

Modern rövid üvegszál as anyagok a restauratív fogászatban.

Dr. Fráter Márk PhD

Habilitációs tudományos munka tézisei

Eddigi *in vitro* kutatásaim a gyökérkezelt és nem gyökérkezelt fogak minél tökéletesebb helyreállítására, megerősítésére irányultak. Ismert tény, hogy a hátsó régióba készülő restaurátumok sikertelenségének két leggyakoribb oka a tömések, restaurátumok mellett kialakuló szekunder kariesz és a restaurátum és/vagy a fog törése. Az utóbbi jelenség hátterében általában a nem megfelelő restauratív anyagválasztás, valamint az áll, hogy a felhasznált, „hagyományos” restauratív anyagok és technikák nem képesek az egészséges fogak mechanikai ellenállását visszaadni, azaz megerősíteni azt. Emiatt gyakran jönnek létre repedések és törések a hátsó restaurált fogakban, mely gyakran a fog elvesztéséhez vezet. A lakosság folyamatos elöregedésével a helyreállító fogászat újabb kihívása, hogy minél tartósabb, időállóbb restaurátumokat legyen képes készíteni a páciensek számára. Továbbá ismert tény, hogy a felgyorsult és egyre stresszesebb életvitel miatt a lakosság egyre nagyobb része szorítja vagy csikorgatja a fogait (bruxizmus), ezzel extrém terhelésnek kitéve a meglévő fogait. Így további követelmény a mai restauratív technikákkal szemben, hogy a fiziológiás rágóerőnél nagyobb terhelést is el kell viselniük és nem szabad a kialakuló és kumulálódó stresszt a tömőanyag alatt lévő saját, ép foganyagra továbbítani, potenciálisan megrepesztve azt. A későbbi repedések, törések kivédése és a fog megerősítése csak megfelelő anyagok kombinált alkalmazásával, valamint rugalmasabb, stressztörő anyagok restaurátumba történő beépítésével érhető el. Tartósabb, teherbíróbb restaurátumok készítésével képesek vagyunk a fogak élettartamát megnövelni, és ezáltal növelni az egyén rágóképeségét, és közvetve javítani az életminőségét is. Kutatásaimmal további céloom egy evidencia-alapú restauratív guideline megalkotása a kollégák számára, mely segítséget nyújt a helyes indikációk és optimális direkt restaurátumok megválasztásában.

PhD-tézisemben szereplő kutatásom (Fráter et al. 2014.) arra világított rá, hogy sekély (3.5 mm mély) MOD kavitással rendelkező nem gyökérkezelt moláris fogak megerősíthetők mind hagyományos kompozit, mind rövid üvegszállal megerősített (short fiber-reinforced composite, SFRC) kompozit tömés alkalmazásával.

Kérdésként merült fel bennünk, hogy a volumenfaktor, tehát a kavitás mélységének (3 mm nem gyökérkezelt, 5 mm nem gyökérkezelt, illetve 7 mm gyökérkezelt), valamint a kavitás falainak vastagságának változásával (1.5 mm, 2.5 mm, illetve 3.5 mm) változik-e a korábbi állítás hagyományos kompozit tömés esetén. Eredményeink azt mutatták, hogy a hagyományos kompozit tömással ellátott moláris fogak ugyanolyan töréssel szembeni ellenállást mutattak, mint az ép fogak (kontroll), amennyiben a kavitás mélysége 3.5 mm volt, függetlenül a kavitás falainak vastagságától. Tehát sekély kavitásokat megerősíti a hagyományos kompozit tömés. Ugyanakkor ha a kavitás mélysége 5 mm vagy 7 mm volt, a falvastagságtól függetlenül jelentősen alacsonyabb töréssel szembeni ellenállás jött létre hagyományos kompozit tömással való restaurálást követően, mint egészséges fogak esetén (kontroll). Ez arra enged következtetni, hogy a hagyományos kompozit tömés nem erősíti meg a mély MOD kavitásokat, független attól, hogy a fog gyökérkezelt (7 mm mély) vagy nem (5 mm mély).

