

A Poszterior Fogak Biomimetikus Helyreállítása

az azonos című PhD-értekezés tézisei

Dr. Forster András

Témavezető:
Dr. Fráter Márk Tibor, PhD

**Szegedi Tudományegyetem
Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola
Szeged, 2019**

A tézis alapjául szolgáló publikációk:

- I. Fráter M, **Forster A**, Jant  yik   , Braunitzer G, Nagy K, Grandini S. In vitro fracture resistance of premolar teeth restored with fibre-reinforced composite posts using a single or a multi-post technique. Aust Endod J. 2017 Apr;43(1):16-22. doi: 10.1111/aej.12150. Epub 2016 May 6. PubMed PMID: 27150658. **IF: 0.838** (2017)
- II. **Forster A**, S  ry T, Braunitzer G, Fr  ter M. In vitro fracture resistance of endodontically treated premolar teeth restored with a direct layered fiber-reinforced composite post and core. J Adhes Sci Technol. 2016 Nov: 1454-1466 doi: 10.1080/01694243.2016.1259758 Epub: 21 Nov 2016. **IF: 1.073** (2016)
- III. **Forster A**, Braunitzer G, Tóth M, Szab   P. B, Fr  ter M. In Vitro Fracture Resistance of Adhesively Restored Molar Teeth with Different MOD Cavity Dimensions. Journal of Prosthodontics. doi: 10.1111/jopr.12777 Epub: 5 Mar 2018. IF: **1.452** (2018)

BEVEZETÉS

A konzerváló fogászat egyik legkomolyabb kihívása a gyökérkezelt fogak helyreállítása avagy megerősítése. Ismert és elismert tény, hogy a gyökérkezelt fogak hajlamosabbak a törésre mint az élő fogbéllel rendelkező fogak. Jelenlegi ismereteink alapján kijelenthető, hogy ennek elsődleges oka a korábbi konzerváló fogászati beavatkozásokkal és a gyökérkezeléssel összefüggésben elvesztett foganyagmennyiség.

A szakirodalom részletes tanulmányozása és a szerzők klinikai tapasztalatai alapján három olyan szerkezeti hiány határozható meg amelynek diagnosztikája, helyreállítása vagy a hiányának kompenzálása nélkülözhetetlen egy mechanikailag sikeres helyreállítás létrehozásához: 1. A zárólécek állapota 2. A pericervikális dentin állapota és minősége 3. Az ún. "ferrule" megőrzése.

1. Az évszázados Black elvek továbbra is a konzerváló fogászat alapkövének számítanak. Ennek következtében a felnőttkorban leggyakoribbnak minősülő approximális kárieszek ellátásának elfogadott módja, a lézió okkluzális irányból a záróléc átvágása által való elérése. A záróléc átvágása következtében a csücskök orovesztibuláris irányba való kihajlásának a mértéke megnő, de amíg egy záróléc jelen van, ez stabilizáló hatással bír amely legtöbb esetben elegendő a törések megelőzésére. Abban az esetben, ha mindkét záróléc átvágásra kerül, a poszterior fogak ereje radikálisan gyengül. Ezt súlyosbítja a két approximális kavitás okkluzális üreggel való összekötése, amely teljesen megszünteti a kapcsolatot a fog palástján az orális és a vesztibuláris csücsöksor között. A fogászati szakirodalom alapján az MOD kavitással ellátott örlőfogak törési ellenállása akár 70%-al csökken. Eddig nem került megfogalmazásra olyan szakmai irányelv amely egyértelműen segítette volna a klinikai fogorvosokat az MOD kavitások törési ellenállásának diagnosztikájában és ebből következően a megfelelő ellátási forma kiválasztásában. A tézis első célja, hogy megpróbálja megérteni az MOD kavitások dimenzióváltozásainak törési ellenállásra gyakorolt hatását.

