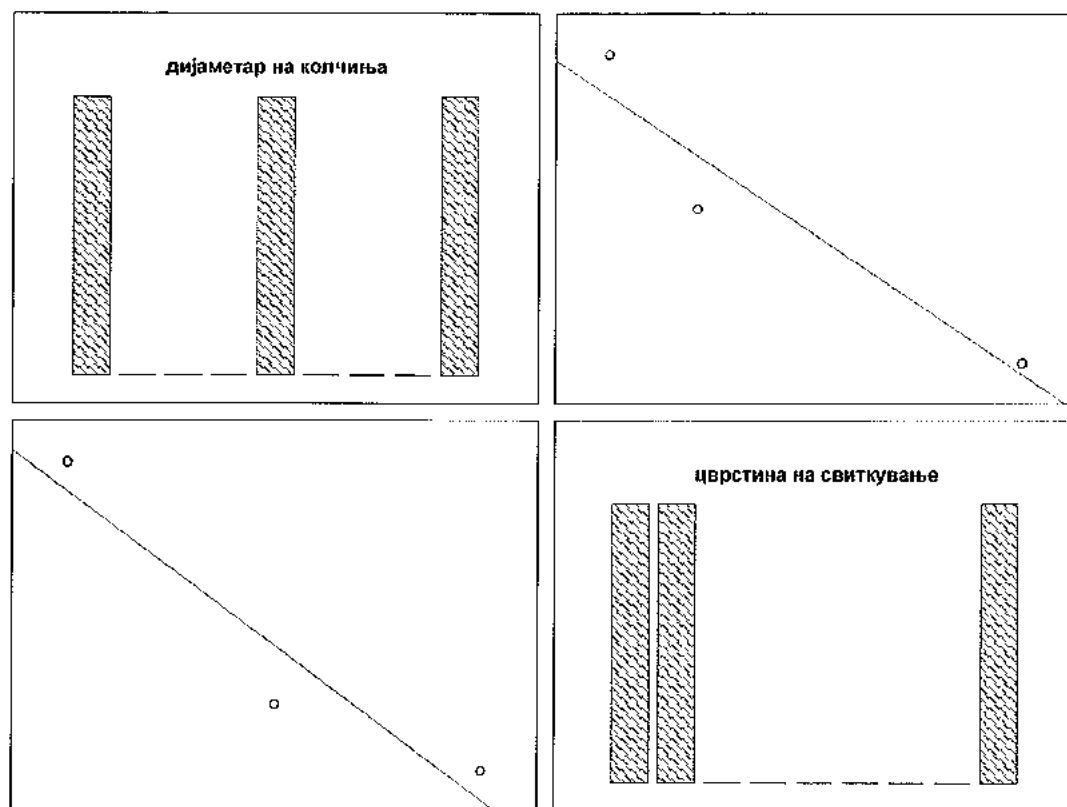
Просечната цврстина на свиткување на секоја подгрупа поединечно е анализирано во однос на останатите подгрупи со примена на Post hoc - Tukey significant difference (HSD) тест и е прикажано во Табела 14 дадена подолу во текстот. Поединечната анализа на цврстината на свиткување на секоја подгрупа во однос на останатите две подгрупи на титаниумски колчиња со различни дијаметри, за $p < 0,05$, укажува на сигнификантна разлика.

Табела 14. Tukey (HSD) тест за цврстина на свиткување на титаниумски колчиња

Tukey HSD тест за цврстина на свиткување за $p < 0,05$			
Подгрупи	Подгрупа I	Подгрупа II	Подгрупа III
Подгрупа I $d = 1,2\text{мм}$		0,000127	0,000127
Подгрупа II $d = 1,35\text{мм}$	0,000127		0,000127
Подгрупа III $d = 1,5\text{мм}$	0,000127	0,000127	

Графиконот 11 ја прикажува корелацијата помеѓу големината на дијаметарот на титаниумските колчиња и цврстината на свиткување. Поради отсуство на нормална дистрибуција на фреквенции на цврстината на свиткување (Shapiro-Wilk $W=0,71815$, $p<0,05$) испитуваната е непараметарска корелација помеѓу овие два параметри. Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот на колчињата и цврстината на свиткување е $R=-0,947$ што укажува на јака негативна поврзаност. Со намалување/ зголемување на дијаметарот на титаниумските колчињата се зголемува/ намалува цврстината на свиткување.

Графикон 11. Корелацијата помеѓу дијаметарот на титаниумските колчиња и цврстина на свиткување



Spearman Rank Order Correlations $R=-0,947$ $p<0,05$

5.2. 2. Цврстина на свиткување на фибер колчиња

Во овој дел од истражувањето испитувана е цврстината на свиткување на втората испитувана група или Група II сочинета од 30 фибер колчиња кои согласно големината на дијаметарот (консеквентно 1.2мм, 1.35мм и 1.5мм) беа поделени во три подгрупи од по 10 колчиња. Направена дескриптивна анализирана на цврстината на свиткување на трите подгрупи на фибер колчиња е прикажана на Табела 14 и Графикон 12.

Табела 14. Дескриптивна анализа на цврстина на свиткување на фибер колчиња

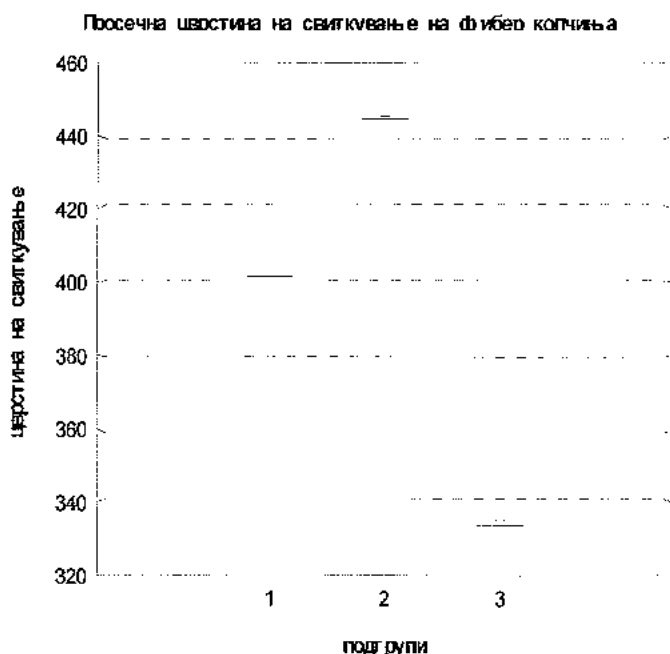
Цврстина на свиткување на фибер колчиња - Група II				
Подгрупи	Подгрупа I D = 1,2мм	Подгрупа II D = 1,35мм	Подгрупа III D = 1,5мм	Вкупно
Means	401,4420	444,6425	333,6828	393,2557
Std.Dev.	0,04511	0,03478	0,02075	46,44817
Std.Err.	0,014264	0,010998	0,006562	8,480236
Minimum	401,3535	444,5741	333,6470	333,6470
Maximum	401,5127	444,7046	333,7195	444,7046
Median	401,4420	444,6425	333,6832	401,4420
Confidence - 95%	401,4097	444,6176	333,6679	375,9117
Confidence + 95%	401,4742	444,6674	333,6976	410,5998

Анализата покажа дека, во подгрупа I, каде дијаметарот на фибер колчињата изнесува 1.2мм, просечната цврстината на свиткување е 401,44N ($\pm 0,045$), со минимална вредност од 401,35N и максимална вредност од 401,51N. Пресметаната медијана укажува дека кај 50% од колчињата во оваа подгрупа цврстината на свиткување е поголема од

401,44N. Во подгрупа II, каде дијаметарот на фибер колчињата изнесува 1.35мм, просечната цврстината на свиткување е 444,64N ($\pm 0,034$), со минимална вредност од 444,57N и максимална вредност од 444,71N. Согласно пресметаната вредност за медијаната, кај 50% од колчињата во оваа подгрупа цврстината на свиткување е поголема од 444,6425N. Во подгрупа III, каде дијаметарот на колчињата изнесува 1.5мм, просечната сила на цврстината на свиткување е 333,68N ($\pm 0,021$), со минимална вредност од 333,65N и максимална вредност од 333,72N. Вредноста на медијана укажува дека кај 50% од колчињата во оваа подгрупа, цврстината на свиткување е поголема од 333,68N.

Согласно дескриптивната анализа на цврстината на свиткување на трите подгрупи на фибер колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на цврстината на свиткување имаат фибер колчиња со $d=1,35\text{мм}$ ($\bar{X}=444,64\text{N}$), следено со фибер колчиња со $d=1,2\text{мм}$ ($\bar{X}=401,44\text{N}$) и фибер колчиња со $d=1,5\text{мм}$ ($\bar{X}=333,68\text{N}$).

Графикон 12. Просечна цврстина на свиткување на фибер колчиња



Со Shapiro-Wilk тестирана е нормалноста на дистрибуциите на фреквенциите на цврстината на свиткување во трите подгрупи на

фибер колчиња и најдена е нормална дистрибуција на фреквенции за консеквентно (подгрупа I - Shapiro-Wilk $W=0,90952$ за $p>0.05$; подгрупа II - Shapiro-Wilk $W=0,87037$ за $p>0.05$; и подгрупа III - Shapiro-Wilk $W=0,86708$ за $p>0.05$).

Анализата на варијанса - ANOVA за $p<0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во цврстината на свиткување меѓу трите подгрупи на фибер колчиња со различни дијаметри. Резултатите од анализата се прикажани подолу во текстот во Табела 15.

Табела 15. Анализа на варијанса на цврстина на свиткување на фибер колчиња

Анализа на варијанса - ANOVA за $p<0,05$

цврстина на свиткувањ е	SS	df	MS	SS	df	MS	p
	62565,5 0	2	31282,75	0,033074	27	0,001225	0,00

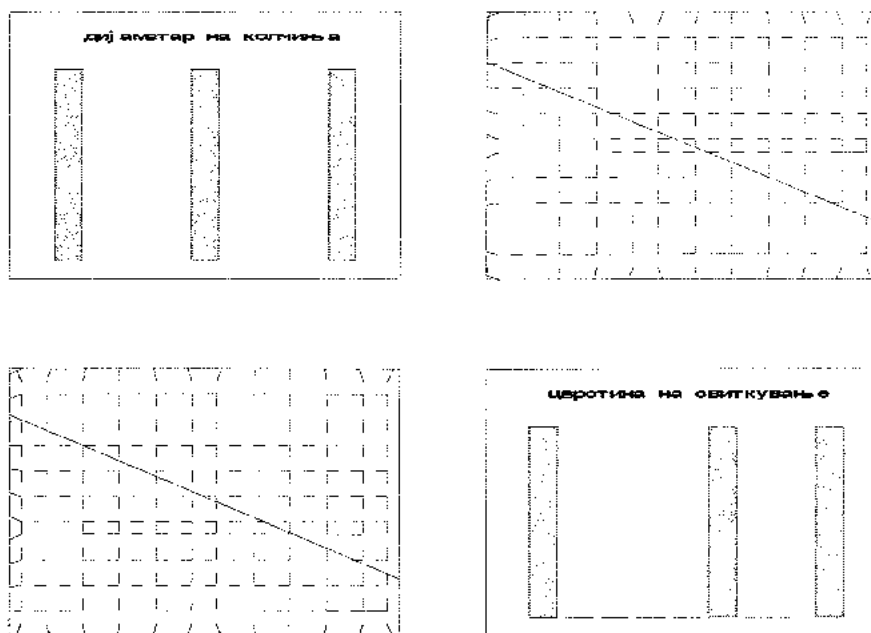
Со примена на Post hoc - Tukey significant difference (HSD) тест анализирана е разликата меѓу цврстината на свиткување на секоја подгрупа на фибер колчиња поединечно во однос на останатите подгрупи (Табела 16). Анализата укажа дека за $p<0,05$ постои сигнификантна разлика во цврстината на свиткување на секоја подгрупа во однос на останатите две подгрупи на фибер колчиња со различни дијаметри.

Табела 16 . Tukey (HSD) тест за цврстината на свиткување на фибер колчиња

Tukey HSD тест за цврстината на свиткување за $p<0,05$			
Подгрупи	Подгрупа I	Подгрупа II	Подгрупа III
Подгрупа I d = 1,2мм		0,000127	0,000127
Подгрупа II d = 1,35мм	0,000127		0,000127
Подгрупа III d = 1,5мм	0,000127	0,000127	

Поврзаноста помеѓу големината на дијаметарот на фибер колчињата и цврстината на свиткување е прикажана на Графикон 13. Поради отсуство на нормална дистрибуција на фреквенции на цврстината на свиткување (Shapiro-Wilk $W=0,78316$, $p<0,05$) испитуваната е непараметарска корелација помеѓу овие два параметри. Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот на фибер колчињата и цврстината на свиткување е $R=-0,476$ што укажува на значајна негативна поврзаност т.е. со намалување/ зголемување на дијаметарот на колчињата се зголемува/ намалува цврстината на свиткување.

Графикон 13. Корелацијата помеѓу дијаметарот на фибер колчињата и цврстина на свиткување



Spearman Rank Order Correlations $R=-0,476$ $p<0,05$

5.2. 3. Цврстина на свиткување на циркониумски колчиња

За трите подгрупи составени од по десет циркониумски колчиња со дијаметарот од консеквентно 1.2мм, 1.35мм и 1.5мм, беше анализирана

просечната цврстина на свиткување, а добиените резултати се прикажани на Табела 17 и График 14.

