

Rezistenca në frakturë e rindërtimeve të derdhura metalike dhe fiber- post tek dhëmbët e trajtuar në mënyrë endodontike - studim in vitro

Tetore Olloni

Autorë

Tetore Olloni

Klinika e Protetikës Stomatologjike, Qendra Klinike Stomatologjike Universitare e Kosovës, Prishtinë, Kosovë

Për korrespondencë

Tetore Olloni

tetore.olloni@gmail.com

ABSTRACT

Endodontically treated teeth, with little coronary structure, are less resistant to fracture, compared to vital teeth, so they require restorative treatment for reinforcement with reconstruction. The tooth reinforced with reconstruction fulfills the functional and aesthetic criteria and as such can be the carrier of fixed and mobile prosthetic work. Therefore, the purpose of this in vitro study was to determine and compare the fracture resistance of endodontically treated teeth reinforced with cast metal and fiber-post restorations. In this in vitro study, in samples of 60 intact canines extracted for periodontological reasons, the crown was removed, 2 mm below the enamel-cementum border. The teeth underwent endodontic root canal treatment and were divided into two experimental groups (n=30) depending on the type of reconstruction applied: cast metal and fiber-post. For fracture resistance research, compressive load at an angle of 130° in the direction of the longitudinal axis of the tooth was used with the Universal Testing Machine (Matest, Italy). The testing was done with the help of a 1mm wide steel extension at a speed of 0.5mm/min that was positioned on the oral surface, in the loading area that was located 2mm below the incisal blade and that served for stable uniform loading. The load was continued until fracture and the values obtained are expressed in Newton (N).

A priori reconstructions contribute to increasing the tooth's fracture resistance. The data from this study are facts, which make it possible for fiber-post to be the right choice of dentists in daily clinical practice due to its higher resistance. The lower-cost one-session working procedure are additional advantages that increase the importance of fiber-post for the restoration of endodontically treated teeth.

ABSTRACT

Dhëmbët e trajtuar në mënyrë endodontike, me strukturë të paktë koronare janë më pak rezistentë në frakturë, në krahasim me dhëmbët vital, ndaj dhe kërkohet tretman restaurativ për përfortim me rindërtim. Dhëmbi i përfortuar me rindërtim përmes kriteret funksionale dhe estetike dhe si i tillë mund të jetë edhe bartës i punimit protetikor fiks dhe mobil. Prandaj, qëllimi i këtij studimi in vitro ishte të përcaktohej dhe krahasohej rezistenca në frakturë e dhëmbëve të trajtuar në mënyrë endodontike të përfortuar me rindërtime të derdhura metalike dhe fiber- post. Në këtë studim in vitro, në mostrat e 60 kaninëve intakt të ekstrahuar për arsye parodontologjike është larguar kurora, 2 mm nën kufirin smalt-cement. Dhëmbët i janë nënshtruar tretmanit endodontik të kanalit të rrënjës së dhëmbit dhe janë ndarë në dy grupe eksperimentale (n=30) varësisht nga lloji i rindërtimit të aplikuar: i derdhur metalik dhe fiber- post. Për hulumtim

të rezistencës në frakturë është përdorur ngarkesa kompresive në kënd prej 130° në drejtim të boshtit gjatësor të dhëmbit me Makinën Testuese Univerzale (Matest, Italy). Testimi është bërë me ndihmën e zgjatimit të gjerë 1 mm nga çeliku me shpejtësi 0, 5 mm/min që u pozicionua në faqen orale, në vendngarkimin që ndodhej 2 mm nën tehun incizal e që shërbente për ngarkim të qëndrueshëm uniform. Ngarkesa vazhdoi deri në frakturë dhe vlerat e fituara janë shprehur me Njuton (N). Rindërtimet apriori kontribuojnë në rritjen e rezistencës së dhëmbit në frakturë. Të dhënat nga ky studim janë fakte, të cilat bëjnë të mundur që fiber-post të jetë zgjedhje e duhur e dentistëve në përditshmërinë klinike për shkak të rezistencës më të lartë. Procedura e punimit në një seancë me kosto më të ulët janë përparësi shtesë që risin rëndësinë e fiber-postit për restaurim të dhëmbëve të trajtuar në mënyrë endodontike.