2. A modern endodoncia egyik alapvető csapásiránya a crown-down elv. Ezen elvrendszer a periapikális tér fertőzésének meggyógyítására vagyis a gyökércsatorna apikális harmadának egyszerűbb elérésére a koronai harmad nagy mértékű tágítását javasolja. Ezzel a megközelítéssel a fog törési ellenállása szempontjából kiemelt fontosságú pericervikális dentin mennyiségét jelentősen csökkentjük. A hiányzó pericervikális dentin hatékony pótlására a csapos helyreállítások számos formája jelent meg. A Nayyar által leírt amalgám csaptól, az öntött fém csapokon át egészen a leg modernebb üvegszál erősítésű kompozit csapokig. Ezen rendszerek egyike sem tudja maradéktalanul pótolni a pericervikális dentin elvesztése okozta gyengülést. A fém öntött csapok, habár képesek bizonyos mértékben megerősíteni a gyökérkezelt fogakat, ám túlterheléses törés

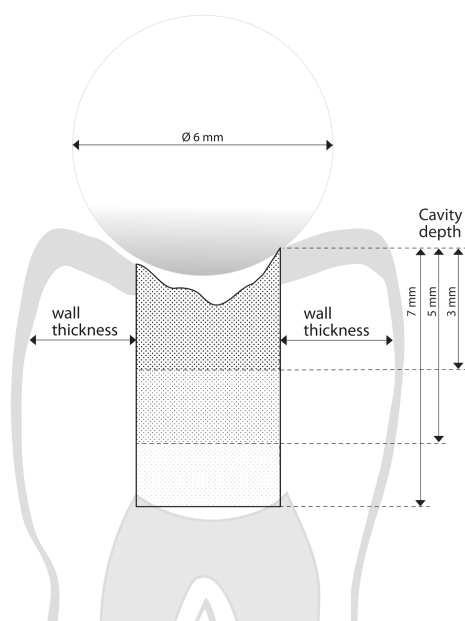
esetén helyreállíthatatlan töréséhez vezetnek. Ezzel szemben az üvegszálas kompozit csapok nem tudják jelentősen megerősíteni a gyökérkezelt fogakat, de túlterheléses törés esetén növelik a javítható törés és ez által a fog megtarthatóságának esélyét. Mivel úgy tűnik, hogy nincs olyan jelenleg elfogadott metódus amely a pericervikális dentin helyettesítését tökéletesen megoldaná, így a tézis második célja, olyan endo-restauratív módszer keresése, amely a pericervikális dentint hatékonyan pótolja.

3. A protetikai ferrule úgy írható le mint egy minimum 2 mm magas és minimum 1 mm vastag dentin volumen, amely a preparálási határ felett helyezkedik el. A ferrule hiánya teljes borítókorona készítése esetén a fog törési ellenállásának csökkenéséhez illetve a törés esélyének növekedéséhez vezet. Mivel a protetikai ferrule a fog palástja felől ugyan, de a pericervikális dentin részének tekinthető, így kijelenthető, hogy korona preparálás esetén is kulcsfontosságú a pericervikális dentin túlzott inváziójának megelőzése. Erősen destruált fogak esetében csak akkor lehetséges a ferrule preparálása amennyiben a biológiai szélesség megsértésre kerül. Alternatívaként ferrule nélkül kell/lehet megkísérelni ezen fogak helyreállítását, ami a helyreállító fogászat egyik legnagyobb kihívása. A korábban tesztelt metódusok: az "endocrow", öntött fém csapok, adhezív helyreállítások és üvegszál erősítésű kompozit csapok különféle applikációs technikái. Azonban a mai napig nem ismert olyan megoldás amely általánosan elfogadott a ferrule nélküli fogak helyreállítására. A tézis harmadik célja olyan endo-restauratív metódusok keresése és tesztelése amelyek képesek megerősíteni a protetikai ferrule nélküli fogakat.