Табела 17. Дескриптивна анализа на цврстината на свиткување на циркониумски колчиња

Цврстина на свиткување на циркониумски колчиња - Група II

Подгрупи	Подгрупа I D = 1,2мм	Подгрупа II D = 1,35мм	Подгрупа III D = 1,5мм	Вкупно
Means	307,9352	289,1030	304,1649	300,4011
Std.Dev.	0,055167	0,027003	0,019967	8,274994
Std.Err.	0,017445	0,008539	0,006314	1,510800
Minimum	307,8379	289,0471	304,1336	289,0471
Maximum	308,0414	289,1528	304,1970	308,0414
Median	307,9352	289,1030	304,1653	304,1653
Confidence - 95%	307,8958	289,0837	304,1506	297,3111
Confidence + 95%	307,9747	289,1224	304,1792	303,4910

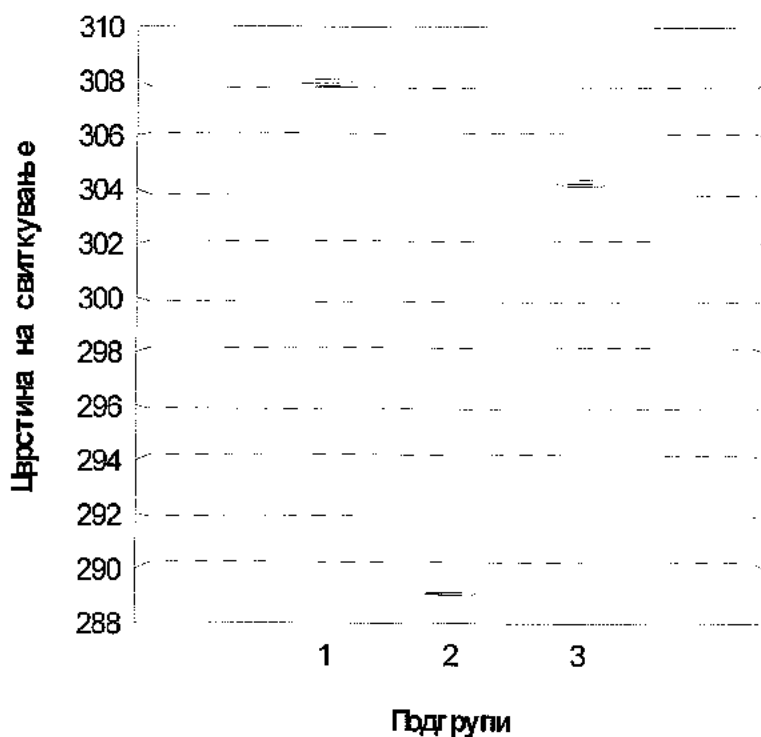
Анализата покажа дека, во подгрупа I, каде дијаметарот на циркониумските колчињата изнесува 1.2мм, просечната цврстина на свиткување е 307,94N ($\pm 0,055$), со минимална вредност од 307,84N и максимална вредност од 308,04n. Пресметаната медијана укажува дека кај 50% од колчињата во оваа подгрупа цврстината на свиткување е поголема од 307,94N. Во подгрупа II, каде дијаметарот на циркониумските колчињата изнесува 1.35мм, просечната цврстина на свиткување е 289,10N ($\pm 0,027$), со минимална вредност од 289,05N и максимална вредност од 289,15N. Согласно пресметаната вредност за медијаната, кај 50% од колчињата во оваа подгрупа цврстината на свиткување е поголема од 289,10N. Во подгрупа III, каде дијаметарот на циркониумските колчиња изнесува 1.5мм, просечната цврстина на

свиткување е $304,17\text{N}$ ($\pm 0,019$), со минимална вредност од $304,13\text{N}$ и максимална вредност од $304,19\text{N}$. Вредноста на медијана укажува дека кај 50% од колчињата во оваа подгрупа силата на фрактура е поголема од $304,17\text{N}$.

Согласно дескриптивната анализа на просекот на цврстината на свиткување на трите подгрупи на циркониумски колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на цврстина на свиткување имаат циркониумските колчиња со $d=1,2\text{mm}$ ($\bar{X}=307,94\text{N}$), следено со циркониумските колчиња со $d=1,5\text{mm}$ ($\bar{X}=304,17\text{N}$) и циркониумските колчиња со $d=1,35\text{mm}$ ($\bar{X}=289,10\text{N}$).

Графикон 14. Просечна цврстина на свиткување на циркониумски колчиња

Просечна цврстина на свиткување на циркониумски колчиња



Согласно Графикон 14, споредувањето на просечната цврстина на свиткување меѓу трите подгрупи на циркониумски колчиња со различен дијаметар, укажува дека просекот на цврстината на

свиткување е најголем во подгрупата I која има најмал дијаметар на колчиња ($d = 1,2\text{мм}$), а најмала во подгрупата II која има дијаметар на колчиња ($d = 1,35\text{мм}$).

Со Shapiro-Wilk тестирана е нормалноста на дистрибуцијата на фреквенциите на цврстината на свиткување во трите подгрупи на циркониумски колчиња и најдена е нормална дистрибуција на фреквенции за консеквентно (подгрупа I - Shapiro-Wilk $W=0,87221$ за $p > 0.05$; подгрупа II - Shapiro-Wilk $W=0,854973$ за $p > 0.05$; и подгрупа III - Shapiro-Wilk $W=0,94001$, за $p > 0.05$).

Анализата на варијанса - ANOVA, за $p < 0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во цврстината на свиткување меѓу трите подгрупи на циркониумски колчиња со различни дијаметри. Резултатите од анализата се прикажани во Табела 8.

Табела 18. Анализа на варијанса на цврстина на свиткување на циркониумски колчиња

Анализа на варијанса - ANOVA за $p < 0,05$

Цврстина на свиткувањ е	SS	df	MS	SS	df	MS	p
	1985,753	2	992,8764	0,037541	27	0,00139 0	0,00

Со примена на Post hoc - Tukey significant difference (HSD) тест анализирана е цврстината на свиткување на секоја подгрупа на циркониумски колчиња поединечно во однос на останатите подгрупи (Табела 19). Анализата укажа дека за $p < 0,05$ постои сигнификантна разлика во цврстината на свиткување на секоја подгрупа во однос на

останатите две подгрупи на циркониумски колчиња со различни дијаметри (Табела 19).

Табела 19 . Tukey (HSD) тест за цврстина на свиткување на циркониумски колчиња

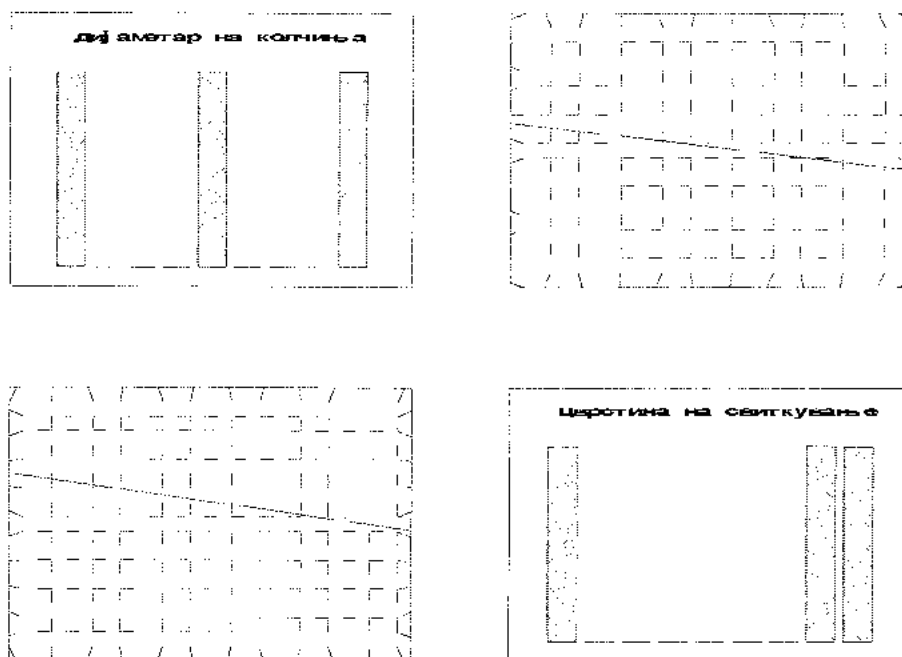
Tukey HSD тест за цврстина на свиткување за $p < 0,05$			
Подгрупи	Подгрупа I	Подгрупа II	Подгрупа III
Подгрупа I $d = 1,2\text{мм}$		0,000127	0,000127
Подгрупа II $d = 1,35\text{мм}$	0,000127		0,000127
Подгрупа III $d = 1,5\text{мм}$	0,000127	0,000127	

Поврзаноста помеѓу големината на дијаметарот на циркониумските колчињата и цврстината на свиткување е прикажана на Графикон 15.

Анализата на дистрибуцијата на фреквенции на цврстината на свиткување укажува на отсуство на нормална (Shapiro-Wilk $W=0,71322$, $p < 0,05$) па поради тоа испитувана е непараметарска корелација.

Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот циркониумските колчиња и цврстината на свиткување изнесува $R=-0,4759$ укажува на значајна негативна поврзаност т.е. со намалување/ зголемување на дијаметарот на колчињата се зголемува/ намалува цврстината на свиткување.

Графикон 15. Корелацијата помеѓу дијаметар на циркониумските колчиња и цврстината на свиткување



Spearman Rank Order Correlations $R=-0,4759$ $p<0,05$

5.2. 4. Споредба на цврстина на свиткување на колчиња од различни материјали со ист дијаметар

Во рамките на истражувањето направена е споредба на цврстината на свиткување меѓу подгрупите на колчиња кои имаат ист дијаметар а се направени од различни материјали (титаниум, фибер и циркониум) при што поединечно се анализирани подгрупи со дијаметар на колчиња од 1,2мм, 1,35мм и 1.5мм

5.2.4.1. Споредба на цврстина на свиткување на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,2$ мм

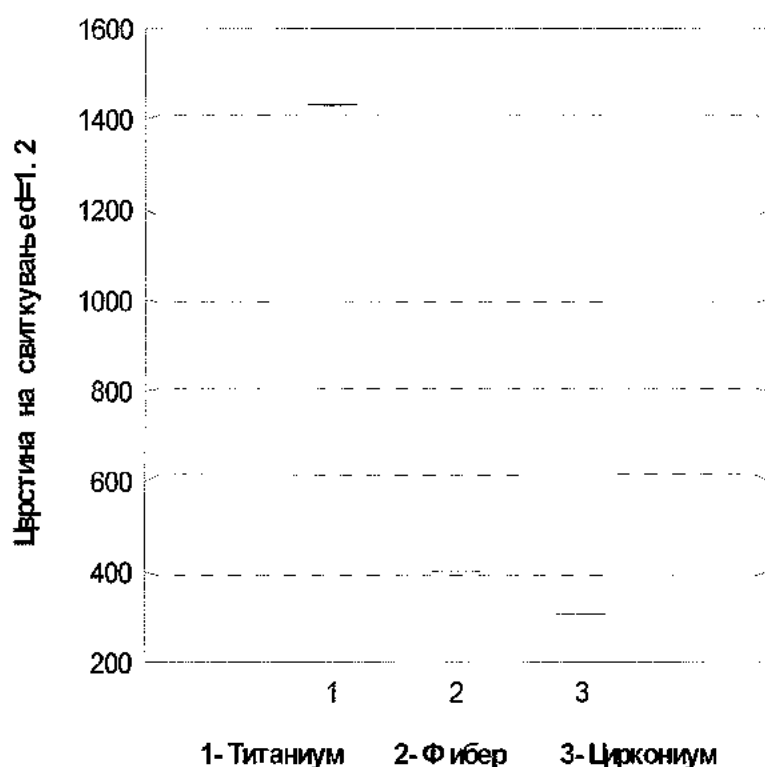
Овој дел од анализата се однесуваат на тестирање на разликата во цврстината на свиткување меѓу подгрупите на колчиња направени од различен материјал но со ист дијаметар од $d=1,2$ мм.

Табела 20. Дескриптивна анализа на цврстина на свиткување на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,2$

Цврстина на свиткување			
Подгрупи	Титаниумски колчиња D = 1,2мм	Фибер колчиња D = 1,2мм	Циркониум ски колчиња D = 1,2мм
Means	1430,361	401,442	307,935
Std.Dev.	0,6325	0,0451	0,0552
Std.Err.	0,20001	0,01426	0,01745
Minimum	1429,361	401,354	307,838
Maximum	1431,511	401,513	308,041
Confidence - 95%	1429,908	401,410	307,896
Confidence + 95%	1430,813	401,474	307,975

Дескриптивната анализа, прикажана на Табела 20 и График 16, укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.2мм) најголема просечна цврстина на свиткување имаат титаниумските колчиња $1430,36N (\pm 0,6)$, следено со фибер колчињата $401,44N (\pm 0,05)$ и циркониумските колчиња $307,94N (\pm 0,06)$

Графикон 16. Просечна цврстина на свиткување кај колчиња од различен материјал со $d=1.2$



Направена е меѓусебна споредба на цврстината на свиткување на трите подгрупи на колчиња со дијаметар $d=1.2\text{mm}$, направени од титаниум, фибер и циркониум. Со примена на t -тест за два независни примероци, согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња за $t=5131,390\text{N}$; $df=18$ и $p=0,000$; статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња за $t=5590,716\text{N}$; $df=18$ и $p=0,000$ и статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња за $t=4149,443\text{N}$; $df=18$ и $p=0,000$.