Fjalët kyçe: fiber-post, frakturë, rindërtim i derdhur metalik.

Hyrje

Restaurimi me rindërtim i dhëmbëve të trajtuar në mënyrë endodontike është pjesë përbërëse e praktikës klinike dentare. Në krahasim me dhëmbët vital, dhëmbët e trajtuar në mënyrë endodontike në aspektin biologjik dhe mekanik, janë më të ndjeshëm ndaj ngarkesave okluzale gjë që rezulton në frakturë të tyre më të shpejtë [1]. Faktori kryesor etiologjik, të cilit i atribuohet rritja e rrezikut të tyre nga fraktura është humbja e strukturës së dhëmbit gjatë përgatitjes së qasjes në kanal të rrënjës si dhe përpunimit endodontik të tij [2]. Procedurat e trajtimit të kanalit të rrënjës raportohen të jenë përgjegjëse për reduktimin e rreth 38% të rezistencës së dhëmbit në frakturë [3]. Nisur nga ky fakt, dhëmbët e trajtuar në mënyrë endodontike me mungesë masive të strukturës koronare restaurohen me rindërtime [4]. Lloje të ndryshme janë propozuar ndër vite, nga rindërtimet e derdhura metalike deri tek ato estetike.

Rindërtimet e derdhura metalike kanë përparsitë për vetitë mekanike, shkallën të lartë të suksesit, prognozë afatgjate dhe lehtë të manipulueshme [5]. Në anën tjetër biokompatibiliteti i ulët, mundësia e korozionit së bashku me dështimin për të përmbushur efektin estetik, kanë nxitur kërkimet e tjera [6]. Është bërë objektiv në stomatologji restaurimi i dhëmbëve të trajtuar në mënyrë endodontike me rindërtime jometalike, me veti fiziko-kimike homogjene të ngjashme me ato të dentinës [7, 8]. Fiber-post përdoren në dhëmbët e trajtuar në mënyrë endodontike për shkak të vetive mekanike superiore të tyre që posedojnë, në krahasim me rindërtimet e derdhura metalike [9]. Ato janë biokompatibile dhe rezistente ndaj korozionit. Vetitë biomekanike të tyre janë raportuar të jenë të përafërta me dentinën [10, 11]. Për më tepër, përparësi e tyre është radiopaciteti superior. Rindërtimet fiber-post janë estetike me modul elasticiteti të ngjashëm me dentinën [12]. Rritja

e popullaritetit të fiber-post në stomatologjinë restaurative është aftësia e tyre për të shpërndarë më mirë ngarkesat okluzale përgjatë mureve të kanalit të rrënjës e si rrjedhojë, për të parandaluar akumulimet e rrezikshme të tyre që kontribuojnë në frakturë vertikale të dhëmbit [13]. Në fakt, nga pikëpamja mekanike, fiber-post vepron si një bypass, duke përqëndruar ngarkesën në majën e rrënjës dhe është një alternativë më e zbatueshme në krahasim me rindërtimin metalik [14]. Suksesi klinik i trajtimeve restaurative me rindërtim varet nga shumë faktorë, që nga sasia e substancës së mbetur dentare [15], lloji adekuat i rindërtimit [16] e deri tek cementimi dhe prezenca e ligamentit periodontal [17]. Cementi adhesiv me bazë rezine shfaq retencion më efikas, përderisa ligamenti periodontal absorbon ngarkesat okluzale dhe ngurtësia e tij bën që ngarkesa të transmetohet në kockë dhe tensionet e vogla të shpërndahen në sipërfaqën e rrënjës [18].

Prandaj, dhe qëllimi i këtij studimi ishte që në kushte In Vitro të vlerësohet dhe krahasohet rezistenca në frakturë e rindërtimeve të derdhur metalike ndaj rindërtimeve me fiber-post në dhëmbët e trajtuar në mënyrë endodontike.

