

# Gyökérkezelt Posterior Fogak Helyreállítása Rövid Üvegszál- Megerősítésű Direkt Restauratív Technikákkal

Phd Tézis

Dr. Janka Molnár

Témavezető:

Dr. habil. Márk Fráter PhD, M.Sc.



Szegedi Tudományegyetem

Klinikai Orvostudományi Doktori Iskola

Szeged, Magyarország

2023

## A tézis alapjául szolgáló publikációk:

- I. **Molnár J**, Fráter M, Sály T, Braunitzer G, Vallittu PK, Lassila L, Garoushi S. Fatigue performance of endodontically treated molars restored with different dentin replacement materials. Dent Mater. 2022 Apr;38(4):e83-e93. doi: 10.1016/j.dental.2022.02.007.
- II. Fráter M, Sály T, **Molnár J**, Braunitzer G, Lassila L, Vallittu PK, Garoushi S. Fatigue performance of endodontically treated premolars restored with direct and indirect cuspal coverage restorations utilizing fiber-reinforced cores. Clin Oral Investig. 2022 Apr;26(4):3501-3513. doi: 10.1007/s00784-021-04319-3.

## Kapcsolódó publikációk:

Battancs E, Sály T, Molnár J, Braunitzer G, Skolnikovics M, Schindler Á, Szabó P B, Garoushi S, Fráter M. Fracture Resistance and Microleakage around Direct Restorations in High C-Factor Cavities. Polymers (Basel). 2022 Aug 25;14(17):3463. doi: 10.3390/polym14173463.

## Rövidítések jegyzéke:

- CEJ: zománc-cement határ
- SFRC: rövid üvegszál-megerősítésű kompozit
- MOD: mezio-okkluzo-disztális
- GIC: üveginomer cement
- RMGIC: rezin-módosított üveginomer cement

## Bevezetés

A restauratív fogorvoslásra specializálódott szakembereknek kettős céljuk, hogy egyrészt a fogat mind esztétikumában, mind funkcionalitásában fenntartsák, másrészt megerősítsék a megmaradt fog struktúrájának integritását. Azért, hogy megvalósíthassuk ezen célokat, a biomimetikus megközelítés központi kérdésköre, hogy megtaláljuk a legalkalmasabb mesterséges anyagokat, melyekkel adhezív restaurátumokat tudunk készíteni. Fontos ismerni egy poszterior régióban elhelyezkedő fog sikertelenségének, eltörésének kockázati faktorait, különösen egy gyökérkezelt fog esetén, ezért ezek kiemelten jelentős figyelmet igénylenek. Restauratív szempontból mérlegelendő szempontok a kavitás dimenziói, annak mélysége, a megmaradt falak száma és azok vastagsága. A megmaradt ép foganyag szempontjából az I. osztályú kavitások kedvezőbbek, mint a II. osztályú kavitások, az előbbiek biztonságosan restaurálhatóak direkt restaurátumokkal, míg az utóbbiak leginkább csücsökborítást igénylenek. A fogíven belüli pozíció is fontos szerepet játszik, a régióban fellépő rágóerő iránya és nagysága miatt. Anterior fogak esetén hajlító és nyírófeszültség lép fel, premoláris fogak esetén vegyesen hajlító és kompressziós terhelés, moláris fogaknál túlnyomórészt kompressziós terhelés jön létre. Kiemelendő, hogy parafunkció esetén, bruxizmus esetén, az terhelés hatszorosa is lehet a normál rágás során fellépő rágóterhelésnek.

Az adhezív rögzülés lehetővé teszi kisebb méretű üregek preparálását, összehasonlítva az indirekt restaurátumok preparálási igényéhez képest. A jól ismert restauratív anyagok közül számos alkalmas lehet premoláris és moláris I. és II. osztályú üregek restaurálásához. Mára a kompozit tömőanyag túlnyomórészt lecserélte az amalgámot, mint választható restauratív anyagot. ennek fő okai az esztétikai elégtelensége, valamint az amalgám mechanikailag (stresszképződés) úgy hat a fogra, mintha a kavitás nem lett volna restaurálva. Mély poszterior kavitások direkt restaurálásakor a hiányzó dentin pótlására számos lehetőségünk van,