MÓDSZEREK

1. MOD kavitások preparálásából származó mechanikai változások:

120 alsó nyolcas, ortodonciai vagy parodontológiai okból eltávolított fogat használtunk fel a vizsgálat során. MOD kavitásokat preparáltunk a fogakba előre meghatározott mélység és fal vastagság szerint. A fal vastagság 3,5 mm 2,5 mm vagy 1,5 mm volt, míg a kavitás mélysége 3 mm, 5 mm és 7 mm lehetett. Így összesen kilenc kísérleti csoport került kialakításra. A 7 mm mély kavitás a fogbél megsértését vonta magával ami után gyökérkezeltük a fogat és 7 mm kavitásmélységig üvegeionomer cementtel feltöltöttük a pulpakamrát. Egy ép kontroll csoport is kiválasztásra került. A kavitások elkészülte után 37%-os ortofoszforsavval 15 másodpercig kondicionáltuk a fogzománcot a preparációs határokon, majd lemostuk, szárítottuk és G-aenial Bond (GC Europe, Leuven) segítségével adhezíven kezeltük. Ez után G-aenial Flo A2 (GC Europe, Leuven) és Gradia Direct Anterior A2 segítségével Z rétegtechnikával helyreállítottuk a fogak anatómiai formáját. A mintákat beágyaztuk, majd törésig statikus terhelési tesztnek tettük ki. A kapott értékeket Newton-ban regisztráltuk, majd ezt követően megvizsgáltuk a törési mintázatot.



Mélység/Fal	3.5 mm	2.5 mm	1.5 mm
3 mm	A	B	C
5 mm	D	E	F
7 mm (Endo)	G	H	I

2. Okkluzális kavitáson keresztül gyökérkezelt premoláris fogak helyreállítása:

72 felső kisőrlő, ortodonciai vagy parodontológiai okból eltávolított fogat használtunk fel a vizsgálat során. A fogakba okkluzális hozzáférési nyílást preparáltunk, majd gyökérkezeltük őket. A gyökérkezelés után a gyökértömést minimálinvazív elveknek megfelelően az egyes

csoportok által meghatározott módon vágtuk vissza: 1,2. csoport esetén a zománc-cement junkciótól apikálisan 8 mm-el vágtuk vissza a guttaperchát. 3,4,5. csoport esetén a zománc cement határtól 2 mm-el apikálisan vágtuk vissza a guttaperchát. Minden csoport azonos adhezív előkezelést kapott és a csoport követelményei szerint helyreállítottuk a vizsgált fogakat:

1. csoport: Előregyártott hagyományos üvegszál erősítésű kompozit csap (FRC csap) (0,8 mm GC Fiber Post, GC Europe Leuven) és Gradia Core (GC Europe Leuven) segítségével került felépítésre. Az anatómikus formát konvencionális kompozittal ((G-aenial Posterior P-JE, GC Europe, Leuven, Belgium) alakítottuk ki.

2. csoport: A fogak egy új módszerrel kerültek felépítésre melynek során rövid üvegszál megerősítésű kompozit (EverX Posterior, GC Europe Leuven) kerül a gyökércsatornába 2 mm vastagságú horizontális rétegenként. A rétegek megvilágítása fényvezető üvegszál csapon (GC Fiber Post, GC Europe Leuven) keresztül 80 sec-on át történt. Az anatómikus formát konvencionális kompozittal ((G-aenial Posterior P-JE, GC Europe, Leuven, Belgium) alakítottuk ki.