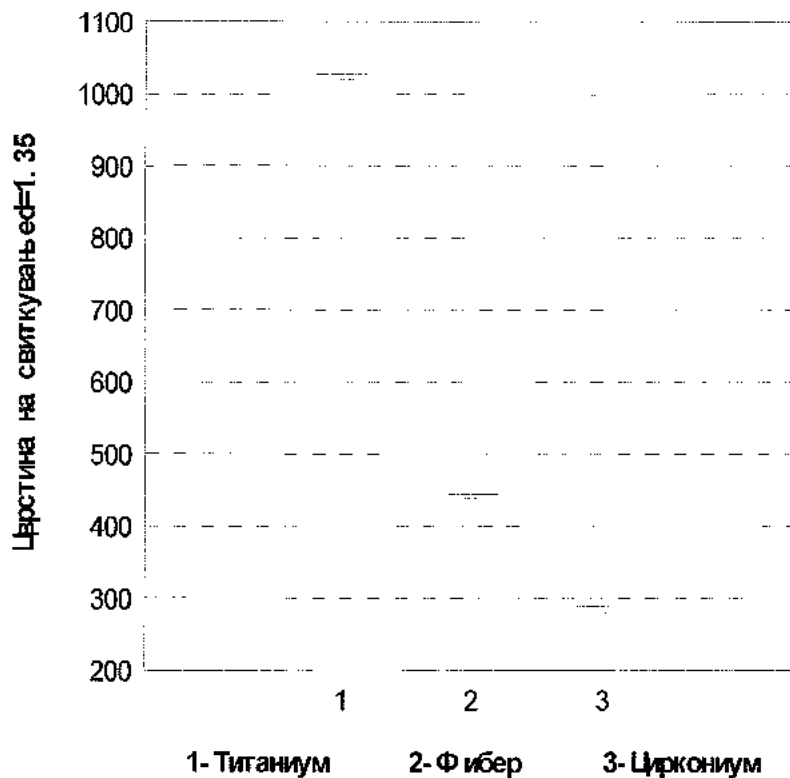
5.2.4.2. Споредба на цврстина на свиткување на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1.35\text{mm}$

Подгрупите од по 10 колчиња со ист дијаметар од $d=1.35$ направени од три различни типа на материјал (титаниум, фибер и цирконим) тестирани се во однос на разликата во цврстината на свиткување. Направената дескриптивна анализа прикажана на Табела 21 и График 17 укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.35mm) најголема просечна цврстина на свиткување имаат титаниумските колчиња $1026,81\text{N} (\pm 0,04)$, следено со фибер колчињата $444,64\text{N} (\pm 0,03)$ и циркониумските колчиња $289,103\text{N} (\pm 0,03)$.

Табела 21. Дескриптивна анализа на цврстина на свиткување на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,35$

Цврстина на свиткување			
Подгрупи	Титаниуски колчиња $D = 1,35\text{mm}$	Фибер колчиња $D = 1,35\text{mm}$	Циркониум ски колчиња $D = 1,35\text{mm}$
Means	1026,806	444,642	289,103
Std.Dev.	0,0417	0,0348	0,0270
Std.Err.	0,01318	0,01100	0,00854
Minimum	1026,738	444,574	289,047
Maximum	1026,875	444,705	289,153
Confidence - 95%	1026,776	444,618	289,084
Confidence + 95%	1026,836	444,667	289,122

Графикон 17. Просечна цврстина на свиткување кај од колчиња различен материјал со $d=1.35$



Направена е споредба меѓу цврстината на свиткување на трите подгрупи на колчиња со дијаметар $d=1.35\text{mm}$, направени од титаниум, фибер и циркониум. Со примена на t -тест за два независни примероци, согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња за $t=33916,34N$; $df=18$ и $p=0,000$; статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња за $t=46978,18N$; $df=18$ и $p=0,000$ и статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња за $t=11170,75N$; $df=18$ и $p=0,000$.

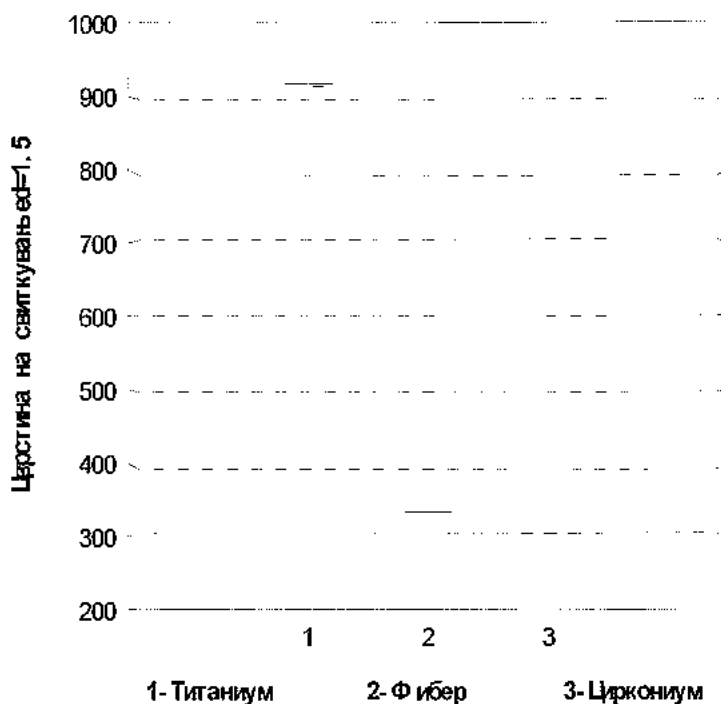
5.2.4.3. Споредба на цврстина на свиткување на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1.5\text{mm}$

Подгрупите на колчиња од титаниум, фибер и цирконим со ист дијаметар од $d=1.5$ тестирани се во однос на разликата во цврстината на свиткување. Направената дескриптивна анализа прикажана на Табела 22 и График 18 укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.5mm) најголема просечна цврстината на свиткување имаат титаниумските колчиња $916,82\text{N} (\pm 0,03)$, следено со фибер колчињата $333,68\text{N} (\pm 0,02)$ и циркониумските колчиња $304,16\text{N} (\pm 0,02)$.

Табела 22. Дескриптивна анализа на цврстина на свиткување на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,5$

Цврстина на свиткување			
Подгрупи	Титаниуски колчиња $D = 1,5\text{mm}$	Фибер колчиња $D = 1,5\text{mm}$	Циркониум ски колчиња $D = 1,5\text{mm}$
Means	916,8224	333,6828	304,1649
Std.Dev.	0,0304	0,0208	0,0200
Std.Err.	0,00962	0,00656	0,00631
Minimum	916,7626	333,6470	304,1336
Maximum	916,8804	333,7195	304,1970
Confidence - 95%	916,8007	333,6679	304,1506
Confidence + 95%	916,8442	333,6976	304,1792

Графикон 18. Просечна цврстина на свиткување кај колчиња со $d=1.5$



Направена е споредба меѓу цврстината на свиткување на трите подгрупи на колчиња со дијаметар $d=1,5\text{mm}$, направени од титаниум, фибер и циркониум. Со примена на t -тест за два независни примероци, согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња за $t=50093,35N$; $df=18$ и $p=0,000$; статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња за $t=53259,87N$; $df=18$ и $p=0,000$ и статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња за $t=3241,44N$; $df=18$ и $p=0,000$.

5.3. Цврстина на еластичност

5.3.1. Цврстина на еластичност на титаниумски колчиња

За трите подгрупи на титаниумски колчиња со различен дијаметар анализирана е просечната цврстина на еластичност (Табела 23 и Графикон 19). Анализата покажа дека, во подгрупа I, каде дијаметарот

на колчињата изнесува 1.2мм, просечната цврстина на еластичност е 4,22N ($\pm 0,004$), со минимална вредност од 4,22N и максимална вредност од 4,23N. Пресметаната медијана укажува дека кај 50% од колчињата во оваа подгрупа цврстината на еластичност е поголема од 4,22N. Во подгрупа II, каде дијаметарот на колчињата изнесува 1.35мм, просечната цврстина на еластичност е 3,75N ($\pm 0,002$), со минимална вредност од 3,75N и максимална вредност од 3,76N. Согласно пресметаната вредност за медијаната, кај 50% од колчињата во оваа подгрупа цврстината на еластичност е поголема од 3,75N. Во подгрупа III, каде дијаметарот на колчињата изнесува 1.5мм, просечната цврстина на еластичност е 3,67N ($\pm 0,001$), со минимална вредност од 3,17N и максимална вредност од 3,17N. Вредноста на медијана укажува дека, и во оваа подгрупа, кај 50% од колчињата цврстината на еластичност е поголема од 3,17N.

Табела 23. Дескриптивна анализа на цврстина на еластичност на титаниумски колчиња

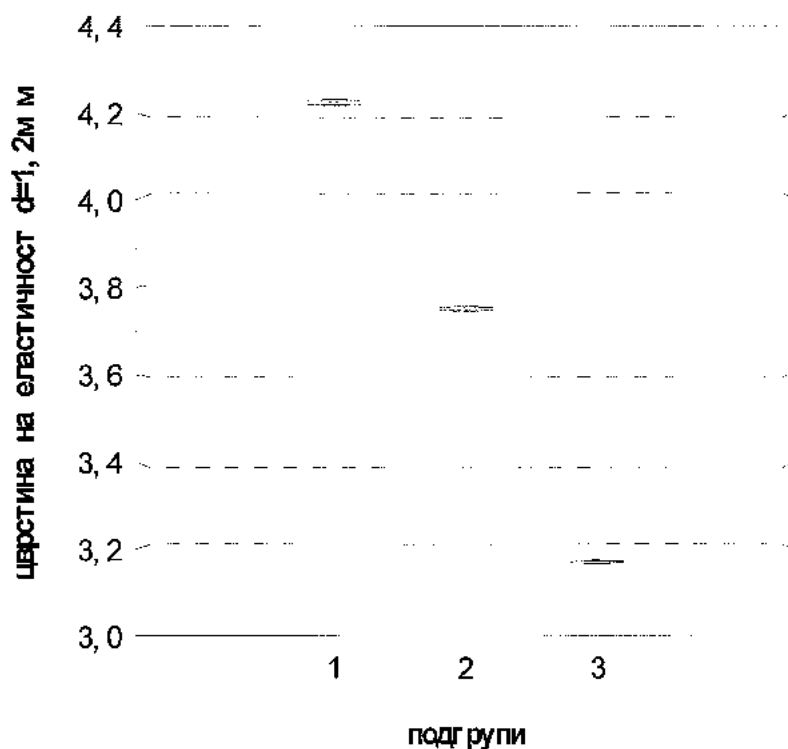
Цврстина на еластичност на титаниумски колчиња - Група I

Подгрупи	Подгрупа I D = 1,2мм	Подгрупа II D = 1,35мм	Подгрупа III D = 1,5мм	Вкупно
Means	4,224141	3,751466	3,168756	3,714788
Std.Dev.	0,003962	0,002902	0,001489	0,439027
Std.Err.	0,001253	0,000918	0,000471	0,080155
Minimum	4,216256	3,746289	3,166986	3,166986
Maximum	4,230125	3,756657	3,171706	4,230125
Median	4,224537	3,751466	3,168753	3,751466
Confidence - 95%	4,221307	3,749390	3,167691	3,550852
Confidence + 95%	4,226975	3,753542	3,169822	3,878723

Согласно дескриптивната анализа на просекот на цврстината на еластичност на трите подгрупи на титаниумски колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на цврстина на свиткување имаат титаниумски колчиња со $d=1,2\text{мм}$ ($\bar{X}=4,22\text{N}$), следено со титаниумски колчиња со $d=1,35\text{мм}$ ($\bar{X}=3,75\text{N}$) и титаниумски колчиња со $d=1,5\text{мм}$ ($\bar{X}=3,17\text{N}$).

Графикон 19. Просечна цврстина на еластичност на титаниумски колчиња

просечна цврстина на еластичност на титаниумски колчиња



Тестирањето на дистрибуцијата на фреквенциите на цврстина на свиткување со примена на Shapiro-Wilk укажа дека во сите три подгрупи на титаниумски колчиња постои нормална дистрибуција на фреквенции за консеквентно (подгрупи I - Shapiro-Wilk $W=0,92508$, $p>0.05$; подгрупи II - Shapiro-Wilk $W=0,65658$, $p>0.05$; подгрупи III - Shapiro-Wilk $W=0,86239$, $p>0.05$). Направена е споредба на цврстината на еластичност меѓу подгрупите на титаниумски колчиња со различни дијаметри.

Анализата на варијанса-ANOVA, за $p < 0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во цврстината на еластичност меѓу трите подгрупи на титаниумски колчиња со различни дијаметри. Резултатите од анализата се прикажани во Табела 24.