alkalmasak lehetnek az üvegeionomer cement (GIC), rezin-módosított üvegeionomer cement (RMGIC) anyagok, hagyományos kompozitok, rövid üvegszál-megerősítésű kompozit (SFRC) vagy duál-kötésű csonkfelépítő anyagok. Magne által bevezetett „super-closed sandwich” technikánál a dentin adhezív rendszerrel kezelik, majd a hiányzó approximális fal(ak)at hagyományos kompozittal pótolják. Ezt követően üvegeionomer cementtel helyettesítik a dentint, mely hagyományos kompozittal kerül fedésre okkluzálisan. Az így használt üvegeionomer cement ’mag’ hatásosan csökkenti a tömésen belül kialakuló polimerizációs stresszt. A modern biomimetikus megközelítés szerint fontos, hogy a restaurátum és a fog szerkezetileg adhezív és mechanikailag egységes rendszert alkosson. Emellett ezen megközelítésben kiemelt jelentőségű, hogy, lehetőség szerint, a hiányzó dentális keményszöveteket a hozzájuk hasonló mechanikai tulajdonságú mesterséges anyagokkal pótoljuk. A hagyományos kompozitok lényegesen alacsonyabb töréssel szembeni szívósságot mutatnak, mint az a dentin esetében mérhető. Magas töréssel szembeni szívósságot mutató anyag képes jobban ellenállni repedésnek és képes gátolni azok tovább terjedését. Bizonyított tény, hogy a töréssel szembeni szívósság és a szakítószilárdság a legfontosabb mechanikai paraméterek a fogászati tömőanyagok sikerességében. A dentin kollagénrostokból áll, melyek hidroxipatit mátrixba vannak ágyazva, következésképp az SFRC ideális választásnak tűnik arra, hogy megfeleljen az egészséges dentin szerkezetének. Ideális esetben a dentint helyettesítő anyag belülről erősíti meg a fogat és a törések ellen védő határvonalként működik. A paszta típusú EverX Posterior (GC Europe, Leuven, Belgium) egy magas stressznek kitett területekre tervezett SFRC anyag. Az üvegszálak megerősítő, valamint stressztörő képessége az üvegszál és a mátrix közötti stresszáttadási képességtől, a szálak arányától, méretétől, valamint a mátrix összetételétől függ. Az anyag folyékony változata (EverX Flow, GC Europe) 2019-ben jelent meg, mely könnyebb kezelhetőséget ígér, és azóta számos klinikai szituációban kiemelkedő eredményeket mutatott. Az üvegszálak terjedése az üvegeionomer anyagok fejlesztését is elérte,

kutatások bizonyítják, hogy a GIC erőssége és a töréssel szembeni ellenállása növelhető üvegszálak inkorporálásával. Csakúgy, mint az SFRC anyagnál, az üvegszál-megerősített GIC esetén is az üvegszál és a mátrix közti adhézió a kulcs a hatékony erőátadásnak létrejöttében.

Felmerül a kérdés, hogy melyik anyag a legideálisabb a hiányzó dentin pótlására, valamint mely képes megerősíteni a meglévő kavitást gyökérkezelt poszterior fogak esetén. Igen valószínű, hogy a megoldás nem lehet azonos gyökérkezelt premoláris és moláris fogak esetében, tekintettel a már említett eltérő nagyságú és irányú rágóterhelésre. Ezen okok miatt specifikusan készítettünk egy I. osztályú okkluzális kavitással rendelkező gyökérkezelt, és egy II. osztályú mezio-okkluzo-disztális (MOD) kavitással rendelkező gyökérkezelt modellt, melyeket különböző direkt és indirekt dentin-pótló technikákkal restauráltunk.

A nullhipotézisink a következők:

1, Nincs szignifikáns különbség a túlélésben I. osztályú üreggel rendelkező gyökérkezelt moláris fogak esetében, amelyeket különböző direkt restauratív technikákkal állítottunk helyre, összehasonlítva a kontrollcsoporttal (hagyományos kompozit tömés).

2, A direkt restaurátummal helyreállított I. osztályú üreggel rendelkező gyökérkezelt moláris fogak törési mintázata között nincs jelentős különbség a különböző restauratív technikák között.