Forster A, Braunitzer G, Tóth M, Szabó BP, **Fráter M.** In Vitro Fracture Resistance of Adhesively Restored Molar Teeth with Different MOD Cavity Dimensions. J Prosthodont. 2019 Jan;28(1):e325-e331. doi: 10.1111/jopr.12777. Epub 2018 Mar 5. *Journal ranking: Q1*

Ezt követően az a kérdés foglalkoztatott minket, hogy a mély nem gyökérkezelt (5 mm mély) MOD kavitások megerősíthetők-e bármely szálerősítőes direkt restauratív technika segítségével. Vizsgálatunkban SFRC-t, SFRC és 2 dimenziós üvegszál as háló együttes alkalmazását, valamint hagyományos kompozit és polietilénrostos háló kombinációját teszteltük direkt restauratív technikák alkalmazásával. Kontrollként a legtöbb fogorvos által ebben a szituációban alkalmazott, MOD hagyományos kompozit tömést használtuk. A kérdés fontosságát az is adja, hogy az MOD szituáció egyrészt igen gyakori klinikailag, valamint az amalgám tömőanyag kivezetésével ez a szituáció leginkább kompozit tömással kerül jelenleg ellátásra. Eredményeink alapján az SFRC önmagában képes

volt megerősíteni a mély MOD kavitással rendelkező moláris fogakat, holott a hagyományos kompozit tömés nem volt erre képes jelen vizsgálatban sem. Ha az SFRC-t üvegszálal hálóval kombináltuk, a töréssel szembeni ellenállás és ezáltal a megerősítés azon múltott, hogy a hálót pontosan hogyan pozicionáltuk a kavitáson/restaurátumon belül. Ezzel szemben a polietilénrostos háló hagyományos kompozittal kombinálva mindig megerősítette a fogat, függetlenül a polietilénrostos háló kavitáson/restaurátumon belüli pozíciójától. A törésmintázat szempontjából az SFRC alkalmazása leginkább helyreállítható, míg a hagyományos kompozit tömés főleg nem helyreállítható töréseket produkált. Tehát számos lehetőség nyílik a mély MOD kavitások direkt restauratív technikával történő megerősítésére, de szükség van valamilyen rostok (üvegszál vagy polietilén) alkalmazására. Továbbá, az SFRC alkalmazása kedvező irányba módosítja az esetleges törés mintázatát.

Sáry T, Garoushi S, Braunitzer G, Alleman D, Volom A, **Fráter M.** Fracture behaviour of MOD restorations reinforced by various fibre-reinforced techniques - An in vitro study. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2019 Oct;98:348-356. doi:10.1016/j.jmbbm.2019.07.006. Epub 2019 Jul 9. Erratum in: *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020 Feb;102:103505. *Journal ranking: Q1*