Табела 24. Анализа на варијанса на цврстина на еластичност на титаниумски колчиња

Анализа на варијанса - ANOVA за $p < 0,05$

цврстина на еластичнос т	SS	Df	MS	SS	df	MS	p
	5,589366	2	2,794683	0,000237	27	0,000009	0,00

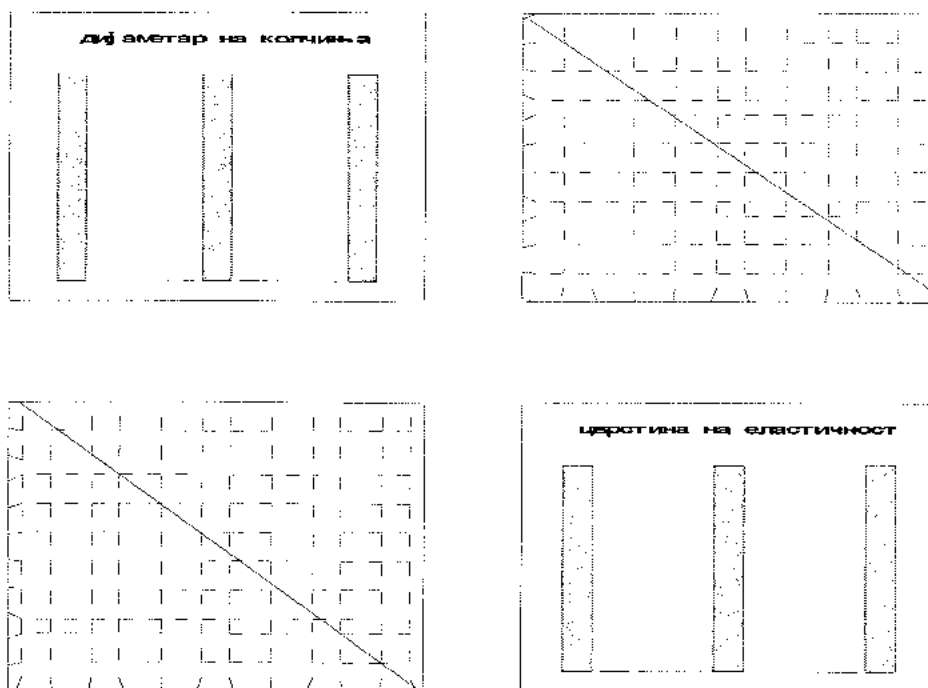
Просечната цврстината на еластичност на секоја подгрупа поединечно е анализирано во однос на останатите подгрупи со примена на Post hoc - Tukey significant difference (HSD) тест и е прикажано во Табела 25 дадена подолу во текстот. Поединечната анализа на цврстината на еластичност на секоја подгрупа во однос на останатите две подгрупи на титаниумски колчиња со различни дијаметри, за $p < 0,05$, укажува на сигнификантна разлика.

Табела 25. Tukey (HSD) тест за цврстина на еластичност на титаниумски колчиња

Tukey HSD тест за цврстина на еластичност за $p < 0,05$			
Подгрупи	Подгрупа I	Подгрупа II	Подгрупа III
Подгрупа I d = 1,2мм		0,000127	0,000127
Подгрупа II d = 1,35мм	0,000127		0,000127
Подгрупа III d = 1,5мм	0,000127	0,000127	

Графиконот 20 ја прикажува корелацијата помеѓу големината на дијаметарот на титаниумските колчиња и цврстината на еластичност. Поради остуство на нормална дистрибуција на фреквенции на цврстината на еластичност (Shapiro-Wilk $W=0,79675$, $p<0,05$) испитуваната е непараметарска корелација помеѓу овие два параметри. Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот на колчињата и цврстината на еластичност е $R=-0,947$ што укажува на многу значајна негативна поврзаност. Со намалување/ зголемување на дијаметарот на титаниумските колчињата се зголемува/ намалува цврстината на еластичност.

Графикон 20. Корелацијата помеѓу дијаметарот на титаниумските колчиња и цврстината на еластичност



Spearman Rank Order Correlations $R=-0,947$ $p<0,05$

5.3. 2. Цврстина на еластичност на фибер колчиња

Во овој дел од истражувањето испитувана е цврстината на еластичност на Група II сочинета од 30 фибер колчиња кои согласно големината на дијаметарот (консеквентно 1.2мм, 1.35мм и 1.5мм) беа поделени во три подгрупи од по 10 колчиња. Направена дескриптивна анализирана на цврстината на еластичност на трите подгрупи на фибер колчиња е прикажана на Табела 26 и Графикон 21.

Табела 26. Дескриптивна анализа на цврстина на еластичност на фибер колчиња

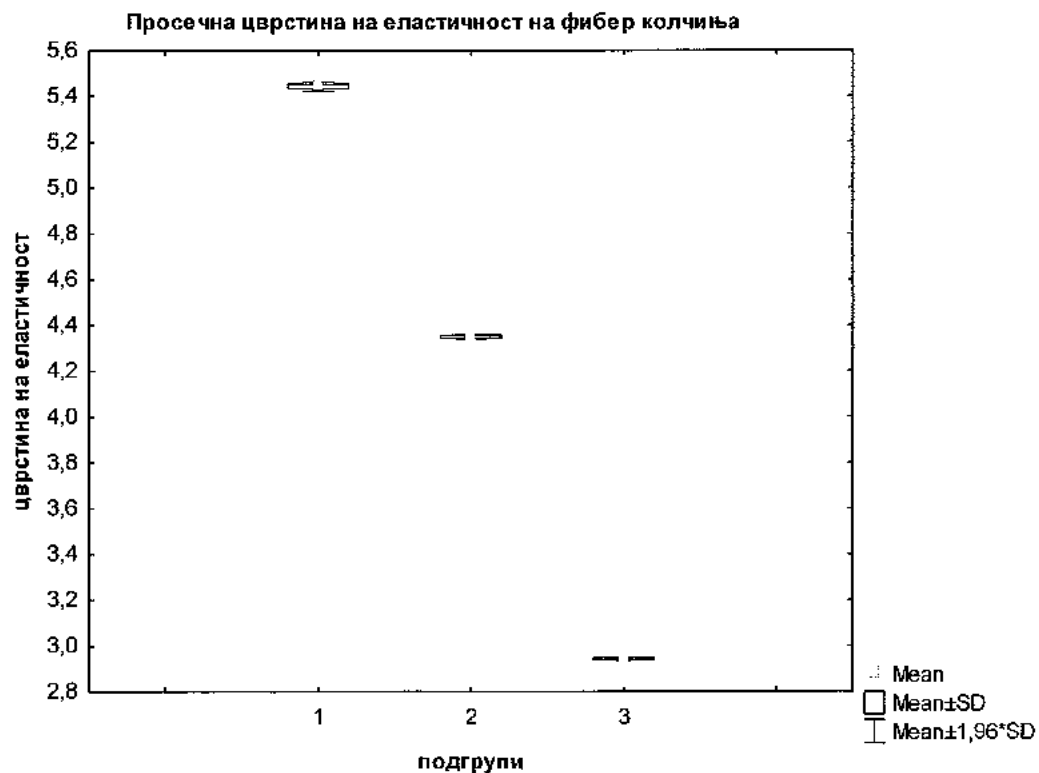
Цврстина на еластичност на фибер колчиња - Група II				
Подгрупи	Подгрупа I D = 1,2мм	Подгрупа II D = 1,35мм	Подгрупа III D = 1,5мм	Вкупно
Means	5,442267	4,350545	2,943465	4,245426
Std.Dev.	0,010525	0,005019	0,002387	1,040343
Std.Err.	0,003328	0,001587	0,000755	0,189940
Minimum	5,424675	4,341971	2,939120	2,939120
Maximum	5,462376	4,360622	2,947828	5,462376
Median	5,442248	4,350539	2,943467	4,350539
Confidence - 95%	5,434738	4,346954	2,941758	3,856955
Confidence + 95%	5,449797	4,354135	2,945173	4,633896

Анализата покажа дека, во подгрупа I, каде дијаметарот на фибер колчињата изнесува 1.2мм, просечната цврстина на еластичност е 5,44N ($\pm 0,011$), со минимална вредност од 5,42N и максимална вредност од 5,46N. Пресметаната медијана укажува дека кај 50% од колчињата во оваа подгрупа цврстина на еластичност е поголема од 5,44N. Во подгрупа II, каде дијаметарот на фибер колчињата изнесува 1.35мм, просечната цврстина на еластичност е 4,35N ($\pm 0,005$), со

минимална вредност од 4,34N и максимална вредност од 4,36N. Согласно пресметаната вредност за медијаната, кај 50% од колчињата во оваа подгрупа цврстина на еластичност е поголема од 4,35N. Во подгрупа III, каде дијаметарот на колчињата изнесува 1,5мм, просечната цврстина на еластичност е 2,94N ($\pm 0,002$), со минимална вредност од 2,94N и максимална вредност од 2,95N. Вредноста на медијана укажува дека кај 50% од колчињата во оваа подгрупа, цврстина на еластичност е поголема од 2,942N.

Согласно дескриптивната анализа на цврстина на еластичност на трите подгрупи на фибер колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на цврстина на еластичност имаат фибер колчиња со $d=1,2\text{мм}$ ($\bar{X}=5,44\text{N}$), следено со фибер колчиња со $d=1,35\text{мм}$ ($\bar{X}=4,35\text{N}$) и фибер колчиња со $d=1,5\text{мм}$ ($\bar{X}=2,94\text{N}$).

Графикон 21. Просечна цврстина на еластичност на фибер колчиња



Со Shapiro-Wilk тестирана е нормалноста на дистрибуциите на фреквенциите на цврстината на еластичност во трите подгрупи на фибер колчиња и најдена е нормална дистрибуција на фреквенции за консеквентно (подгрупа I - Shapiro-Wilk $W= 0,91011$ за $p>0.05$;

подгрупа II - Shapiro-Wilk $W=0,86561$ за $p>0,05$; и подгрупа III - Shapiro-Wilk $W=0,87453$ за $p>0,05$).

Анализата на варијанса - ANOVA за $p<0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во цврстината на еластичност меѓу трите подгрупи на фибер колчиња со различни дијаметри. Резултатите од анализата се прикажани подолу во текстот во Табела 27.

Табела 27. Анализа на варијанса на цврстина на еластичност на фибер колчиња

Анализа на варијанса - ANOVA за $p<0,05$

цврстина на еластичност	SS	Df	MS	SS	df	MS	p
	31,38581	2	15,69290	0,001275	27	0,000047	0,00

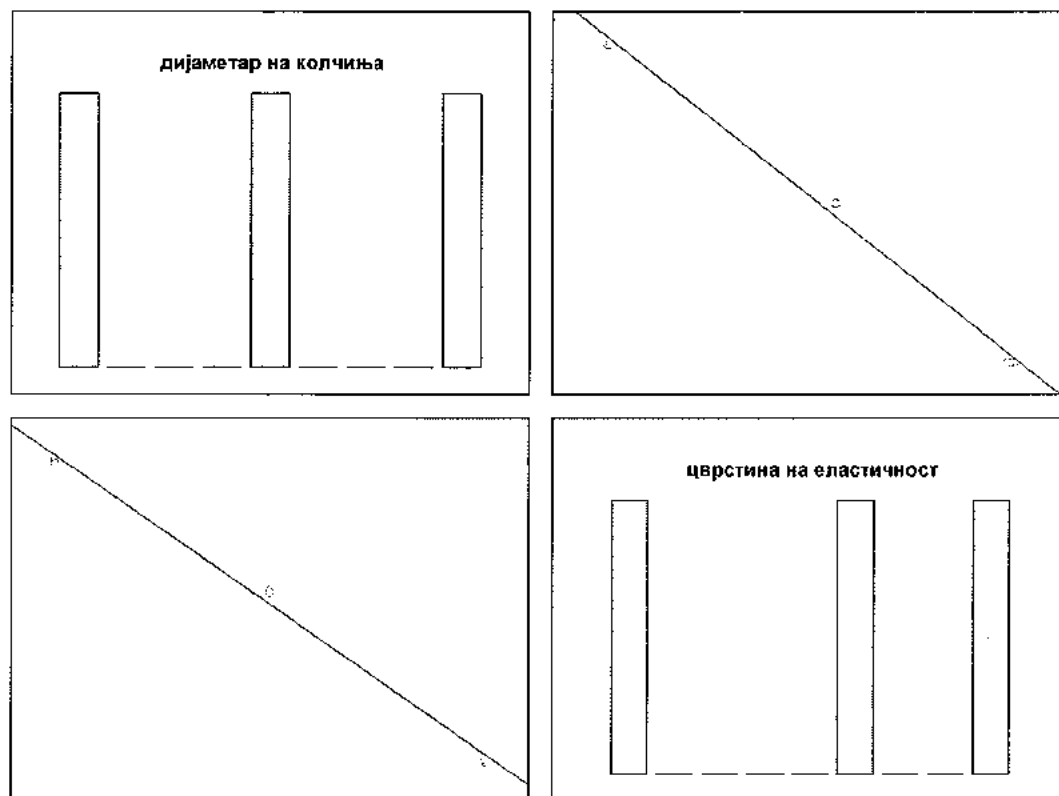
Со примена на Post hoc - Tukey significant difference (HSD) тест анализирана е разликата меѓу цврстината на еластичност на секоја подгрупа на фибер колчиња поединечно во однос на останатите подгрупи (Табела 28). Анализата укажа дека за $p<0,05$ постои сигнификантна разлика во цврстината на еластичност на секоја подгрупа во однос на останатите две подгрупи на фибер колчиња со различни дијаметри.

Табела 28 . Tukey (HSD) тест за цврстината на еластичност на фибер колчиња

Tukey HSD тест за цврстината на еластичност за $p<0,05$			
Подгрупи	Подгрупа I	Подгрупа II	Подгрупа III
Подгрупа I $d = 1,2\text{мм}$		0,000127	0,000127
Подгрупа II $d = 1,35\text{мм}$	0,000127		0,000127
Подгрупа III $d = 1,5\text{мм}$	0,000127	0,000127	

Поврзаноста помеѓу големината на дијаметарот на фибер колчињата и цврстината на еластичност е прикажана на Графикон 22. Поради отсуство на нормална дистрибуција на фреквенции на цврстината на еластичност (Shapiro-Wilk $W=0,79532$, $p<0,05$) испитуваната е непараметарска корелација помеѓу овие два параметри. Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот на фибер колчињата и цврстината на еластичност е $R=-0,953$ што укажува на многу значајна негативна поврзаност т.е. со намалување/ зголемување на дијаметарот на колчињата се зголемува/ намалува цврстината на еластичност.