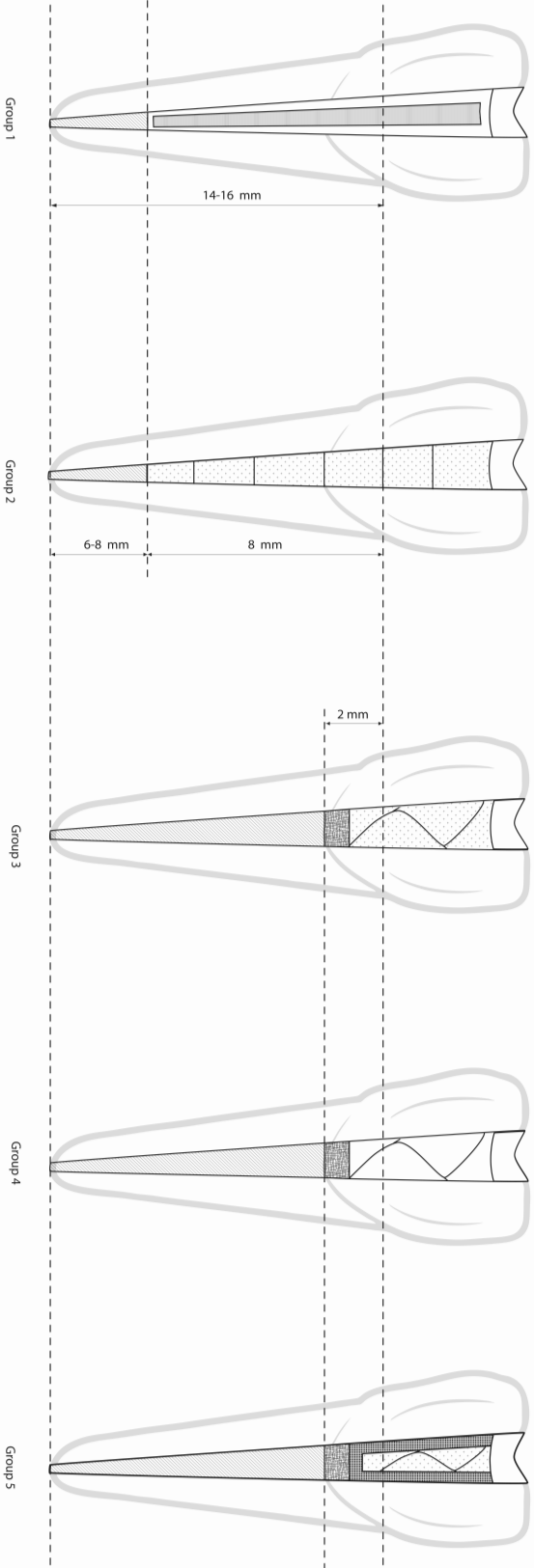
3. csoport: A fogakat rövid üvegszál erősítésű kompozittal (EverX Posterior, GC Europe Leuven) állítottuk helyre ferde rétegzési technikával, majd az anatómikus formát konvencionális kompozittal ((G-aenial Posterior P-JE, GC Europe, Leuven, Belgium) alakítottuk ki.

4. csoport: A fogakat konvencionális kompozittal (G-aenial Posterior P-JE, GC Europe, Leuven, Belgium) állítottuk helyre ferde rétegzési technikával.

5. csoport: A kavitás falait folyékony kompozittal (G-aenial Flo, GC Europe, Leuven, Belgium) vontuk be és megvilágítás előtt egy 10 mmx 3 mm-es üvegszál hálót (Everstick net, GC Europe, Leuven, Belgium) ágyasztunk bele buccolingvális majd meziodisztális irányba. Megvilágítás után egy cirkumferenciális üvegszál háló is behelyezésre került egy üvegszál "box"-ot létrehozva. A kavitás centrális részét rövid üvegszál kompozittal (EverX Posterior, GC Europe Leuven) állítottuk helyre, majd az anatómikus formát konvencionális kompozittal ((G-aenial Posterior P-JE, GC Europe, Leuven, Belgium) alakítottuk ki.

Az elkészült mintákat beágyasztuk, majd 45 fokos terhelési iránnyal törésig statikus terhelési tesztnek tettük ki. A kapott értékeket Newton-ban regisztráltuk, majd ezt követően megvizsgáltuk a törési mintázatot.