Materiali dhe metoda

Në këtë studim u përfshinë 60 kaninë të ekstrahuar për arsye parodontale me gjatësi të rrënjës 15-18 mm. Dhëmbët u mbajtën në tretësirë fiziologjike, derisa dy orë para fillimit të studimit dhëmbët qëndruan në hipoklorur natriumi 1%. Dhëmbët me fraktura, karies, restaurime të mëhershme dhe me rrënjë më të shkurtëra se 10 mm nuk u përfshinë në studim. Kurora e dhëmbëve u largua me disk diamanti nën ftohje të vazhdueshme me ujë, 2 mm mbi kufirin smalt-cement u realizua përgatitja e qasjes në kanal të rrënjës dhe e më pas kalueshmëria apikale u realizua duke përdorur instrumentin endodontik me madhësi #10 K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Zvicër). Kanalet e rrënjëve tek të gjithë dhëmbët u përpunuan me sistemin rrotullues makinerik ProTaper S1, S2, F1, F2, F3 (Dentsply, Maillefer) deri në gjatësinë punuese. Për përpunim të kanalit të rrënjës u përdor endomotori X-Smart (Dentsply Maillefer) me rrotullim 300rpm. Kanalet u dezinfektuan me 2ml hipoklorur natriumi 5, 25% (Chloraxid, Cercamed, Stalowa Wola, Poloni) dhe 5 ml Acid Etilen-Diamine Tetraacetik (EDTA) 17% (Chelaton, III dihidrat, p.a, Lach-Ner, Republika Ceke). Pas irrigimit kanalet u thanë me poent letre (Protaper Paper points, Maillefer, Dentsply, USA) dhe janë obturuar me AH Plus pastë (Dentsply, USA), e cila u vendos në kanal të rrënjës me lentullo spirale (Figura 1) Pas obturimit është vendosur mbushja e përkohshme Cavit (3M, ESPE, Sefeldy, Germany). Përgatitja e hapësirës për rindërtim filloi 7 ditë pas obturimit, me largimin e gutta-perkës me instrumentet Gates-Glidden dhe Pecho reamer me madhësi 1

deri 4 duke lënë vetëm 5 mm të saj në zonën apikale të kanalit të rrënjës. Gjatësia e rindërtimeve u standardizua duke përdorur matësin digjital. Më pas kanalet e rrënjëve u pastruan me hipoklorur natriumi 2, 5%, të pasuar nga tretësira fiziologjike dhe u thanë me poent letre. Të gjithë dhëmbët më pas u ndanë në dy grupe. Në grupin 1, (n=30) dhëmbët u restauruan me rindërtime të derdhura metalike Co-Cr (Ivoclar, Vivadent, Lichtenstein) me teknikën direkte të marrjes së masës. Në grupin 2, (n=30) dhëmbët u restauruan me fiber -post. Të gjitha rindërtimet u cementuan me cementin adheziv rezinoz, Speed CEM Plus (Ivoclar, Vivadent, Lichtenstein). Mbushja e kanalit të rrënjës me cementin adheziv rezinoz u realizua me lentulo spirale. Rindërtimet e cementuara u vendosën për 10 sekonda nën presion të gishtit. Në grupin e dytë me fiber-post, pjesa e kurorës së dhëmbit u punua direkt nga kompoziti dhe ishte e projektuar posaçërisht për të siguruar retension. Kompoziti (3M, ESPE, USA) u përdor si material bazë për të siguruar kultin në lartësinë e duhur prej 4 mm të matur nga sipërfaqja bukale. Pas 24 orësh, në të dy grupet u realizuan masat përfundimtare për kurora me polivinilsiloksan (Elite, Zhermarck). Të gjithë dhëmbët u restauruan me kurorë të plotë metalike nga nikeli i tipit IV (Wiron[®]99, BEGO Bremer Gold, Bremen, Gjermani), e cila u cementua me glass-ionomer tip-1 (GC Fuji I, GC America). Vetitë e absorbimit të forcës përtpëse përmes kockës dhe ligamentit parodontal janë riprodhuar në kushtet in vitro të këtij studimi për të simuluar më saktë realitetin klinik. Secila rrënjë u mbulua me një shtresë të hollë silikoni (Speedex, trup i lehtë, Coltène/Whaledent AG, Altstätten/Zvicër) për të simuluar trashësinë e ligamentit parodontal. Dhëmbët janë zhytur në blloqe akrillati me përmasa 2, 5 cm x 2, 5 m x 2, 5 cm dhe u ruajtën në 37°C për 24 orë (Figura 2).