Графикон 22. Корелацијата помеѓу дијаметарот на фибер колчињата и цврстина на еластичност



Spearman Rank Order Correlations $R=-0,953$ $p<0,05$

5.3. 3. Цврстина на еластичност на циркониумски колчиња

За трите подгрупи составени од по десет циркониумски колчиња со дијаметарот од консеквентно 1.2мм, 1.35мм и 1.5мм, беше анализирана

просечната цврстина на еластичност, а добиените резултати се прикажани на Табела 29 и График 23.

Табела 29. Дескриптивна анализа на цврстината на еластичност на циркониумски колчиња

Цврстина на еластичност на циркониумски колчиња - Група II

Подгрупи	Подгрупа I D = 1,2мм	Подгрупа II D = 1,35мм	Подгрупа III D = 1,5мм	Вкупно
Means	4,224141	3,751466	3,168756	3,714788
Std.Dev.	0,003962	0,002902	0,001489	0,439027
Std.Err.	0,001253	0,000918	0,000471	0,080155
Minimum	4,216256	3,746289	3,166986	3,166986
Maximum	4,230125	3,756657	3,171706	4,230125
Median	4,224141	3,751466	3,168753	3,751466
Confidence - 95%	0,003962	3,749390	3,167691	3,550852
Confidence + 95%	0,001253	3,753542	3,169822	3,878723

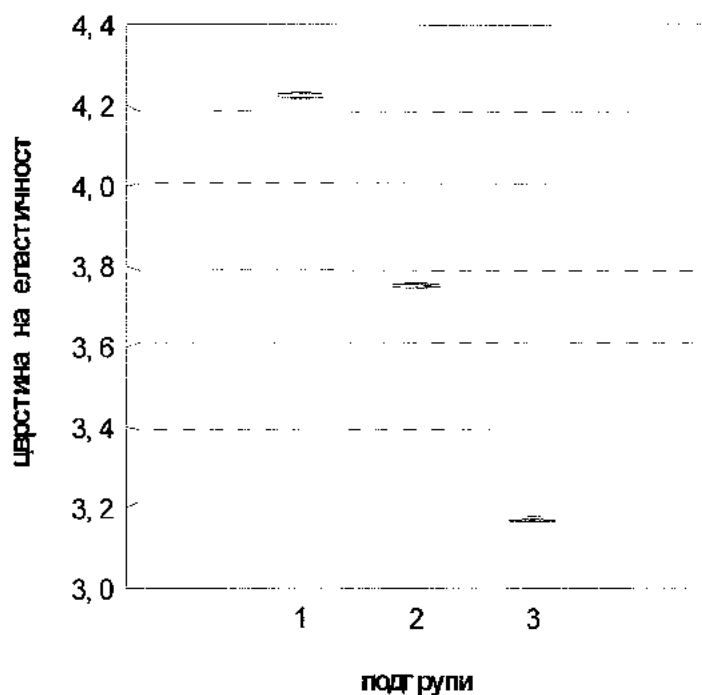
Анализата покажа дека, во подгрупа I, каде дијаметарот на циркониумските колчињата изнесува 1.2мм, просечната цврстина на еластичност е $4,2N(\pm 0,003)$, со минимална вредност од 4,216N и максимална вредност од 4,23N. Пресметаната медијана укажува дека кај 50% од колчињата во оваа подгрупа цврстина на еластичност е поголема од 4,22N. Во подгрупа II, каде дијаметарот на циркониумските колчињата изнесува 1.35мм, просечната цврстина на еластичност е $3,75N (\pm 0,002)$, со минимална вредност од 3,75N и максимална вредност од 3,76N. Согласно пресметаната вредност за медијаната, кај 50% од колчињата во оваа подгрупа цврстина на еластичност е поголема од 3,75N. Во подгрупа III, каде дијаметарот на

циркониумските колчиња изнесува 1.5мм, просечната цврстина на еластичност е 3,17N ($\pm 0,001$), со минимална вредност од 3,17 и максимална вредност од 4,23N. Вредноста на медијана укажува дека кај 50% од колчињата во оваа подгрупа силата на фрактура е поголема од 3,75N.

Согласно дескриптивната анализа на просекот на цврстината на еластичност на трите подгрупи на циркониумски колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на цврстина на еластичност имаат циркониумските колчиња со $d=1,2\text{мм}$ ($\bar{X}=4,22\text{N}$), следено со циркониумските колчиња со $d=1,35\text{мм}$ ($\bar{X}=3,75\text{N}$) и циркониумските колчиња со $d=1,5\text{мм}$ ($\bar{X}=3,17\text{N}$).

Графикон 23. Просечна цврстина на еластичност на циркониумски колчиња

просечна цврстина на еластичност на циркониумски колчиња



Согласно Графикон 23, споредувањето на просечната цврстина на еластичност меѓу трите подгрупи на циркониумски колчиња со различен дијаметар, укажува дека просекот на цврстината на

свиткување е најголем во подгрупата I која има најмал дијаметар на колчиња ($d = 1,2\text{мм}$), а најмала во подгрупата II која има дијаметар на колчиња ($d = 1,35\text{мм}$).

Со Shapiro-Wilk тестирана е нормалноста на дистрибуцијата на фреквенциите на цврстината на свиткување во трите подгрипи на циркониумски колчиња и најдена е нормална дистрибуција на фреквенции за консеквентно (подгрупа I - Shapiro-Wilk $W=0,92508$ за $p > 0.05$; подгрупа II - Shapiro-Wilk $W=0,94899$ за $p > 0.05$; и подгрупа III - Shapiro-Wilk $W=0,86239$, за $p > 0.05$).

Анализата на варијанса - ANOVA, за $p < 0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во цврстината на еластичност меѓу трите подгрупи на циркониумски колчиња со различни дијаметри. Резултатите од анализата се прикажани во Табела 8.

Табела 30. Анализа на варијанса на цврстина на еластичност на циркониумски колчиња

Анализа на варијанса - ANOVA за $p < 0,05$

Цврстина на еластичнос т	SS	df	MS	SS	df	MS	p
	5,58936	2	2,79468	0,000237	27	0,00000	0,00
	6	3			9		

Со примена на Post hoc - Tukey significant difference (HSD) тест анализирана е цврстината на еластичност на секоја подгрупа на циркониумски колчиња поединечно во однос на останатите подгрупи (Табела 31). Анализата укажа дека за $p < 0,05$ постои сигнификантна разлика во цврстината на еластичност на секоја подгрупа во однос на останатите две подгрупи на циркониумски колчиња со различни дијаметри (Табела 19).

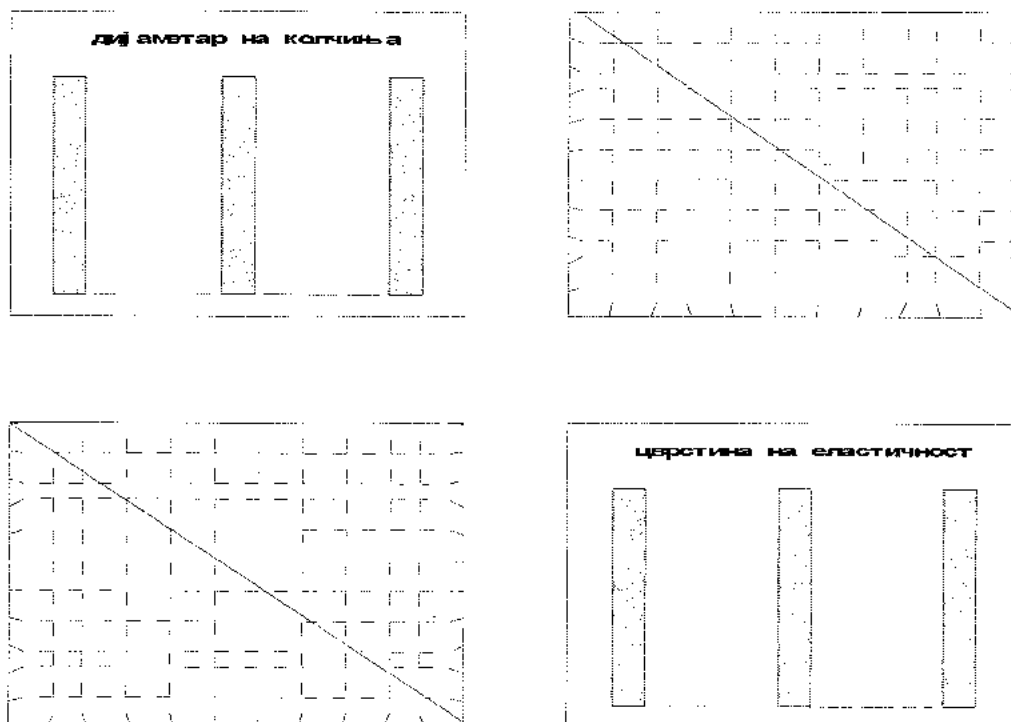
Табела 31 . Tukey (HSD) тест за цврстина на еластичност на циркониумски колчиња

Tukey HSD тест за цврстина на еластичност за $p < 0,05$			
Подгрупи	Подгрупа I	Подгрупа II	Подгрупа III
Подгрупа I d = 1,2мм		0,000127	0,000127
Подгрупа II d = 1,35мм	0,000127		0,000127
Подгрупа III d = 1,5мм	0,000127	0,000127	

Поврзаноста помеѓу големината на дијаметарот на циркониумските колчињата и цврстината на еластичност е прикажана на Графикон 24.

Анализата на дистрибуцијата на фреквенции на цврстината на еластичност укажува на отсуство на нормална дистрибуција (Shapiro-Wilk $W=0,79675$, $p < 0,05$) па поради тоа испитувана е непараметарска корелација. Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот циркониумските колчиња и цврстината на еластичност изнесува $R=-0,9466$ укажува на многу значајна негативна поврзаност т.е. со намалување/ зголемување на дијаметарот на колчињата се зголемува/ намалува цврстината на еластичност.

Графикон 24. Корелацијата помеѓу дијаметар на циркониумските колчиња и цврстината на еластичност



Spearman Rank Order Correlations $R=-0,9466$ $p<0,05$

5.3.4. Споредба на цврстина на еластичност на колчиња од различни материјали со ист дијаметар

Во овој дел направена е споредба на цврстината на еластичност меѓу подгрупите на колчиња кои имаат ист дијаметар а се направени од различни материјали (титаниум, фибер и циркониум) при што поединечно се анализирани подгрупи со дијаметар на колчиња од 1,2мм, 1,35мм и 1.5мм

5.3.4.1. Споредба на цврстина на еластичност на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,2\text{mm}$

Овој дел од анализата се однесуваат на тестирање на разликата во цврстината на еластичност меѓу подгрупите на колчиња направени од различен материјал но со ист дијаметар од $d=1.2\text{mm}$.

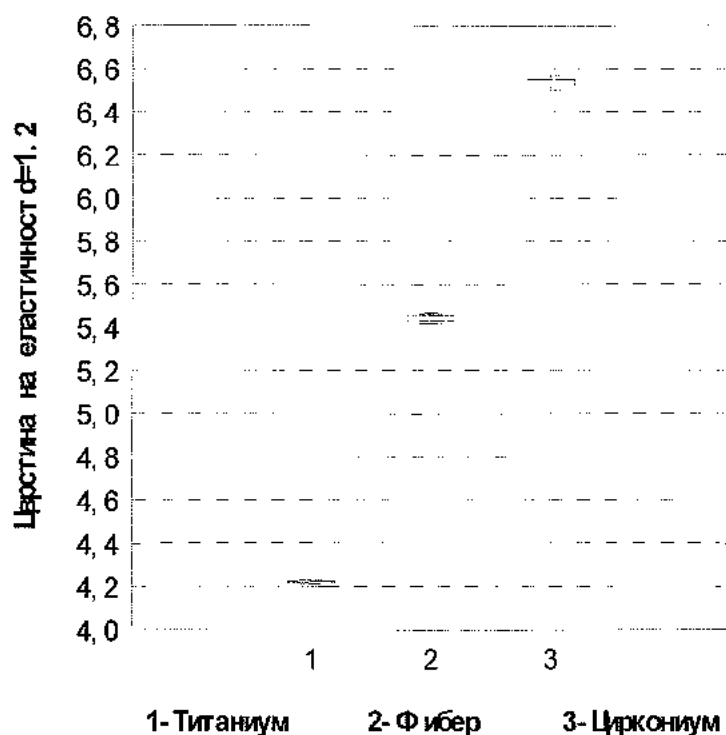
Табела 32. Дескриптивна анализа на цврстина на еластичност на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,2$

Цврстина на еластичност			
Подгрупи	Титаниуски колчиња $D = 1,2\text{mm}$	Фибер колчиња $D = 1,2\text{mm}$	Циркониум ски колчиња $D = 1,2\text{mm}$
Means	4,224141	5,442267	4,224141
Std.Dev.	0,003962	0,010525	0,003962
Std.Err.	0,001253	0,003328	0,001253
Minimum	4,216256	5,424675	4,216256
Maximum	4,230125	5,462376	4,230125
Confidence - 95%	4,221307	5,434738	4,221307
Confidence + 95%	4,226975	5,449797	4,226975

Дескриптивната анализа, прикажана на Табела 32 и График 25, укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.2mm)

најголема просечна цврстината на еластичност имаат фибер колчињата $5,44\text{N}$ ($\pm 0,011$), следено со титаниумските колчиња $4,22\text{N}$ ($\pm 0,003$) и циркониумските колчиња $4,221\text{N}$ ($\pm 0,018$).