3, A különböző restauratív technikákkal helyreállított II. osztályú MOD üregekkel rendelkező gyökérkezelt premoláris fogak nem mutatnak szignifikáns eltérést a túlélésben a kontrollcsoporthoz (hagyományos kompozit tömés) képest.

4, A különböző restauratív technikákkal helyreállított II. osztályú MOD üregekkel rendelkező gyökerkezelt premoláris fogak között nincs szignifikáns különbség a törési mintázat tekintetében.

## **Anyag és módszer**

A moláris kutatáshoz 250 darab orthodontiai októl eltávolított moláris fogat gyűjtöttünk. A felvételi kritériumokat szigorúan betartva, fogszuvasodás vagy a gyökérrepedések, korábbi endodonciai beavatkozások vagy más koronális helyreállítások, valamint reszorpciók esetén a fogak kizárásra kerültek. Koronai dimenziók standardizálása a következők alapján történt: bukko-lingválisan a szélesség 10.0 és 10.9 milliméter közötti kellett, hogy legyen, mezio-disztális kiterjedésben pedig a különböző minták között maximum 10% eltérés volt megengedett. Ezt követően a fogak random módon tíz kísérleti csoportba lettek szétosztva (1-10 csoport), mindegyik csoportban 25 mintával. I. osztályú kavitás preparálás után hagyományos endodonciai hozzáférési nyílást alakítottuk ki, melyet gyökérkezelés és gyökértömés követett egy mesterpoénnal és AH plus sealerrel. Megfelelő kötési idő eltelte után az ideiglenes tömőanyagot eltávolítottuk, a kavitást átpreparáltuk egy gyémánt fúróval. A gutta-perhát egy 3-as méretű Gates Glidden fúróval visszavágtuk az orificium alá 3-4 mm-el, majd a csatornát klórhxidinnel öblítettük és papírhoénnal szárítottuk. Az 1,2,3,5,7,9 és 10-es csoportok adhezív kezelésben részesültek. Számos restauratív anyag és technika variációjával pótoltuk a hiányzó dentin szövetet. Két csoport SFRC anyaggal (paszta és folyékony változattal) lett helyreállítva. Két csoportot kísérleti üvegszál-megerősített GIC anyaggal állítottunk helyre adhezív kezelés nélkül. Négy csoportot hagyományos és RMGIC anyaggal

állítottunk helyre, adhezív kezeléssel és anélkül. Egy csoport esetében a hiányzó dentin pótlására duál-kötésű csonkfelépítő anyagot használtunk, és az utolsó csoportot hagyományos kompozittal állítottunk helyre, mely kontroll csoportként szolgált.

A premoláris kutatásban összesen 108 parodontológiai vagy orthodontiai okból eltávolított felső premoláris fogat gyűjtöttünk össze. A minták bukko-palatinális szélessége 9 és 10 milliméter közé, mezio-disztálisan 7 és 7,5 milliméter közé esett. A II. osztályú MOD kavitás preparálás a következők szerint történt: a bukko-palatinális szélesség az egyharmada az interkuspidális szélességnek, a proximális kazetták szélessége pedig a fele volt a bukko-palatinális koronai szélességnek. A gingivális üregszél 1 milliméterrel a zománc-cement határ (CEJ) fölött volt. Ezt követően hagyományos endodonciai hozzáférési nyílást hoztunk létre, melyet gyökérkezelés (ProTaper Universal) és gyökértömés követett egy mesterpoénnal és AH plus sealerrel. Megfelelő kötési idő eltelte után az ideiglenes tömőanyagot eltávolítottuk, a kavitást átpreparáltuk egy gyémánt fúróval. A gutta-perhát egy 3-as méretű Gates Glidden fúróval visszavágtuk, majd a csatornát klórhexidinnel öblítettük és papírpoénnal szárítottuk. Ezt követően 9 kísérleti csoportba osztottuk őket, melyek mindegyike 12 mintát tartalmazott (A1 = kontroll, A2–3, B1–3, C1–3) és különböző restaurálási technikákkal állítottuk helyre. Három csoportot (A1-A3) hagyományos kompozit felépítéssel vagy folyékony SFRC felépítéssel, elasztikus üvegszálal csappal vagy anélkül, overlay nélkül állítottunk helyre. Hat csoportot az előzőekhez hasonló csap és felépítménnyel láttuk el, amire direkt kompozit betétek (B1-B3) vagy indirekt CAD/CAM betétek (C1-C3) készültek.