- Fiber Reinforced Composite Post
- Short Fibre Reinforced Composite
- Root Canal Filling Material
- Glass Ionomer Cement
- Microhybrid Conventional Composite
- Glass Fiber Net



3. Ferrule nélküli gyökérkezelt premoláris fogak helyreállítása:

Ötven felső premoláris ortodonciai vagy parodontológiai okból eltávolított fogat használtunk fel a vizsgálat során. A fogakat a zománc-cement junkció szintjében dekoronáltuk, majd gyökérkezeltük. A gyökértömés kötése után minimálinvazív módszerekkel 10 mm-es mélységben eltávolítottuk a guttaperchát. A helyreállítás során csoporttól függetlenül 15 mm hosszúságú fő csapot használtunk, amely 10 mm hosszon a gyökércsatornában, 5 mm hosszon pedig a koronai rész helyén helyezkedett el. A gyökércsatornát minden esetben azonos adhezív protokollal készítettük elő. A helyreállításhoz két különböző üvegszál erősítésű kompozit csapot használtunk: előregyártott, "merev" konvencionális üvegszálcsap (0,8 mm GC Fiber Post, GC Europe, Leuven, Belgium) és egy elasztikus üvegszálcsap (0,9 mm EverStick POST, GC Europe, Leuven, Belgium). A csapok ragasztását Gradia Core Self-Etching Bond és Gradia Core (GC Europe, Leuven, Belgium) segítségével végeztük.

1. csoport: egy darab konvencionális merev üvegszálcsap

2. csoport: egy fő konvencionális merev csap és egy kollaterális csap - multipost technika

3. csoport: egy darab elasztikus csap

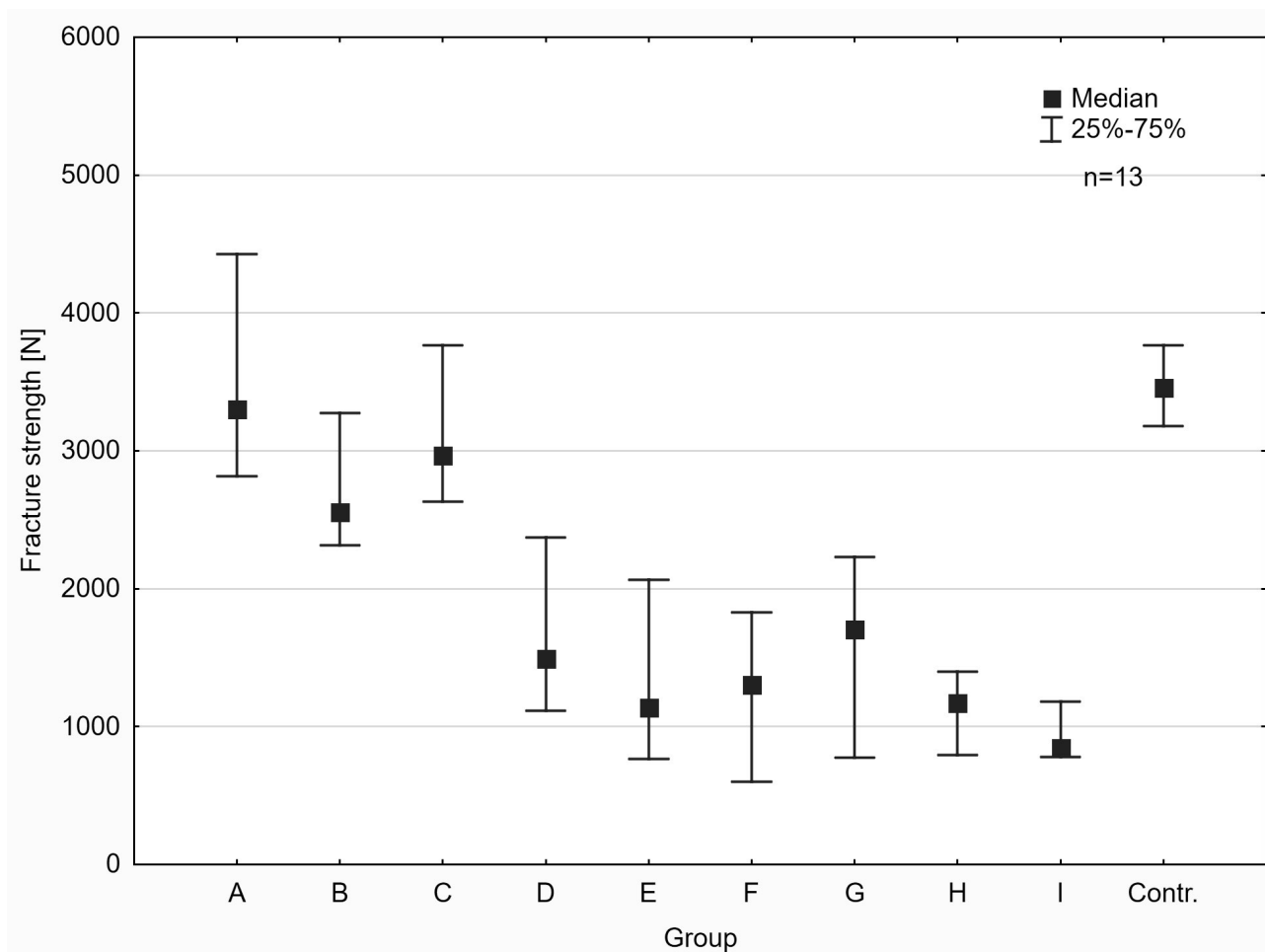
4. csoport: egy fő elasztikus csap és egy kollaterális csap - multipost technika