Mivel 2019-ben bemutatásra került a folyékony SFRC, mely jobb adaptálhatóságot, könnyebb felhasználhatóságot és egyben nagyobb megerősítést mutatott az anyagtani tesztlések során, logikusan következett, hogy mély nem gyökérkezelt MOD kavitásokban is tesztelni kellene az anyagot. Kérdésként merült fel, hogy származik-e előny az anyag ferde rétegzéssel történő alkalmazása során (mint hagyományos kompozit esetén), vagy lehet nyugodtan bulk-fill módban alkalmazni. Továbbá vizsgáltuk azt is, hogy okkluzális fedésre alkalmas lehet-e magas töltöttségű folyékony kompozit a hagyományos paszta kompozit helyett. Kontrollként hagyományos MOD kompozit tömással restaurált fogakat használtunk. Eredményeink alapján, szájüregben rágás során fellépő maximális rágóerő esetén nincs jelentős különbség a folyékony SFRC-vel és a hagyományos kompozittal helyreállított fogak túlélése között. Ugyanakkor ha az erőt növeljük, ezzel bruxizmus vagy traumás sérülés, idegen tárgyra harapás szituációját szimulálva, a folyékony SFRC-vel restaurált csoportok lényegesen nagyobb töréssel szembeni ellenállást produkáltak, mint a hagyományos kompozit tömés. A folyékony SFRC applikációs módjai (rétegezve vagy bulk-fill-ként alkalmazva) között nem volt különbség a töréssel szembeni ellenállás tekintetében. Továbbá, nem volt különbség az okkluzális fedésre használt anyagok (magas töltöttségű folyékony vagy hagyományos paszta kompozit) között sem. Fontos megjegyezni, hogy minden olyan esetben, amikor folyékony SFRC-t alkalmaztunk ebben a szituációban (mély MOD moláris fog), az esetek jelentős részében kedvező törésmintázat jött létre, szemben a hagyományos kompozit tömással, mely szinte mindig kedvezőtlen törésmintázatot produkált. Ez rávilágít arra, hogy a restauratív anyagok megválasztásakor nem csak a megmaradt foganyag mennyiségére (kavitás klinikai szituációja), hanem a fellépő erőbehatások nagyságára is figyelni kell, kiemelt jelentőségű a páciensek rizikóelemzése bruxizmusra és fogszorításra.

Fráter M, Sáry T, Vincze-Bandi E, Volom A, Braunitzer G, Szabó P B, Garoushi S, Forster A. Fracture Behavior of Short Fiber-Reinforced Direct Restorations in Large MOD Cavities. *Polymers (Basel).* 2021 Jun 23;13(13):2040. doi:10.3390/polym13132040. *Journal ranking: Q1*

Gyökérkezelt poszterior fogak esetén felmerül a kérdés, hogy miként használhatjuk az SFRC-t a fogak megerősítésére. Évek óta ismert tény, hogy a hagyományos üvegszálal csapok nem nyújtanak ideális megoldást a gyökérkezelt premoláris fogak megerősítésére. Így először a hagyományos üvegszálal csapok tisztán SFRC-vel történő helyettesítésével próbálkoztunk. Vizsgálatunkban I. osztályú gyökérkezelt premoláris fogak gyökércsatornájába (orificiumtól 6-7 mm mélyen) és koronai kavitásába rétegeztük az SFRC-t. Eredményeink azt mutatták, hogy az így restaurált fogak töréssel szembeni ellenállása nem különbözött az ép premoláris fogak értékeitől, holott a hagyományos üvegszálal csapozás jelentősen gyengébb eredményt hozott létre az ép fogakhoz képest. Ez alapján a későbbiekben további vizsgálatoknak vetettük alá az említett SFRC-t alkalmazó technikát.

Forster A, Sáry T, Braunitzer G, **Fráter 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;31:1454-66. <https://doi.org/10.1080/01694243.2016.1259758>. *Journal ranking: Q3*

Ezt követően optimalizáltuk a fent említett technikát és elneveztem a célja és az alkalmazás módja alapján Bioblock technikának, mely során a fog gyökércsatornájának (orificiumtól 6-7 mm mélyen) és koronai kavitásának feltöltését végezzük SFRC-vel összesen 3 rétegben. Jelen vizsgálatban MOD gyökérkezelt premoláris fogakban vizsgáltuk a Bioblock technika töréssel szembeni ellenállását, gyökércsatornán belüli megkötését (keménységét) és a gyökércsatorna fala és a restauratív anyag között kialakuló résképződést. Eredményeink azt mutatták, hogy a Bioblock technika jelentősen nagyobb töréssel szembeni ellenállást produkált, mint a hosszú üvegszálcsapokat alkalmazó, SFRC mentes technikák. Ugyanakkor fontos, hogy a Bioblock technika sem tudta megerősíteni a gyökérkezelt MOD szituációt, alacsonyabb töréssel szembeni ellenállást produkált az ép fogakhoz képest (kontroll). Keménység szempontjából nem volt különbség a tesztelt anyagok között, tehát a Bioblock technikában használt SFRC meg tud kötni a gyökércsatornában is. A gyökércsatornán belüli résképződés nem mutatott összefüggést a fog megerősítésével.