Графикон 25. Просечна цврстина на еластичност кај колчиња од различен материјал со $d=1.2$



Направена е меѓусебна споредба на цврстината на еластичност на трите подгрупи на колчиња со дијаметар $d=1.2\text{mm}$, направени од титаниум, фибер и циркониум. Со примена на t-тест за два независни примероци, согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на еластичност во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња за $t=-342,516\text{N}$; $df=18$ и $p=0,000$; статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на еластичност во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња за $t=-388,288\text{N}$; $df=18$ и $p=0,000$ и статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на еластичност во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња за $t=-163,169\text{N}$; $df=18$ и $p=0,000$.

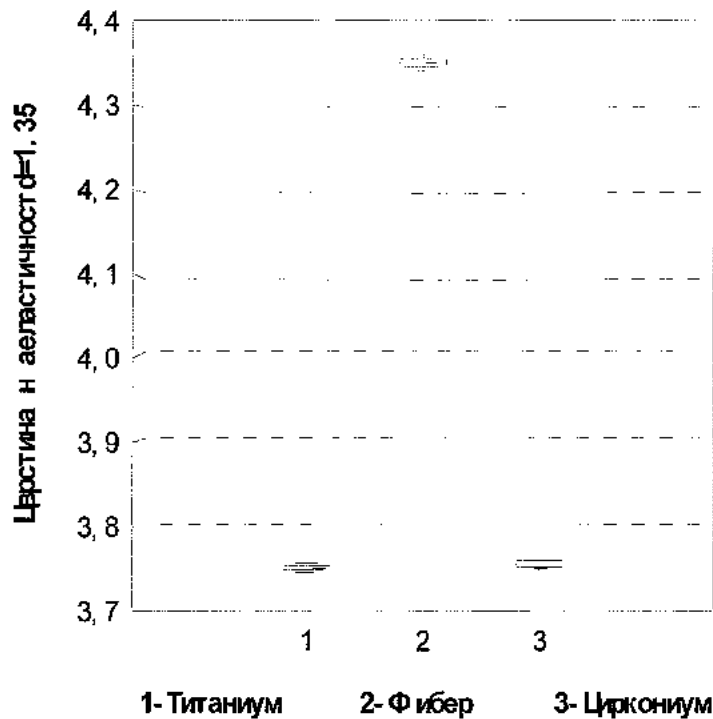
5.3.4.2. Споредба на цврстина на еластичност на колчиња од различен материјал со $d=1.35\text{mm}$

Подгрупите од по 10 колчиња со ист дијаметар од $d=1.35$ направени од три различни типа на материјал (титаниум, фибер и цирконим) тестирани се во однос на разликата во цврстината на еластичност. Направената дескриптивна анализа прикажана на Табела 33 и График 26 укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.35mm) најголема просечна цврстината на еластичност имаат фибер колчињата $4,35\text{N}$ ($\pm 0,01$), следено со циркониумските колчиња $3,76\text{N}$ ($\pm 0,003$) и титаниумските колчиња $3,75\text{N}$ ($\pm 0,002$).

Табела 33. Дескриптивна анализа на цврстина на еластичност на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,35$

Цврстина на еластичност			
Подгрупи	Титаниумски колчиња $D = 1,35\text{mm}$	Фибер колчиња $D = 1,35\text{mm}$	Циркониум ски колчиња $D = 1,35\text{mm}$
Means	3,751466	4,350545	3,756149
Std.Dev.	0,002902	0,005019	0,003355
Std.Err.	0,000918	0,001587	0,001061
Minimum	3,746289	4,341971	3,749776
Maximum	3,756657	4,360622	3,762459
Confidence - 95%	3,749390	4,346954	3,753749
Confidence + 95%	3,753542	4,354135	3,758549

Графикон 26. Просечна цврстина на еластичност кај колчиња на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,35$



Направена е споредба меѓу цврстината на еластичност на трите подгрупи на колчиња со дијаметар $d=1.35\text{mm}$, направени од титаниум, фибер и циркониум. Со примена на t-тест за два независни примероци, согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на еластичност во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња за $t=326,786N$; $df=18$ и $p=0,000$; статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на еластичност во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња за $t= 3,33861N$; $df=18$ и $p=0,000$ и статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на еластичност во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња за $t=311,354N$; $df=18$ и $p=0,000$.

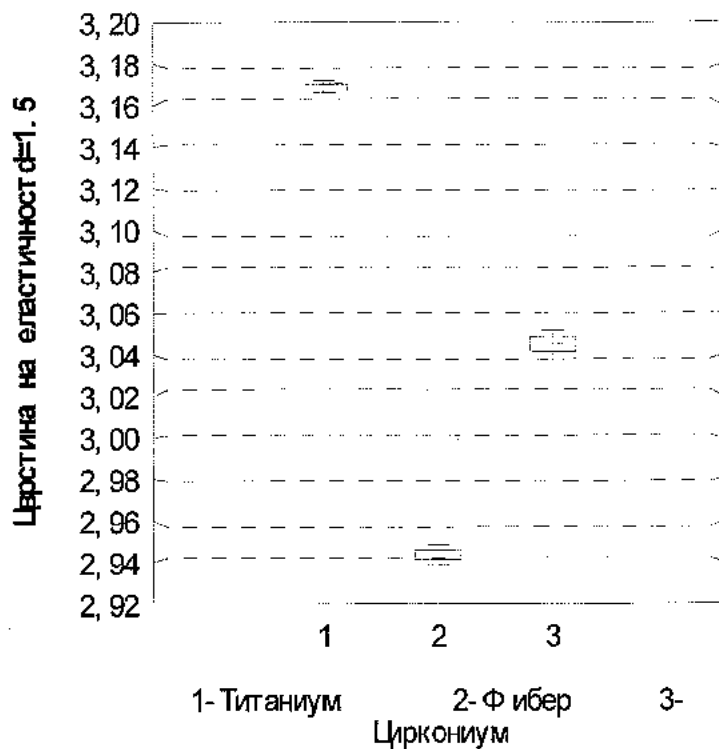
5.3.4.3. Споредба на цврстина на еластичност на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1.5\text{mm}$

Подгрупите на колчиња од титаниум, фибер и цирконим со ист дијаметар од $d=1.5$ тестирани се во однос на разликата во цврстината на еластичност. Направената дескриптивна анализа прикажана на Табела 34 и График 27 укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.5mm) најголема просечна цврстина на еластичност имаат титаниумските колчиња $3,169\text{N}$ ($\pm 0,001$), следено со циркониумските колчиња $3,005\text{N}$ ($\pm 0,003$) и фибер колчињата $2,943\text{N}$ ($\pm 0,002$).

Табела 34. Дескриптивна анализа на цврстина на еластичност на колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,5$

Цврстина на еластичност			
Подгрупи	Титаниумски колчиња $D = 1,35\text{mm}$	Фибер колчиња $D = 1,35\text{mm}$	Циркониум ски колчиња $D = 1,35\text{mm}$
Means	3,168756	2,943465	3,044698
Std.Dev.	0,001489	0,002387	0,003637
Std.Err.	0,000471	0,000755	0,001150
Minimum	3,166986	2,939120	3,038446
Maximum	3,171706	2,947828	3,050977
Confidence - 95%	3,167691	2,941758	3,042096
Confidence + 95%	3,169822	2,945173	3,047299

Графикон 27. Просечна цврстина на свиткување кај колчиња од различен материјал со дијаметар $d=1,5$



Направена е споредба меѓу цврстината на еластичност на трите подгрупи на колчиња со дијаметар $d=1,5\text{mm}$, направени од титаниум, фибер и циркониум. Со примена на t -тест за два независни примероци, согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на еластичност во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња за $t=253,239\text{N}$; $df=18$ и $p=0,000$; статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на еластичност во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња за $t=99,81777\text{N}$; $df=18$ и $p=0,000$ и статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на еластичност во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња за $t=-73,584\text{N}$; $df=18$ и $p=0,000$.

6. ДИСКУСИЈА

6.1. Сила на фрактура

Првата испитувана група на титаниумски колчиња или Група I ја сочинуваа колчиња кои согласно големината на дијаметарот (консеквентно 1.2мм, 1.35мм и 1.5мм) беа поделени во три подгрупи. За сите три подгрупи на титаниумски колчиња прво беше анализирана просечната сила на фрактура. Согласно дескриптивната анализа на просекот на силата на фрактура на трите подгрупи на титаниумски колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на сила на фрактура имаат титаниумски колчиња со $d=1,5\text{мм}$, следено со титаниумски колчиња со $d=1,35\text{мм}$ и титаниумски колчиња со $d=1,25\text{мм}$.

Анализата на варијанса - ANOVA, за $p < 0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во силата на фрактура меѓу трите подгрупи на титаниумски колчиња со различни дијаметри. Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот на колчињата и силата на фрактура е што укажува на јака позитивна поврзаност. Со намалување на дијаметарот на титаниумските колчиња се намалува силата на фрактура, а со зголемување на дијаметарот на титаниумските колчињата се зголемува силата на фрактура. Поединечната анализа на силата на фрактура на секоја подгрупа во однос на останатите две подгрупи на титаниумски колчиња со различни дијаметри, за $p < 0,05$, укажува на сигнификантна разлика.

Втората испитувана група или Група II ја сочинуваа фибер колчиња кои согласно големината на дијаметарот (консеквентно 1.2мм, 1.35мм и 1.5мм) беа поделени во три подгрупи. За трите подгрупи на фибер колчиња беше направена дескриптивна анализирана на просечната сила на фрактура. Согласно дескриптивната анализа на просекот на силата на фрактура на трите подгрупи на фибер колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на сила на фрактура имаат фибер колчиња со $d=1,5\text{мм}$, следено со фибер колчиња со $d=1,35\text{мм}$ и

фибер колчиња со $d = 1,25\text{mm}$. Анализата на варијанса - ANOVA, за $p < 0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во силата на фрактура меѓу трите подгрупи на фибер колчиња со различни дијаметри. Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот на фибер колчињата и силата на фрактура укажува на јака позитивна поврзаност т.е. со намалување/ зголемување на дијаметарот на колчињата се намалува/ зголемува силата на фрактура.

Третата испитувана група или Група III ја сочинуваат циркониумски колчиња кои согласно големината на дијаметарот (консеквентно 1.2mm, 1.35mm и 1.5mm) беа поделени во три подгрупи. За трите подгрупи на циркониумски колчиња беше анализирана просечната сила на фрактура. Согласно дескриптивната анализа на просекот на силата на фрактура на трите подгрупи на циркониумските колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на сила на фрактура имаат циркониумските колчињата со $d = 1,5\text{mm}$, следено со циркониумските колчињата со $d = 1,35\text{mm}$ и циркониумските колчињата со $d = 1,25\text{mm}$. Споредувањето на просечната сила на фрактура меѓу трите подгрупи на циркониумски колчиња со различен дијаметар, укажува дека просекот на силата на фрактура е најголем во подгрупата III која има и најголем дијаметар на колчиња, а најмала во подгрупата I која има најмал дијаметар на колчиња.

Анализата на варијанса - ANOVA, за $p < 0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во силата на фрактура меѓу трите подгрупи на циркониумски колчиња со различни дијаметри. Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот на циркониумските колчиња и силата на фрактура укажува на јака позитивна поврзаност т.е. со намалување/ зголемување на дијаметарот на колчињата се намалува/ зголемува силата на фрактура.

Овој дел од анализата се однесуваат на разликата во силата на фрактура меѓу подгрупите на колчиња направени од различен материјал но со ист дијаметар ($d = 1.2\text{mm}$). Дескриптивната анализа, укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.2mm)

најголема просечна сила на фрактура имаат титаниумските колчиња, следено со фибер колчињата и циркониумските колчиња. Направена е меѓусебна споредба на силата на фрактура на трите подгрупи на колчиња со дијаметар $d=1.2\text{mm}$ (титаниум, фибер и циркониум). Со примена на t-тест согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња; статистички сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња; и статистички сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња.

Подгрупите со ист дијаметар од $d=1.35$ направени од три различни типа на материјал (титаниум, фибер и цирконим) тестирани се во однос на разликата во силата на фрактура. Направената дескриптивна анализа укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.35mm) најголема просечна сила на фрактура имаат титаниумските колчиња, потоа фибер колчињата и циркониумските колчиња.

Направена е споредба меѓу силата на фрактура на трите подгрупи на колчиња (титаниум, фибер и циркониум) со дијаметар $d=1.35\text{mm}$. Со примена на t-тест, согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња; сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња; и сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња.

Подгрупите со ист дијаметар од $d=1.5$ направени од три различни типа на материјал (титаниум, фибер и цирконим) тестирани се во однос на разликата во силата на фрактура. Направената дескриптивна анализа укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.5mm) најголема просечна сила на фрактура имаат титаниумските колчиња, потоа се фибер колчињата и циркониумските колчиња.

Направена е споредба меѓу силата на фрактура на трите подгрупи на колчиња со дијаметар $d=1.5\text{mm}$. Со примена на t-тест, согледана е

статистички сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња; сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња; и сигнификантна разлика помеѓу силата на фрактура во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња.

6.2. Цврстина на свиткување

Цврстина на свиткување на титаниумски колчиња согласно дескриптивната анализа на просекот на цврстината на свиткување на трите подгрупи на титаниумски колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на цврстина на свиткување имаат титаниумски колчиња, следено со титаниумски колчиња со $d=1,35\text{мм}$ и титаниумски колчиња со $d=1,5\text{мм}$. Направена е споредба на цврстина на свиткување меѓу подгрупите на титаниумски колчиња со различни дијаметри. Анализата на варијанса - ANOVA, за $p<0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во цврстината на свиткување меѓу трите подгрупи на титаниумски колчиња со различни дијаметри. Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот на колчињата и цврстината на свиткување, што укажува на јака негативна поврзаност. Со намалување/ зголемување на дијаметарот на титаниумските колчињата се зголемува/ намалува цврстината на свиткување.