5. csoport: annyi elasztikus üvegszálcsap került a gyökércsatornába amennyi csak lehetséges laterál kondenzációs technikával Hatta és mtsai leírása alapján

A koronai kompozit felépítések egységes formáját azonos méretű celluloid csonk matrica segítségével hoztuk létre. Az elkészült mintákat beágyasztuk, majd 45 fokos terhelési iránnyal törésig statikus terhelési tesztnek tettük ki. A kapott értékeket Newton-ban regisztráltuk, majd ezt követően megvizsgáltuk a törési mintázatot.

EREDMÉNYEK

1. MOD kavitások preparálásából származó mechanikai változások:



Kruskal-Wallis ANOVA statisztikai próbával szignifikáns eltérés volt kimutatható a kontroll csoport és D,E,F,G,H,I csoportok között. A,B,C csoportok nem mutattak szignifikáns eltérést a kontrollhoz képest. Az A csoport és az összes 5-7 mm mélységű csoport között (D,E,F,G,H,I) szignifikáns különbség volt. az 5-7 mm mély kavitással tesztelt csoportok között szignifikáns különbség nem volt kimutatható.

2. Okkluzális kavitáson keresztül gyökérkezelt premoláris fogak helyreállítása:

A legmagasabb törési erőt a kontroll csoport mutatta. A helyreállított csoportok közül a 2. csoport mutatta a legmagasabb törési erőt. a 2. csoport nem mutatott statisztikailag szignifikáns eltérést a kontroll csoporthoz képest. A helyreállított csoportok törési ellenállását összehasonlítva, nem volt szignifikáns eltérés kimutatható. a 2,3,4,5-ös csoport törési mintázata azonos eloszlást mutatott, dominánsan nem helyreállítható törésekkel. A kontroll csoport és az 1. csoport dominánsan helyreállítható töréseket produkált.

Group	Sig. compared to Control (p, post-hoc)	N	Minimum (Newtons)	Maximum (Newtons)	Mean (Newtons)	Std. Deviation
Control	-	12	605.85	1205.83	922.34	189.21
Group 1	.005	12	208.28	802.61	501.30	186.65
Group 2	1.000	12	352.85	1171.19	727.98	287.37
Group 3	.009	12	123.59	865.93	511.61	225.20
Group 4	.005	12	216.67	748.44	456.24	189.75
Group 5	.023	12	303.64	682.83	536.35	126.41

3. Ferrule nélküli gyökérkezelt premoláris fogak helyreállítása:

Csoport	N	Medián	Minimum	Maximum	SD
Több elasztikus csap	10	240.64	146.88	330.12	63.85
Több konvencionális üvegszálcsap	10	237.99	165.93	361.63	55.26
Egy elasztikus csap	10	215.98	57.22	312.04	66.33
Egy konvencionális üvegszálcsap	10	154.50	65.99	271.22	56.63
Laterálkondenzáció elasztikus csapokkal	10	227.30	142.82	367.88	72.20

A 4. csoport mutatta a legmagasabb törési ellenállást, de ez csak az 1. csoporthoz képest volt szignifikánsan különböző. A 2. csoport is szignifikánsan magasabb törési ellenállást mutatott mint az 1. csoport. Mindemellett egyik több csapot alkalmazó (multipost) technika sem volt szignifikánsan különböző az egy elasztikus csapot használó technikához képest. A törési mintázatot tekintve a csoportok csaknem teljesen azonosan szerepeltek. A laterál kondenzációs technikával helyreállított csoport mutatott a legtöbb nem helyreállítható törést.