Mind a moláris, mind a premoláris mintákat metakrilát rezinbe ágyasztuk, körülbelül 2 mm-re a CEJ felett, a csontszint utánzása érdekében. A mechanikai vizsgálatok elvégzéséhez a restaurált mintákat gyorsított fárasztásos vizsgálatnak vetettük alá.

Az eltört mintákat sztereomikroszkóp segítségével vizsgáltuk. A vizsgálat célja a törés típusának és helyének, valamint a repedések terjedési irányának azonosítása volt. A helyreállítható törést úgy definiáltuk, mint a CEJ felett elhelyezkedő törést, ami azt jelenti, hogy a fog potenciálisan helyreállítható. Ezzel szemben a nem helyreállítható törés a CEJ alá ért, ami azt jelenti, hogy a fog eltávolítása szükséges.

## **Eredmények és megbeszélés**

A moláris kutatásban a 2. csoport (folyékony SFRC) szignifikánsan magasabb túlélési arányt mutatott ( $p < 0.05$ ) a többi csoporthoz hasonlítva, kivéve az 1. csoportot (paszta SFRC) ( $p=0.189$ ), így az első hipotézist elvetettük. A 10. (kontroll) csoport magasabb túlélési arányt mutatott ( $p=0.005$ ) összehasonlítva a 6. csoporttal (RMGIC adhezív kezelés nélkül), viszont szignifikánsan alacsonyabb túlélést mutatott a 2. csoporttal szemben (folyékony SFRC). A csoportok nagy része nem mutatott szignifikáns különbséget a kontroll csoporthoz képest. A 4. csoport (üvegszál-megerősített RMGIC adhezív kezelés nélkül) szignifikánsan magasabb túlélési arányt mutatott a 3. csoporttal (üvegszál-megerősített RMGIC adhezív kezeléssel) ( $p=0.000$ ), 5. csoporttal (RMGIC adhezív kezeléssel) ( $p=0.025$ ), 6. csoporttal (RMGIC adhezív kezelés nélkül) ( $p=0.000$ ) és 9. csoporttal (duál-kötésű kompozit) ( $p=0.003$ ) szemben. Az adhezív kezelésnek nincs szignifikáns befolyása a töréssel szembeni ellenállással kapcsolatban a tesztelt üvegeionomer cementeken (5.-8. csoportok). A tört minták többségében nem restaurálható törést szenvedtek. Az 1. és 2. csoportokban több, mint a minták 60%-a túlélte a teljes 40.000 ciklust. Optikai mikroszkóp vizsgálatokon látható a terhelt felszínről terjedő repedés a dentint helyettesítő anyag felé. A folyékony SFRC kis mértékben jobban teljesített, de szignifikáns különbség nincs az 1. (paszta SFRC) és a 2. csoport (folyékony SFRC) között. A GIC anyagok fejlődésével releváns kérdésként merül fel a gyökérkezelt molárisok



helyreállításához és megerősítéséhez dentinpótló anyagként való lehetséges felhasználásuk, ez abban is megnyilvánul, hogy GIC anyag szerepel egy “super-closed sandwich“ technikában. Tudomásunk szerint ez az első olyan kutatás, amely különböző GIC anyagokat előzetes adhezív és adhezív kezelés nélkül hasonlít össze, mint dentinpótló anyagokat, direkt felépítésként, gyökérkezelt fogak helyreállításakor. Az adhezív kezelés nem emelte jelentősen a vizsgált GIC anyagok túlélési arányát, GIC anyagot használva direkt restaurátumként alternatívája lehet egy direkt kompozit tömésnek mély I. osztályú kavitással rendelkező gyökérkezelt fog esetén. Üvegszál-megerősített RMGIC megelőző adhezív kezelés nélkül nem jelentett szignifikánsan magasabb túlélést a kontroll csoporttal szemben. Optikai sztereomikroszkópos és scanning electron mikroszkópos vizsgálati képeken látható, hogy az elsődleges repedés a restauráció okkluzális felületén keletkezett, lefelé terjedt, és átterjedt mind a restauráció, mind a fogszerkezet különböző rétegeire. Függetlenül az üvegszál megerősítés jelenlététől vagy hiányától a tört minták többségében nem restaurálható törést szenvedtek, így a második nullhipotézist elfogadtuk.