Fráter M, Lassila L, Braunitzer G, Vallittu PK, Garoushi S. Fracture resistance and marginal gap formation of post-core restorations: influence of different fiber-reinforced composites. *Clin Oral Investig.* 2020 Jan;24(1):265-276. doi: 10.1007/s00784-019-02902-3. Epub 2019 May 16. Erratum in: *Clin Oral Investig.* 2021 May;25(5):3339-3340. *Journal ranking: Q1*

Ezt követően a Bioblock technikát az újonnan megjelent folyékony SFRC-vel is elvégeztük, mely könnyebben applikálható a gyökércsatornában. Ebben az esetben apexifikált állapotot szimuláló, gyökérkezelt anterior fogakban teszteltük az üvegszálcsap technikákat. Továbbá vizsgáltuk a már említett résképződést és a gyökércsatornán belüli anyagkeménységet is. Eredményeink azt mutatták, hogy csak a folyékony SFRC-vel végzett Bioblock technika tudta megerősíteni az anterior apexifikált fogakat, a paszta típusú SFRC vagy a többi tesztelt technika nem. A keménység szempontjából itt sem volt különbség a tesztelt anyagok között, tehát a Bioblock technikában használt SFRC meg tud kötni a gyökércsatornában is. Továbbá a gyökércsatornán belüli résképződés itt sem mutatott összefüggést a fog megerősítésével.

Fráter M, Sály T, Néma V, Braunitzer G, Vallittu P, Lassila L, Garoushi S. Fatigue failure load of immature anterior teeth: influence of different fiber post-core systems. *Odontology.* 2021 Jan;109(1):222-230. doi: 10.1007/s10266-020-00522-y. *Journal ranking: Q1*

Felmerül a kérdés, hogy a folyékony SFRC nem lehet-e alkalmas hosszú üvegszálcsap beragasztására a gyökércsatornába. Továbbá, hogy nem elegendő-e csak a koronai kavitásban alkalmazni az SFRC-t. Ez alkalommal gyökérkezelt premoláris MO kavitással rendelkező fogakat vizsgáltunk és restauráltunk. Vizsgáltuk, hogy elég-e az SFRC a koronai kavitásban, vagy szükség van-e a gyökércsatornába való betérésre is, és ha betérésztjük, akkor elég 3 mm mélységben, vagy szükséges 6 mm mélységben, ahogy a Bioblock technikában azt korábban leírtuk. Emellett itt is vizsgáltuk a gyökércsatornán belüli résképződést és a gyökércsatornán belüli anyagkeménységet is. A túlélési analízis arról számolt be, hogy csak az elasztikus hosszú üvegszálcsap folyékony SFRC-vel beragasztva tudta megerősíteni a fogat olyan mértékben, ahogy az az ép fogaknál megfigyelhető. Nem volt megfelelő a megerősítés szempontjából jelen szituációban az általunk kidolgozott Bioblock technika, feltehetően abból kifolyólag, hogy az csak rövid üvegszálakat tartalmaz, hosszú üvegszálak nélkül. Jelen vizsgálatban sem volt különbség a keménység szempontjából a tesztelt anyagok között a gyökércsatornán belül, tehát a csap beragasztására használt folyékony SFRC meg tud kötni a gyökércsatornában is. Továbbá a gyökércsatornán belüli résképződés itt sem mutatott összefüggést a fog megerősítésével. Jelen vizsgálat sikeresen bemutat olyan direkt restauratív technikát, mely képes helyreállítani MO gyökérkezelt premoláris fogakat csücsökborítás nélkül.

Fráter M, Sály T, Jókai B, Braunitzer G, Säilynoja E, Vallittu PK, Lassila L, Garoushi S. Fatigue behavior of endodontically treated premolars restored with different fiber-reinforced designs. *Dent Mater.* 2021 Mar;37(3):391-402. doi:10.1016/j.dental.2020.11.026. *Journal ranking: Q1, D1*