MEGBESZÉLÉS

A tézisben prezentált kutatásokban két módszert alkalmaztunk a fogak mechanikai tulajdonságainak vizsgálatára. A statikus terheléses törési vizsgálat továbbra is egy elfogadott módszer a poszterior fogak mechanikai tulajdonságainak vizsgálatára. A törési mintázatokat egyértelmű és egyszerű, valamint klinikailag is alkalmazható követelményrendszer szerint két képzett operátor általi egyetértéssel mértük fel. Helyreállíthatatlan törés amely a zománc cement határtól apikális irányban elhelyezkedő széllel történik. Helyreállítható törés amely esetén a törési határ a zománc cement határtól okkluzálisan helyezkedik el.

Zárólécek elvesztése: Amennyiben egy MOD kavitás kerül kialakításra egy moláris fogba, mindkét záróléc elvész és a fog törési ellenállása jelentősen csökken. Ezen szituációkban a csücskök stabilitásának nemzetközileg elfogadott, de széleskörűen soha alá nem támasztott mércéje a kavitás falainak vastagsága. Amennyiben a kavitás falak vastagsága 2-2,5 mm-nél vastagabb, akkor a falakat stabilnak tekintik, míg ez alatt az érték alatt instabilnak. Jelen vizsgálat eredményei azt mutatják, hogy 3,5; 2,5; 1,5 mm-es falvastagság mellett vizsgálva, 3, 5 vagy 7 mm-es kavitás mélységű fogakat, a helyreállítás után a falak vastagságától függetlenül hasonló módon viselkedtek. A kavitás falainak vékonyítása a kavitás mélységének változtatása nélkül nem okozott jelentős csökkenést a fog törési ellenállásában. A kapott eredmények között a 3 mm kavitás mélységű restaurált fogak törési ellenállása kiugróan magasabb értéket mutat mint a mélyebb csoportok esetén. Ez alapján feltételezhető, hogy a 3 mm-es kavitás mélység biztonságosnak tekinthető moláris MOD kavitások esetében, míg az 5 és 7 mm-es kavitás mélység a jelentős mechanikai gyengülés alapján "veszély zónaként" fogható fel amennyiben a moláris MOD kavitások direkt adhezív restaurátumokkal kerülnek helyreállításra csücsökborítás nélkül. Az 5 és a 7 mm-es kavitás mélységű minták között nem volt szignifikáns különbség kimutatható a pulpakamra tetejének teljes elvesztése ellenére sem, ami arra utal, hogy a gyökerkezelt moláris fogak gyengülése elsődlegesen nem a gyökerkezelés következménye, hanem a biomechanikailag fontos területeken való foganyagvesztés hatása.

Pericervikális dentin helyreállítása: Okkluzális hozzáférési nyílással rendelkező gyökerkezelt premoláris fogak vizsgálata során a 4. csoport mutatta a leggyengébb törési ellenállást amely azonban nem volt szignifikánsan gyengébb mint a többi tesztelt csoport. Habár nem statisztikailag kimutatható mértékben de jelen vizsgálatban egyértelműnek tűnően növekszik a helyreállítások törési ellenállása az üvegszállal megerősített kompozitok irányába. A tesztelt csoportok közül a direkt rétegzett rövid üvegszálas kompozit csap (2. csoport) mutatta a legmagasabb értékeket. A 2. csoport és a kontroll csoport törési ellenállása között nem volt