Цврстината на свиткување на втората испитувана група или Група II фибер колчиња кои согласно големината на дијаметарот (1.2мм, 1.35мм и 1.5мм) беа поделени во три подгрупи. Направена е дескриптивна анализирана на цврстината на свиткување на трите подгрупи на фибер колчиња. Согласно дескриптивната анализа на цврстината на свиткување на трите подгрупи на фибер колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на цврстината на свиткување имаат фибер колчиња, следено со фибер колчиња со $d=1,2\text{мм}$ и фибер колчиња со $d=1,5\text{мм}$. Анализата на варијанса - ANOVA за $p<0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во цврстината на свиткување меѓу трите подгрупи на фибер колчиња со различни

дијаметри. Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот на фибер колчињата и цврстината на свиткување што укажува на значајна негативна поврзаност т.е. со намалување на дијаметарот на колчињата се зголемува цврстината на свиткување, а со зголемување на дијаметарот на колчињата се намалува цврстината на свиткување.

Цврстината на свиткување на третата испитувана група или Група III циркониумски колчиња кои согласно големината на дијаметарот (1.2мм, 1.35мм и 1.5мм) беа поделени во три подгрупи. Согласно дескриптивната анализа на просекот на цврстината на свиткување на трите подгрупи на циркониумски колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на цврстина на свиткување имаат циркониумските колчиња, следено со циркониумските колчиња со $d=1,5\text{мм}$ и циркониумските колчиња со $d=1,35\text{мм}$.

Споредувањето на просечната цврстина на свиткување меѓу трите подгрупи на циркониумски колчиња со различен дијаметар, укажува дека просекот на цврстината на свиткување е најголем во подгрупата I која има најмал дијаметар на колчиња ($d=1,2\text{мм}$), а најмала во подгрупата II која има дијаметар на колчиња ($d=1,35\text{мм}$).

Анализата на варијанса - ANOVA, за $p < 0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во цврстината на свиткување меѓу трите подгрупи на циркониумски колчиња со различни дијаметри. Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот циркониумските колчиња и цврстината на свиткување, укажува на значајна негативна поврзаност т.е. со намалување/ зголемување на дијаметарот на колчињата се зголемува/ намалува цврстината на свиткување.

Во рамките на истражувањето направена е споредба на цврстината на свиткување меѓу подгрупите на колчиња кои имаат ист дијаметар а се направени од различни материјали (титаниум, фибер и циркониум) при што поединечно се анализирани подгрупи со дијаметар на колчиња од 1,2мм, 1,35мм и 1.5мм.

Анализата укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.2мм) најголема просечна цврстина на свиткување имаат титаниумските колчиња, следено со фибер колчињата и циркониумските колчиња. Со примена на t-тест, согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња, сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња и статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња.

Споредба на цврстина на свиткување на меѓу колчиња со $d=1.35\text{мм}$ направени од три различни типа на материјал (титаниум, фибер и цирконим) тестирани се во однос на разликата во цврстината на свиткување. Направената анализа прикажана укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.35мм) најголема просечна цврстина на свиткување имаат титаниумските колчиња, следено со фибер колчињата и циркониумските колчиња.

Со примена на t-тест за два независни примероци, согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња; статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња; и статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња.

Подгрупите на колчиња од титаниум, фибер и цирконим со ист дијаметар од $d=1.5$, тестирани се во однос на разликата во цврстината на свиткување. Направената дескриптивна анализа укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.5мм) најголема просечна цврстината на свиткување имаат титаниумските колчиња, следено со фибер колчињата и циркониумските колчиња.

Со примена на t-тест за два независни примероци, согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во

подгрупите со титаниумски и фибер колчиња; статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња; и сигнификантна разлика помеѓу цврстината на свиткување во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња.

6.3. Цврстина на еластичност

За трите подгрупи на титаниумски колчиња со различен дијаметар (1.2мм, 1.35мм и 1.5мм), анализирана е просечната цврстина на еластичност. Согласно дескриптивната анализа на просекот на цврстината на еластичност на трите подгрупи на титаниумски колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на цврстина на свиткување имаат титаниумски колчиња со $d=1,2\text{мм}$, следено со титаниумски колчиња со $d=1,35\text{мм}$ и титаниумски колчиња со $d=1,5\text{мм}$. Анализата на варијанса-ANOVA, за $p<0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во цврстината на еластичност меѓу трите подгрупи на титаниумски колчиња со различни дијаметри.

Поединечната анализа на цврстината на еластичност на секоја подгрупа во однос на останатите две подгрупи на титаниумски колчиња со различни дијаметри, за $p<0,05$, укажува на сигнификантна разлика. Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот на колчињата и цврстината на еластичност што укажува на многу значајна негативна поврзаност. Со намалување/ зголемување на дијаметарот на титаниумските колчињата се зголемува/ намалува цврстината на еластичност.

Во овој дел испитувана е цврстината на еластичност на Група II сочинета од фибер колчиња кои согласно големината на дијаметарот (1.2мм, 1.35мм и 1.5мм) беа поделени во три подгрупи. Согласно дескриптивната анализа на цврстина на еластичност на трите подгрупи на фибер колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на цврстина на еластичност имаат фибер колчиња со $d=1,2\text{мм}$, во однос на фибер колчиња со $d=1,35\text{мм}$ и фибер колчиња со $d=1,5\text{мм}$. Анализата на варијанса - ANOVA за $p<0,05$ укажува на

статистички сигнификантна разлика во цврстината на еластичност меѓу трите подгрупи на фибер колчиња со различни дијаметри. Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот на фибер колчињата и цврстината на еластичност што укажува на многу значајна негативна поврзаност т.е. со намалување/ зголемување на дијаметарот на колчињата се зголемува/ намалува цврстината на еластичност.

За трите подгрупи циркониумски колчиња со дијаметарот од 1.2мм, 1.35мм и 1.5мм, беше анализирана просечната цврстина на еластичност. Согласно дескриптивната анализа на просекот на цврстината на еластичност на трите подгрупи на циркониумски колчиња со различен дијаметар, најголема просечна вредност на цврстина на еластичност имаат циркониумските колчиња со $d=1,2\text{мм}$, следено со циркониумските колчиња со $d=1,35\text{мм}$ и циркониумските колчиња со $d=1,5\text{мм}$.

Анализата на варијанса - ANOVA, за $p < 0,05$ укажува на статистички сигнификантна разлика во цврстината на еластичност меѓу трите подгрупи на циркониумски колчиња со различни дијаметри. Вредноста на Spearman-овиот коефициент на корелација меѓу дијаметарот циркониумските колчиња и цврстината на еластичност изнесува укажува на многу значајна негативна поврзаност т.е. со намалување/ зголемување на дијаметарот на колчињата се зголемува/ намалува цврстината на еластичност.

Во овој дел направена е споредба на цврстината на еластичност меѓу подгрупите на колчиња кои имаат ист дијаметар а се направени од различни материјали (титаниум, фибер и циркониум) при што поединечно се анализирани подгрупи со дијаметар на колчиња од 1,2мм, 1,35мм и 1.5мм.

Дескриптивната анализа, укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.2мм) најголема просечна цврстината на еластичност имаат фибер колчињата, титаниумските колчиња и циркониумските колчиња.

Споредба на цврстина на еластичност на колчиња од различен материјал (титаниум, фибер и цирконим) со $d=1.35\text{мм}$, тестирани се во однос на разликата во цврстината на еластичност. Направената дескриптивна анализа укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.35мм) најголема просечна цврстина на еластичност имаат фибер колчињата, следено со циркониумските колчиња и титаниумските колчиња. Со примена на t-тест за два независни примероци, согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на еластичност во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња; статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на еластичност во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња; и статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на еластичност во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња.

Подгрупите на колчиња од титаниум, фибер и цирконим со ист дијаметар од $d=1.5$, тестирани се во однос на разликата во цврстината на еластичност. Анализата укажува дека помеѓу подгрупите на колчиња со ист дијаметар (1.5мм) најголема просечна цврстина на еластичност имаат титаниумските колчиња, следено со циркониумските колчиња и фибер колчињата. Со примена на t-тест за два независни примероци, согледана е статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на еластичност во подгрупите со титаниумски и фибер колчиња; статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на еластичност во подгрупите на титаниумски и циркониумски колчиња; и статистички сигнификантна разлика помеѓу цврстината на еластичност во подгрупите со фибер и циркониумски колчиња.

7. ЗАКЛУЧОК

Во овој магистерски труд ја проучувавме силата на фрактура, силата на свиткување и еластичност на титаниумските, фибер и циркониумските колчиња со три различни дијаметри. На основа на резултатите што ги добивме ги сумиравме следниве заклучоци.

1. Силата на фрактура ја тестиравме на титаниумските, фибер и циркониумските колчиња со дијаметар 1,2, 1,35 и 1,5 мм. Со испитувањата утврдивме дека дијаметарот на различните видови на колчиња дава различни механички особини кои различно влијаат на резистентноста на силата на фрактурата.
2. Експериментално ја потврдивме хипотезата дека различниот материјал на колчињата дава сигнификантни разлики на отпорноста на фрактури на колчето.
3. Титаниумските колчињата покажаа највисоки вредности на силата на свиткување при што титаниумските колчиња имаат највисоки вредности во однос на фибер и циркониумските колчиња.
4. Најголемиот дијаметар на колчињата сигнификантно ја зголемува отпорноста на фрактури во однос на помалите два дијаметри употребени во експерименталното истражување.
5. Резултатите покажаа дека поголемиот дијаметар, повисоките вредности на цврстина на свиткување, како и најниските вредности на еластичност на материјалот придонесуваат подобри механички особини на титаниумските колчиња споредени со фибер и циркониумските колчиња.

6. Согласно извршената анализа за цврстина на еластичност меѓу титаниумските, фибер и циркониумските колчиња со ист дијаметар, најголема просечна цврстина на еластичност имаат фибер колчињата, а потоа следат циркониумските колчиња и на крај титаниумските колчиња.
7. ФЗК колчињата покажуваат значително помал притисок во внатрешноста на коренот, поради нивната цврстина која е слична на дентинот на забот, додека пак поголемиот дел на оптеретувањето е сконцентрирано во вратниот дел на забот. Токму затоа овие колчиња го пренесуваат притисокот слично како и природниот заб.
8. Во поглед на отпорност на свиткување, споредбено со титаниумските и циркониумските колчиња, покажуваат приближни резултати со титаниумските колчиња, а и подобри вредности од циркониумските колчиња.
9. ФЗК колчињата пак покажуваат поповолни фрактури за разлика од титаниумските и циркониумските колчиња.
10. Во секојдневната работа на стоматологот, при неуспех на ендодонтскиот третман или фрактура на колчето, особините на овие надградбени системи е дека лесно можат да се одстранат и заменат без значајно губење на забната супстанца.
11. Естетиката, како еден од најзначајните светски трендови во современата стоматологија, поттикнува користење на надградбени системи кои со своите добри особини се повеќе ги задоволуваат потребите на пациентите.
12. Овие надградбени системи мора да ги задоволуваат биолошките, механичките и естетските потреби на секој заб поединечно. Затоа нивната лесна, брза, безбедна употреба претставува значаен атрибут во работата на стоматологот и во долготрајноста на фиксно протетските изработки.

8. КРАТЕНКИ

ФЗК – Фибер зајакнати композити

CF – Карбонски влакна

PAN – Полиакрилен нитрил

UHMWPE – Ултра високо тежински полиетиленски влакна

AFs – Арамидни влакна

HSD – Pos hoc-Tukey significant diference

9. ЛИТЕРАТУРА

1. Healey HJ. Restoration of Treated Pulpless Tooth. In: Healey HJ (ed). Endodontics. St Louis: Mosby, 1960:267-291.
2. Shillingburg HT, Jacobi R, Brackett SE. Preparation modifications for damaged teeth. In: Shillingburg HT, Jacobi R and Brackett SE (eds). Fundamentals of tooth preparations. Chicago: Quintessence, 1987:321-358.
3. Varaban DJ. The restoration of pulpless teeth. Dent Clin North Am 1967:633-653.
4. Ковачевска Г., Стомато-протетичка рехабилитација на преостанати радикали со метални надградби како носачи на фиксни конструкции, Скопје, 1995.
5. Јовановски С., Процена на влијанието на површинската обработка на керамички надградби и нивниот ефект на фрактурната резистентност на ендодонско третирано заби, Скопје, 2012, 102-124.
6. Ковачевска Г., Петкова Е., и соработници, Фрактуре на заби: реставрирање со индивидуални леани метални надградби, 5th Congress of the BaSS, Thessaloniki, 2000; 121.
7. Drummond JL. In vitro evaluation of endodontic posts. Am J Dent 2000;13:5B-8B.
8. Standlee JP, Caputo AA, Hanson EC. Retention of endodontic dowels: effects of cement, dowel length, diameter, and design. J Prosthet Dent 1978;39:400-405.
9. Sorensen JA, Engelman MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent 1990;63:529-536.