Testimi i rezistencës në frakturë

Secila mostër e zhytur në bllokun akrilik u vendos në Makinën Testuese Universale, (H001B:1000kN, Matest (Italy). Për hulumtim të rezistencës në frakturë është përdorur ngarkesa kompresive në kënd prej 130° në drejtim të boshtit gjatësorë të dhëmbit. Kjo u realizua me ndihmën e zgjatimit të gjerë 1 mm nga çeliku me shpejtësi 0,5 mm/min, që pozicionohet në faqen orale, 2 mm nën tehun incizal e që shërbente për ngarkim të qëndrueshëm, uniform (Figura 3) Ngarkesa vazhdoi deri në frakturë dhe vlerat e fituara janë shprehur me Njuton (N). Përpunimi statistikor i rezultateve u realizua duke përdorur paketën e softuerit statistikor SPSS versioni 21.0 (SPSS Inc, Armonk, NY: IBM Corp). Të dhënat u analizuan me one way ANOVA post-hoc Tukey (HSD) test dhe One Sample T-Test. Një vlerë sinjifikance prej $P < 0.05$ u konsiderua statistikisht e rëndësishme.



Figura 1 Injektimi i cementit rezinoz.



Figura 2 Mostrat e dhëmbëve në bllok akrilik.

Rezultatet

Në hulumtimin tonë janë prezentuar vlerat mesatare të rezistencës në frakturës të dy llojeve të rindërtimeve: të derdhura metalike (141.87 ± 13.620 N) dhe fiber- post. (1420.77 ± 20.253 N). Sa i takon gabimit standard, vlerat qëndrojnë me sa vijon: për rindërtimet e derdhura metalike 2.487 dhe fiber- post 3.698 (**Tabela 1**) Analiza krahasuese e vlerave të rezistencës në frakturë mes grupit të rindërtimit të derdhur metalik dhe fiber-post tregoi se influenca e llojit të rindërtimit ishte sinjifikante ($P=0.000$). (**Tabela 2**) One Sample T-test u aplikua për të gjetur sinjifikancën mes dy grupeve dhe të determinojë intervalin e konfidencës (**Tabela 3**) Diferenca në rezistencën në frakturë mes dy grupeve; rindërtimeve të derdhura metalike dhe fiber-post ishte statistikisht sinjifikante ($P=0.001$).

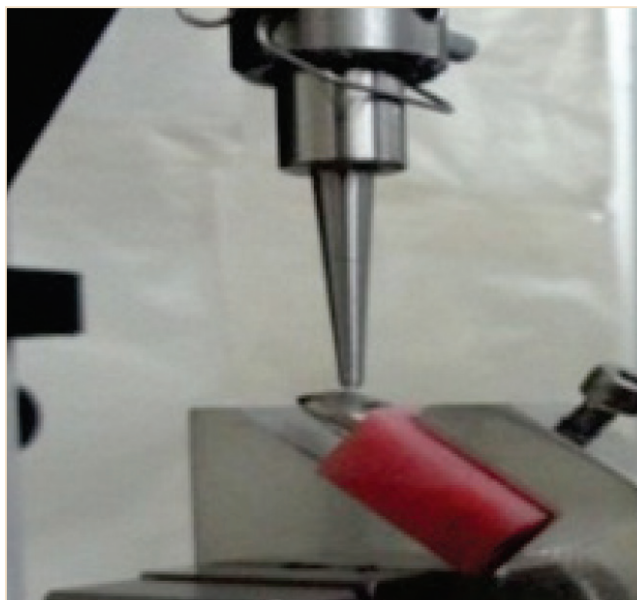


Figura 3 Aplikimi i ngarkesës statike në Makinë Testuese Universale.

► **Tabela 1** Krahasimi i mesatareve në mes të grupit metalik dhe fiber- post.

Lloji	N	Mesatarja	DS	GS
Metalik	30	141.873	13.620	2.487
Fiber post	30	1420.773	20.253	3.698

► **Tabela 2** Rezistenca ndaj frakturës te grupet hulumtuese (metalike dhe fiber-post).