kimutatható szignifikáns különbség. Ez az eredmény egy a biomimetikus endo-restauratív megoldások fele való elmozdulást feltételez a direkt rétegzett üvegszál erősítésű kompozit csap esetében. Ezen vizsgálat eredményei alapján a pericervikális dentin pótlásának egyik lehetséges módja a direkt rétegzett üvegszál erősítésű csap lehetne. Megemlítendő azonban, hogy az egyéb elfogadott endo-restauratív módszerekkel (üvegszálás csap, öntött fém csap) szemben az elkészítése klinikailag nehezen kivitelezhetőnek bizonyulhat és a gyakorlatban való elterjedéséhez a további mélyreható tesztelés mellett olyan eszközök és anyagok kidolgozása is szükséges lehet, amelyek könnyebben kivitelezhetővé teszik ezt a technológiát.

A protetikai ferrule helyettesítése: Jelen kutatás eredményei azon endo-restauratív módszereket találják előnyösnek ferrule nélküli gyökérkezelt fogak helyreállítása esetén ahol több csap kerül a gyökércsatornába (multipost technika) avagy olyan elasztikus csap kerül adaptálásra amely plasztikus tulajdonságai következtében üvegszálás kompozittal tölti fel a rendelkezésre álló pulpaűrt. A két multipost technika (2. csoport, 4. csoport) szignifikánsan magasabb törési ellenállást mutatott mint az egy darab konvencionális üvegszálás csap alkalmazása (1. csoport). Egy rugalmas üvegszálás csap használata nem mutatott szignifikánsan gyengébb törési ellenállást mint a multipost technikák. A Hatta által javasolt üvegszálás csap laterál kondenzációs technika használatával létrehozott egyéni üvegszálás csap (5. csoport) jobb eredményeket mutatott jelen vizsgálatban mint az egy csapot felvonultatót technikák (1. és 3. csoport).

KONKLÚZIÓ

A tézisben leírt vizsgálatok megkísérlik egy biomimetikus logika keresését új diagnosztikai módszerek használatával, valamint új endo-restauratív módszerek alkalmazásával. A tézis korlátain belül a levonható következtetések:

A moláris fogak záróléce és a pericervikális dentin néhány olyan kulcs terület amelynek megőrzése a gyökérkezelt moláris fog biomechanikai integritásának megőrzéséhez lényeges.

Moláris fogakba preparált 3 mm-es vagy annál sekélyebb MOD kavitások biztonságosan helyreállíthatónak tekinthetők adhezív restaurátumokkal. 5mm-es vagy mélyebb MOD kavitások esetén a hagyományos adhezív kompozit helyreállítások veszélyt jelenthetnek a csücsök stabilitására és ez által a fog integritására. Ilyen esetekben megfontolandó lehet a csücsökborítás alkalmazása. A vizsgált kavitások esetén a kavitás falvastagsága nem befolyásolja jelentősen a törési ellenállást.

Az ép premoláris fogak magasabb törési ellenállást mutatnak mint az okkluzális kavitáson keresztül gyökérkezelt, majd a vizsgált módszerekkel restaurált minták, kivéve a direkt rétegzett üvegszál erősítésű csapokat. A direkt rétegzett üvegszál erősítésű csap jelen vizsgálatban hasonlóan viselkedett mint az ép premoláris fogak, ezért egy biomimetikus endo-restauratív módszernek tekinthető. Törési mintázat tekintetében a vizsgált módszerek közül a hagyományos üvegszálcsap teljesít a legjobban. A direkt rétegzett üvegszál erősítésű kompozit csap egy ígéretes módszernek tűnik ezen in-vitro vizsgálat alapján ezért további vizsgálata javasolt.

Egy gyökerű premoláris fogak ferrule nélküli helyreállítása esetén a több csapos (multipost) technikák alkalmazása szignifikánsan magasabb törési ellenálláshoz vezet mint egy darab hagyományos üvegszálcsap behelyezése. A multipost technikák között a csap rugalmassága nem bizonyult lényeges tényezőnek, míg egy csap behelyezése esetén a rugalmas üvegszál erősítésű csapok jobban teljesítettek.