A premoláris kutatásban a C3 csoport a legmagasabb túlélési arányt mutatta, míg a kontrollcsoportban volt a legalacsonyabb a túlélési arány. A C3 csoportban szignifikánsan magasabb túlélési értékek mutatkoztak az összes többi vizsgált csoporthoz képest ( $p < 0.05$ ), így a harmadik hipotézist elvetettük. A kontroll csoport nem mutatott statisztikai különbségeket a B1 és A2 csoportokhoz képest ( $p = 0.076$  és  $p = 0.135$ ). A fennmaradó vizsgált csoportok statisztikailag szignifikánsan magasabb túlélési arányt mutattak ki a kontroll csoporthoz viszonyítva ( $p < 0.05$ ). A B3 csoport magasabb túlélési arányt mutatott ki, mint a kontrollcsoport, valamint az A2, B1 és B2 csoportok ( $p < 0.05$ ). A törési mintázatot illetően fontos megjegyezni, hogy minden csoportban túlnyomórészt nem restaurálható törések fordultak elő, így a negyedik hipotézist elfogadtuk. Jelen nem restaurálható törések vagy a csont

alatt vagy a csont szinten végződtek, a bukkális vagy palatális falból eredtek, vagy a gyökeret érintik a fog kettőtörését okozva. Restaurálható törési mintázat legnagyobb gyakorisággal a C3 csoportban volt megfigyelhető.. Mindkét vizsgálatunkban ciklikus terhelést alkalmaztunk, amely a normál rágás során tapasztaltakhoz hasonló ismétlődő erőket generál, jobban szimulálja a tényleges klinikai szituációt. A premoláris régióban oldalirányú erők, különösen a nyíró- és nyomóerők érvényesülnek a rágás során, ami növeli a jövőbeni esetleges csücsöktörés kockázatát. A3-as csoport (folyékony SFRC és elasztikus üvegszálcsap) jobb túlélési arányt mutatott ki a kontroll csoporthoz képest ( $p=0.006$ ). A kutatásban kíváncsiak voltunk arra, hogy a direkt csücsökborítás lehet-e olyan hatásos mint az indirekt borítás. Érdekes módon direkt csücsökborítást a Bioblock technikával kombinálva (B2 csoport) annak túlélési arányai szignifikánsan javultak a kontroll csoporthoz viszonyítva ( $p=0.043$ ). Ez a javulás a folyékony SFRC erősítő hatásának tulajdonítható, amikor azt csücsökborítással is kiegészítjük. A Bioblock technika direkt csücsökborítással ötvözve (B2 csoport) túlélésében nem tért el jelentősen az elasztikus üvegszálcsap folyékony SFRC anyaggal készült csoporthoz (A3) képest. Szintén nem láthatunk jelentős különbséget az indirekt csücsökborításos csoportok között kompozit (C1 csoport) vagy Bioblock csomkfelépítés (C2 csoport) esetén.

## **Konklúzió**

1. SFRC használata dentin pótlására I. osztályú moláris gyökérkezelt fogak restaurálásában a fogstruktúra potenciális megerősítését jelenti és annak teherbírását fokozza hagyományos kompozit restaurátumokkal szemben.
2. Különböző GIC anyagok dentin pótló használatát megelőző adhezív kezelés nem javítja szignifikánsan a túlélést, összehasonlítva a nem adhezív előkezeléssel.

3. Elasztikus üvegszálal csap folyékony SFRC anyaggal, mint ragasztóanyaggal kombinálva, csücsökborítással vagy anélkül kedvező teljesítményt mutatnak a fáradással szembeni ellenállás és a túlélés szempontjából, amikor a helyreállításban alkalmazzák őket.
4. A számos különböző tesztelt helyreállítási metódus közül melyek gyökérkezelt premoláris fogakon MOD kiterjedésűek, akkor érték el a legmagasabb túlélési arányt, amikor indirekt csücsökborításúak voltak elasztikus üvegszálal csappal és folyékony SFRC csonkfelépítéssel.