	Shuma e katrorëve	df	Mesatarja e katrorëve	F	Sig.
Ndërmjet grupeve	24533778.15	1	24533778.150	8236750.969	.000
Përbrenda grupeve	172.757	58	2.979		
Gjithsej	24533950.907	59			

► **Tabela 3** Diferenca e rezistencës ndaj frakturës.

T	Df	Sig.	Diferenca e rezistencës	Diferenca e GS	95% Intervali i konfidencës	
					Poshtë	Lart
-2869.974	58	.000	-1278.9000	.4456	-1279.7920	-1278.0080
-2869.974	50.776	.000	-1278.9000	.4456	-1279.7947	-1278.0053

Diskutimi

Rindërtimet e përdorura për restaurim të dhëmbëve të trajtuar në mënyrë endodontike paraqesin sfidë në aftësinë e tyre për t'i rezistuar frakturës. Studimi i rezistencës së tyre në frakturë në këtë hulumtim vlerësohet, pikërisht se gjatë analizimit të të dhënave u fokusuan ndryshime domethënëse ndërmjet tyre. Në këtë studim, kaninët u përzgjedhën për shkak të pozicionit të tyre që i bën të ndjeshëm në traumë. Për të simuluar një kënd kontakti prezent në okluzionin e Klasës Angle I, këndi i ngarkesës prej 135°, i aplikuar në sipërfaqen orale u zgjedh, në përputhje me raportet e Guzy dhe Nikolls [19]. Është përdorur cementi adheziv rezinoz, sepse moduli i elasticitetit të tij është i ngjashëm me dentinën. Një studim nga Borer me bp. [20] gjithashtu ka demonstruar përdorimin e suksesshëm të cementit adheziv rezinoz, duke evidentuar lidhjet kimike të rëndësishme ndërmjet dentinës dhe rindërtimit. Të gjithë dhëmbët e restauruar u testuan me kurorën metalike, që fokus i hulumtimit të mbetet ndikimi i rindërtimeve në rezistencën në frakturë tek dhëmbët e trajtuar në mënyrë endodontike. Për të simuluar nga afër situatën klinike, shumë studime diskutojnë rëndësinë e ligamentit parodontal [21]. Ky hulumtim in vitro mbështet përfundimet e këtyre studimeve. Në studimin tonë, secila rrënjë ishte mbuluar me një shtresë të hollë silikonit për të simuluar prezencën e ligamentit parodontal. Kjo u realizuar në përputhje me rezultatet e Marchionatti me bp. [22] që raportuan se kur ligamenti parodontal artificial inprovizohet me polivinil siloksan nuk kishte asnjë efekt në rezistencë në frakturë të dhëmbëve të trajtuar në mënyrë endodontike.

Rezultatet në këtë studim konfirmuan se fiber-post, sa i takon rezistencën në frakturë ishin superiore ndaj rindërtimeve të derdhura metalike, studime këto që përputhen me ato të Kantor and Pines, [23]. Rezultate të ngjashme raportuan Robbins me bp [24] të cilët vunë në dukje gjithashtu, rezistencën më të madhe në frakturë të fiber-post. Këto rezultate ia atribuon faktit të absorbimit më të madh të forcave të përtpjes, që i bën më pak të ndjeshme ndaj frakturës [25, 26]. Akkayan B. e Gülmez T. vërtetuan se moduli më i lartë i elasticitetit të rindërtimeve të derdhura metalike krahasuar me dentinën, kontrabonte në përqëndrim të ngarkesës dhe mund të ishte përgjegjës për frakturë të dhëmbëve të trajtuar në mënyrë endodontike [27]. Rezultati i këtij studimi kundërshtoi të dhënat e hershme të Kivanç me bashkëpunëtorë [28] të cilët raportuan rezistencë më të lartë në frakturë të dhëmbëve të trajtuar në mënyrë endodontike të restauruar me rindërtime metalike. Në studimin e Mentik me bashkëpunëtorë [29] shkalla e suksesit të tyre ishte 82%.