10. Hunter AJ, Feiglin B, Williams JF. Effects of post placement on endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1989;62:166-172.
11. Assif D, Ferber A. Retention of dowels using a composite resin as a cementing medium. *J Prosthet Dent* 1982;48:292-296.
12. Torbjörner A, Karlsson S, Syverud M, Hensten-Pettersson A. Carbon fiber reinforced root canal posts. Mechanical and cytotoxic properties. *Eur J Oral Sci* 1996;104:605-611.
13. Schaeffer MA, White RR, Walton RE. Determining the optimal obturation length: a meta-analysis of literature. *J Endod* 2005;31:271-274.
14. Williams CB, Joyce AP, Roberts S. A comparison between in vivo radiographic working length determination and measurement after extraction. *J Endod* 2006;32:624-627.
15. Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1992;67:458-467.
16. Lovdahl PE, Nicholls JI. Pin-retained amalgam cores vs. cast-gold dowel-cores. *J Prosthet Dent* 1977;38:507-514.
17. Eckerbom M, Magnusson T. Restoring endodontically treated teeth: a survey of current opinions among board-certified prosthodontists and general dental practitioners in Sweden. *Int J Prosthodont* 2001;14:245-259.
18. Karlsson S. A clinical evaluation of fixed bridges, 10 years following insertion. *J Oral Rehabil* 1986;13:423-432.
19. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JYK. Clinical complications in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 2003;90:31-34.
20. Torbjörner A, Fransson B. A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. *Int J Prosthodont* 2004a;17:369-376.

21. Torbjörner A, Karlsson S, Ödman PA. Survival rate and failure characteristics for two post designs. *J Prosthet Dent* 1995;73:439-444.
22. Bergman B, Lundqvist P, Sjögren U, Sundqvist G. Restorative and endodontic results after treatment with cast posts and cores. *J Prosthet Dent* 1989;61:10-15.
23. Mentink AGB, Meeuwissen R, Käyser AF, Mulder J. Survival rate and failure characteristics of the all metal post and core restoration. *J Oral Rehabil* 1993; 20:455-461.
24. Naumann M, Blankenstein F, Kießling S, Dietrich T. Risk factors for failure of glass fiberreinforced composite post restorations: a prospective observational clinical study. *Eur J Oral Sci* 2005a;113:519-524.
25. Rosen H. Operative procedures on mutilated endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1961;11:973-986.
26. Silverstein WH. The reinforcement of weakened pulpless teeth. *J Prosthet Dent* 1964;14:372- 381.
27. Sorensen JA, Martinoff JT. Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1984a;51:780-784.
28. Peroz I, Blankenstein F, Lange K-P, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores-a review. *Quintessence Int* 2005; 36:737-746.
29. Jacoby WE. Practical technique for the fabrication of a direct pattern for a post-core restoration. *J Prosthet Dent* 1976;35:357-360.
30. Larato DC. Single unit cast post crown for pulpless anterior tooth roots. *J Prosthet Dent* 1966;16:145-149.

31. Perel ML, Muroff FI. Clinical criteria for posts and cores. *J Prosthet Dent* 1972;28:405-411.
32. Stern N, Hirshfeld Z. Principles of preparing endodontically treated teeth for dowel and core restorations. *J Prosthet Dent* 1973;30:162-165.
33. Nissan J, Dmitry Y, Assif D. The use of reinforced composite resin cement as compensation for reduced post length. *J Prosthet Dent* 2001;86:304-308.
34. Guzy GE, Nicholls JJ. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. *J Prosthet Dent* 1979;42:39-44.
35. Trabert KC, Caput AA, Abou-Rass M. Tooth fracture- a comparison of endodontic and restorative treatments. *J Endod* 1978;4:341-345.
36. Tjan AH, Whang SB. Resistance to root fracture of dowel channels with various thicknesses of buccal dentin walls. *J Prosthet Dent* 1985;53:496-500.
37. Naumann M, Preuss A, Rosentritt M. Effect of incomplete crown ferrules on load capacity of endodontically treated maxillary incisors restored with fiber posts, composite build-ups, and all-ceramic crowns: an in vitro evaluation after chewing simulation. *Acta Odontol Scand* 2006;64:31-36.
38. Lang H, Korkmaz Y, Schneider K, Raab WH-M. Impact of endodontic treatments on the rigidity of the root. *J Dent Res* 2006;85:364-368.
39. Nergiz I, Schmage P, Özcan M, Platzer U. Effect of length and diameter of tapered posts on the retention. *J Oral Rehabil* 2002;29:28-34.
40. Lambjerg-Hansen H, Asmussen E. Mechanical properties of endodontic posts. *J Oral Rehabil* 1997;24:882-887.

41. Stern N, Hirshfeld Z. Principles of preparing endodontically treated teeth for dowel and core restorations. *J Prosthet Dent* 1973;30:162-165.
42. Lloyd PM, Palik JF. The philosophies of dowel diameter preparation: A literature review. *J Prosthet Dent* 1993;69:32-36.
43. Goodacre CJ, Spolnik KJ. The prosthodontic management of endodontically treated teeth: a literature review. Part III. Tooth preparation considerations. *J Prosthet Dent* 1995;4:122-128.
44. Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A. Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *J Prosthet Dent* 2005; 94: 321-329.
45. Qualtrough AJE, Chandler NP, Purton DG. A comparison of the retention of tooth-colored posts. *Quintessence Int* 2003;34:199-201.
46. Johnson JK, Sakamura JS. Dowel form and tensile force. *J Prosthet Dent* 1978;40:645-649.
47. Stockton LW, Williams PT. Retention and shear bond strength of two post systems. *Oper Dent* 1999;24:210-216.
48. Cohen BI, Pagnillo M, Musikant BL, Deutsch AS. Comparison of the retentive and photoelastic properties of two prefabricated endodontic post systems. *J Oral Rehabil* 1999;26:488-494.
49. Zmener O. Adaptation of threaded dowels to dentin. *J Prosthet Dent* 1980; 43:530-535.
50. Shillingburg Jr HT, Fisher DW, Dewhirst RB. Restoration of endodontically treated posterior teeth. *J Prosthet Dent* 1970;24:401-409.
51. Morgano SM, Milot P. Clinical success of cast metal posts and cores. *J Prosthet Dent* 1993;69:11-16.
52. Hew YS, Purton DG, Love RM. Evaluation of prefabricated root canal posts. *J Oral Rehabil* 2001;28:207-211.

53. Fox K, Gutteridge DL. An in vitro study of coronal microleakage in root-canal-treated teeth restored by the post and core technique. *Int Endod J* 1997;30:361-368.
54. Shillingburg HT, Jacobi R, Brackett SE. Preparation modifications for damaged teeth. In: Shillingburg HT, Jacobi R and Brackett SE (eds). *Fundamentals of tooth preparations*. Chicago: Quintessence, 1987:321-358.
55. Shillingburg HT, Kessler JC. *Restoration of the Endodontically treated tooth*. Chicago: Quintessence, 1982.
56. Morgano SM, Hashem AF, Fotoohi K, Rose L. A nationwide survey of contemporary philosophies and techniques of restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1994;72:259-267.
57. Silness J, Gustavsen F, Hunsbeth J. Distribution of corrosion products in teeth restored with metal crowns retained by stainless steel posts. *Acta Odontol Scand* 1979;37:317-321.
58. Standlee JP, Caputo AA, Holcomb J, Trabert KC. The retentive and stress-distributing properties of a threaded endodontic dowel. *J Prosthet Dent* 1980;44:398-404.
59. Standlee JP, Caputo AA. The retentive and stressdistributing properties of split threaded endodontic dowels. *J Prosthet Dent* 1992;68:436-442.
60. Torbjörner A. Post and Cores. In: Karlsson S, Nilner K and Dahl B (eds). *A textbook of Fixed Prosthodontics. The Scandinavian Approach*. Stockholm: Förlagshuset Gothia AB, 2000:173-186.
61. Kwiatkowski SJ, Geller W. A preliminary consideration of the glass-ceramic dowel post and core. *Int J Prosthodont* 1989;2:51-55.

62. Meyenberg KH, Lüthy H, Schärer P. Zirconia posts: a new all-ceramic concept for nonvital abutment teeth. *J Esthet Dent* 1995;7:73-80.
63. Zalkind M, Hochman N. Esthetic considerations in restoring endodontically treated teeth with posts and cores. *J Prosthet Dent* 1998;79:702-705.
64. Purton DG, Payne JA. Comparison of carbon fiber and stainless steel root canal posts. *Quintessence Int* 1996;27:93-97.
65. Purton DG, Love RM, Chandler NP. Rigidity and retention of ceramic root canal posts. *Oper Dent* 2000;25:223-227.
66. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent* 1999;27:275-278.
67. Smith DC. Recent developments and prospects in dental polymers. *J Prosthet Dent* 1962;12:1066-1078.
68. Schreiber CK. Polymethylmethacrylate reinforced with carbon fibres. *Br Dent J* 1971;130:29-30.
69. Goldberg AJ, Burstone CJ. The use of continuous fiber reinforcement in dentistry. *Dent Mater* 1992;8:197-202.
70. Vallittu PK. Comparison of the in vitro fatigue resistance of an acrylic resin removable partial denture reinforced with continuous glass fibers or metal wires. *J Prosthodont* 1996a;5:115-121.
71. Narva KK, Vallittu PK, Helenius H, Yli-Urpo A. Clinical survey of acrylic resin removable denture repairs with glass-fiber reinforcement. *Int J Prosthodont* 2001;14:219-224.
72. Vallittu PK, Lassila VP. Reinforcement of acrylic resin denture base material with metal or fibre strengtheners. *J Oral Rehabil* 1992;19:225-230.

73. Freilich MA, Karmaker AC, Burstone CJ, Goldberg AJ. Development and clinical applications of a light-polymerized fiberreinforced composite. *J Prosthet Dent* 1998;80:311-318.
74. Vallittu PK. Prosthodontic treatment with a glass fiber-reinforced resin-bonded fixed partial denture: a clinical report. *J Prosthet Dent* 1999a;82:132-135.
75. Vallittu PK, Sevelius C. Resin-bonded, glass fiberreinforced composite fixed partial dentures: a clinical study. *J Prosthet Dent* 2000;84:413-418.
76. Vallittu PK. Case report: a glass fibre reinforced composite resin bonded fixed partial denture. *Eur J Prosthodont Rest Dent* 2001a;9:35-38.
77. Behr M, Rosentritt M, Handel G. Fiber-reinforced composite crowns and FPDs: a clinical report. *Int J Prosthodont* 2003;16:239-243.
78. Vallittu PK. Survival rates of resin-bonded, glass fiber-reinforced composite fixed partial dentures with a mean follow-up of 42 months: a pilot study. *J Prosthet Dent* 2004;91:241-246.
79. Göhring TN, Roos M. Inlay-fixed partial dentures adhesively retained and reinforced by glass fibers: clinical and scanning electron microscopy analysis after five years. *Eur J Oral Sci* 2005;113:60-69.
80. Meiers JC, Duncan JP, Freilich MA, Goldberg AJ. Preimpregnated, fiber-reinforced prostheses. Part II. Direct applications: splints and fixed partial dentures. *Quintessence Int* 1998;29:761-768.
81. Ahlstrand WM, Finger WJ. Direct and indirect fiber-reinforced fixed partial dentures: case reports. *Quintessence Int* 2002;33:359-365.
82. Dyer SR, Lassila LVJ, Alander P, Vallittu PK. Static strength of molar region direct technique glass fibre-reinforced composite fixed partial dentures. *J Oral Rehabil* 2005;32:351-357.

83. Meiers JC, Freilich MA. Design and use of a prefabricated fiber-reinforced composite substructure for the chairside replacement of missing premolars. *Quintessence Int* 2006a;37:449-454.
84. Fennis WMM, Tezvergil A, Kujis RH, Lassila LVJ, Kreulen CM, Creugers NHJ, Vallittu PK. In vitro fracture resistance of fiber reinforced cusp-replacing composite restorations. *Dent Mater* 2005;21:565-572.
85. Garoushi SK, Ballo AM, Lassila LVJ, Vallittu PK. Fracture resistance of fragmented incisal edges restored with fiber-reinforced composite. *J Adhes Dent* 2006;8:91-95.
86. Duret B, Reynaud M, Duret F. A new concept of corono-radicular reconstruction: the Compositpost (2). *Chir Dent Fr* 1990;60:69-77.
87. King PA, Setchell DJ. An in vitro evaluation of a prototype CFRC prefabricated post developed for the restoration of pulpless teeth. *J Oral Rehabil* 1990;17:599-609.
88. Isidor F, Ödman P, Brøndum K. Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. *Int J Prosthodont* 1996;9:131-136.
89. Ferrari M, Vichi A, García-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent* 2000a;13:15B-18B.
90. Schmitter M, Rammelsberg P, Gabbert O, Ohlmann B. Influence of clinical baseline findings on the survival of 2 post systems: a randomized clinical trial. *Int J Prosthodont* 2007;20:173-178.
91. Fokkinga WA, Kreulen CM, Vallittu PK, Creugers NHJ. A structured analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal and ceramic post-and-core systems. *Int J Prosthodont* 2004;17:476-482.
92. Murphy J. Reinforced plastics handbook. Oxford: Elsevier Science Ltd., 1998. 2nd edition.

93. Vallittu PK. Experiences of using glass fibres with multiphase acrylic resin systems. Theoretical background and clinical examples. In: Vallittu PK (ed). The first symposium on fibre reinforced plastics in dentistry. University of Turku, Institute of Dentistry, 1998a.
94. DeBoer J, Vermilyea SG, Brady RE. The effect of carbon fiber orientation on the fatigue resistance and bending properties of two denture resins. *J Prosthet Dent* 1984;51:119-121.
95. Ladizesky NH, Chow TW, Ward IM. The effect of highly drawn polyethylene fibres on the mechanical properties of denture base resins. *Clin mater* 1990;6:209-225.
96. Belli S, Cobankara FK, Eraslan O, Eskitascioglu G, Karbhari V. The effect of fiber insertion on fracture resistance of endodontically treated molars with MOD cavity and reattached fractured lingual cusps. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater* 2006;79B:35-41.