Megjithatë, rezultatet në këtë studim ishin në përputhje me të dhënat nga Abduljabbar me bp. [30] i cili arriti në përfundimin se rezistenca në frakturë e dhëmbëve të trajtuar në mënyrë endodontike të restauruar me fiber-post ishte dukshëm më e lartë se dhëmbëve të trajtuar në mënyrë endodontike të restauruar me rindërtime metalike. Arsyeshmëria për këto rezultate rrjedh nga fakti se fiber-post kishte një modul elasticiteti më të lartë se rindërtimet metalike. Nga ana tjetër, në një studim nga Heydecke me bp. [31] moduli i lartë elastik i fiber-post ishte përgjegjës për frakturat katastrofike në dhëmbët e restauruar me to. Këto rezultate nuk u mbështeten nga studime të tjera. Madje, Rosentrit me bashkëpunëtorë [32] raportuan se fiber-post mund të përforconte strukturën e dhëmbëve të trajtuar në mënyrë endodontike dhe të ofronte njëherit shpërndarje më të mirë të ngarkesave.

Makina Universale Testuese konsiderohet një metodë efikase për të vlerësuar rezistencën në frakturë të dhëmbëve të trajtuar në mënyrë endodontike të restauruar me rindërtime përderisa rezultatet e këtij studimi ndryshojnë nga ato të studimeve të mëparshme pasi kishin dallime në metodologji, procedura testimi dhe dizajn kërkimi. Kufizimet e këtij studimi përfshijnë faktin se ngarkesa statike për testim u aplikua ndryshe nga veprimi i forcave përtpjese. Për më tepër, ngarkimi dinamik, mjedisi oral dhe efektet e temperaturës u përjashtuan, por gjithashtu mund të konsiderohen si kufizime të studimit. Brenda kufizimeve të këtij studimi, rezistenca në frakturë e dhëmbëve të trajtuar në mënyrë endodontike u ndikua ndjeshëm nga lloji i rindërtimit.

Së fundi, vendimarrja përfundimtare klinike për zgjedhjen e rindërtimit të duhur duhet të merr në konsideratë variablat që lidhen me pacientin, të tilla si sasia e strukturës së mbetur të dhëmbit, anatomia e dhëmbit, pozicioni, okluzioni, forcat përtpjese dhe shprehitë parafunkcionale për të rritur prognozën afatgjatë të dhëmbëve të trajtuar në mënyrë endodontike.

Përfundimi

Në këtë studim rezistenca në frakturë e fiber-post u gjet të ishte dukshëm më e lartë se ajo e rindërtimeve të derdhura metalike. Prandaj, derisa të jenë të disponueshme studime të mëtejshme hulumtimit aktuale tregojnë se fiber-post janë zgjedhje e duhur jo vetëm për shkak të estetikës, biokompatibilitetit, rezistencës, modulit të elasticitetit, të ngjashëm me dentinën, fortësisë së lidhjes, por edhe për shkak të çmimit të volitshëm si dhe mundësisë së punimit në një seancë të vetme.

Literatura

- [1] Pereira JR, Neto EMR, Pamato S, Vallell AL, Paulall VG, Vidottill HA. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with diferent intraradicular posts with diferent lengths. *Brazilian Journal of Oral Sciences*. 2013;12(1):1-4.
- [2] Maslamani M, Khalaf M, Mitra AK. Association of Quality of Coronal Filling with the Outcome of Endodontic Treatment: A Follow-up Study. *Dent J (Basel)*. 2017 Jan 11;5(1):5
- [3] Stewardson DA, Shortall AC, Marquis PM. The effect of the elastic modulus of endodontic posts on static load failure. *Int Endod J*. 2011 May;44(5):458-68.
- [4] Machado J, Almeida P, Fernandes S, Marques A, Vaz M. Currently used system of dental post for endodontic treatment. *Procedia Structural Integrity*. 2017;5: 27-33.
- [5] Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. *Contemporary fixed prosthodontics*. 4th ed. Mosby, St. Louis; 2006.
- [6] Luu KQ, Walker RT. Corrosion of a nonprecious metal post: a case report. *Quintessence Int*. 1992 Jun;23(6):389-92.
- [7] Zicari F, Coutinho E, Scotti R, Van Meerbeek B, Naert I Mechanical properties and micro-morphology of fiber post. *Dent Mater* 2013;29:45-52
- [8] Jongsma LA, Bolhuis PB, Pallav P, Feilzer AJ, Kleverlaan CJ. Benefits of a two-stop cementation procedure for prefabricated fiber posts *J Adhes Dent* 2010;12:55-62
- [9] Lassila LVJ, Tanner J, Le Bell AM, Narva K, Vallitu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater* 2004;20:29-36
- [1] Borges MG, Faria -e- Silva AL, Santos Fibro PCF, Menezes M de S. Does the moment of fiber post cutting influence on the retention to root dentin? *Braz Dent J* 2015;26:141-5
- [11] Macedo VC, Souza NAY, da Silva C, Martinelli M, Kimpara ET. Pullout bond strength of fiber posts luted to different depths and submitted to artificial aging. *Oper Dent* 2013;8:1-6
- [12] Bateman G, Ricketts D, Saunders W. Fiber-based post systems; a review. *British dental journal* 2003; 195(1): 43-48
- [13] Bonfante G, Kaizer OB, Pegoraro LF, Valle Ald. Tensile bond strength of fiber post luted with different cements, *Brazilian Oral Research*. 2007 ; 21(2):159-64
- [14] Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoi F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent* 2000; 13:15 B-18 B
- [15] Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: A literature review. *J Prosthet Dent* 1999; 81(4):380-5
- [16] Chan FW, Harcourt JK, Brockhurst PJ. The effect of post adaptation in the root canal on retention of posts cemented with various cements. *Aust Dent J* 1993; 38(1):39-45
- [17] Peyton FA, Mahler DB, Hershenov B. Physical properties of dentin. *J Dent Res* 1952;31:366-70
- [18] Davy DT, Dilley GL, Krejci RF. Determination of stress patterns in root-filled teeth incorporating various dowel designs. *J Dent Res* 1981;60:1301-10
- [19] Guzy GE, Nicholls JL. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. *J Prosthet Dent*. 1979 Jul;42(1):39-44
- [20] Borer RE, Britto LR, Haddix JE. Effect of dowel length on the retention of 2 different prefabricated posts. *Quintessence Int*. 2007 Mar;38(3):e164-8.
- [21] Kemaloglu H, Emin Kaval M, Turkun M, Micoogullari Kurt S. Effect of novel restoration techniques on the fracture resistance of teeth treated endodontically: An in vitro study. *Dent Mater J*. 2015;34(5):618-22.
- [22] Marchionatti AM, Wandscher VF, Broch J, Bergoli CD, Maier J, Valandro LF, Kaizer OB. Influence of periodontal ligament simulation on bond strength and fracture resistance of roots restored with fiber posts. *J Appl Oral Sci*. 2014 Sep-Oct;22(5):450-8
- [23] Kantor ME, Pines MS. A comparative study of restorative techniques for pulpless teeth. *J Prosthet Dent*. 1977 Oct;38(4):405-12
- [24] Robbins JW. Restoration of the endodontically treated tooth. *Dent Clin North Am*. 2002 Apr;46(2):367-8
- [25] Olcay K, Ataoglu H, Belli S. Evaluation of Related Factors in the Failure of Endodontically Treated Teeth: A Cross-sectional Study. *J Endod*. 2018 Jan;44(1):38-45
- [26] Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Endod Dent Traumatol*.
- [27] Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent*. 2002 Apr;87(4):431-7
- [28] Kivanç BH, Alaçam T, Ulusoy OI, Genç O, Görgül G. Fracture resistance of thin-walled roots restored with different post systems. *Int Endod J*. 2009 Nov;42(11):997-1003.
- [29] Mentink AG, Meeuwissen R, Käyser AF, Mulder J. Survival rate and failure characteristics of the all metal post and core restoration. *J Oral Rehabil*. 1993 Sep;20(5):455-61.
- [30] Abduljabba T, Sherfudhin H, Alsaleh S, et.al. Fracture resistance of three post and core systems in endodontically treated teeth restored wit hall-ceramic crowns. *King Saud University Journal of Dental Sciences*. 2012;3(1):33-8.
- [31] Heydecke G, Butz F, Hussein A, Strub JR. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post-and-core systems. *J Prosthet Dent*. 2002 Apr;87(4):438-45
- [32] Rosentritt M, Furer C, Behr M, Lang R, Handel G. Comparison of in vitro fracture strength of metallic and toothcoloured posts and cores. *J Oral Rehabil*. 2000 Jul;27(7):595-601