



**POSZTERIOR FOGAK  
HELYREÁLLÍTÁSA ÉS  
MEGERŐSÍTÉSE RÖVID  
ÜVEGSZÁLAS KOMPOZITOK  
SEGÍTSÉGÉVEL:  
EXPERIMENTÁLIS VIZSGÁLATOK**

MTA Doktori Értekezés

Dr. Fráter Márk



# Tartalom

<b>Rövidítések jegyzéke .....</b>	<b>7</b>
<b>I. Bevezetés .....</b>	<b>8</b>
<b>II. Célkitűzések .....</b>	<b>13</b>
<b>III. Anyagok és módszerek .....</b>	<b>17</b>
III.1. A vizsgálatok közös módszertani jellemzői .....	17
III.1.1. Az extrahált fogak beszerzése, beválogatási kritériumok, a minták előkészítése .....	17
III.1.2. Minták beágyazása és előkészítése a mechanikai tesztelésekhez.....	18
III.1.3. Mechanikai tesztelési eljárások .....	19
III.1.4. Törésmintázat-analízis .....	22
III.1.5. Statisztikai elemzés .....	24
III.2. Különböző méretű MOD kavitásokkal rendelkező, majd kompozittal restaurált moláris fogak töréssel szembeni ellenállóságának vizsgálata .....	25
III.3. Különböző szálerősítésű restauratív technikákkal ellátott, nagyméretű MOD kavitással rendelkező moláris fogak törési ellenállásának vizsgálata .....	26

III.4. Rövid üvegszál-megerősítésű restaurátumokkal ellátott nagyméretű MOD kavitások törési vizsgálata	29
III.5. Direkt restauratív technikákkal helyreállított nagyméretű MOD kavitások repedésképződési hajlamának vizsgálata	31
III.6. Gyökérkezelt I. osztályú kavitással ellátott kisőrlő fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt restauratív technikák mechanikai összehasonlítása	32
III.7. Gyökérkezelt II. osztályú MOD kavitással ellátott premoláris fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt restauratív technikák mechanikai összehasonlítása, a gyökércsatornában alkalmazott anyagok keménységének vizsgálatával és mikrorés-képződési vizsgálattal	34
III.8. Gyökérkezelt II. osztályú MO kavitással ellátott premoláris fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt restauratív technikák mechanikai összehasonlítása, a gyökércsatornában alkalmazott anyagok keménységének vizsgálatával és mikrorésképződési vizsgálattal	37
III.9. Gyökérkezelt II. osztályú MOD kavitással ellátott premoláris fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt és indirekt restauratív technikák mechanikai összehasonlítása	40

III.10. Gyökérkezelt I. osztályú kavitással ellátott moláris fogak restaurálására alkalmazott különböző direkt restauratív technikák mechanikai vizsgálata....	42
III.11. Gyökérkezelt II. osztályú MOD kavitással ellátott moláris fogak helyreállítására alkalmazott különböző szálerősített, csücsökborítással járó és anélküli restauratív technikák mechanikai összehasonlítása.....	44
<b>IV. Eredmények.....</b>	<b>46</b>
IV.1. Különböző méretű MOD kavitásokkal rendelkező, majd kompozittal restaurált moláris fogak töréssel szembeni ellenállóságának vizsgálata .....	46
IV.2. Különböző szálerősítésű restauratív technikákkal ellátott, nagyméretű MOD kavitással rendelkező moláris fogak törési ellenállásának vizsgálata .....	48
IV.3. Rövid üvegszál-megerősítésű restaurátumokkal ellátott nagyméretű MOD kavitások törési viselkedésének vizsgálata.....	51
IV.4. Direkt restauratív technikákkal helyreállított nagyméretű MOD kavitások repedésképződési hajlamának vizsgálata.....	53
IV.5. Gyökérkezelt I. osztályú kavitással ellátott kisírló fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt restauratív technikák mechanikai vizsgálata .....	56

IV.6. Gyökerkezelt II. osztályú MOD kavitással ellátott premoláris fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt restauratív technikák mechanikai vizsgálata, a gyökércsatornában alkalmazott anyagok keménységének vizsgálatával és mikrorés-képződési vizsgálattal .....	57
IV.7. Gyökerkezelt II. osztályú MO kavitással ellátott premoláris fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt restauratív technikák mechanikai vizsgálata, a gyökércsatornában alkalmazott anyagok keménységének vizsgálatával és mikrorés-képződési vizsgálattal.....	61
IV.8. Gyökerkezelt II. osztályú MOD kavitással ellátott premoláris fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt és indirekt restauratív technikák mechanikai vizsgálata .....	67
IV.9. Gyökerkezelt I. osztályú kavitással ellátott moláris fogak restaurálására alkalmazott különböző direkt restauratív technikák mechanikai vizsgálata....	68
IV.10. Gyökerkezelt II. osztályú MOD kavitással ellátott moláris fogak helyreállítására alkalmazott különböző szálerősített, csücsökborítással járó és anélküli restauratív technikák mechanikai vizsgálata 72	
<b>V. Az értekezés új tudományos megállapításai .....</b>	<b>74</b>
<b>IX. Az értekezés alapjául szolgáló közlemények .....</b>	<b>80</b>
<b>IX.1. Az értekezésben felhasznált közlemények .....</b>	<b>80</b>

<b>IX.2. Az értekezés tárgyköréhez kapcsolódó, de az értekezésben fel nem használt közlemények .....</b>	<b>86</b>
<b>X. A Felhasznált irodalom jegyzéke .....</b>	<b>107</b>
<b>XI. Köszönetnyilvánítás .....</b>	<b>114</b>

## Rövidítések jegyzéke

<b>FRC</b>	fiber-reinforced composite (angol), üvegszál-megerősítésű kompozit
<b>FRGIC</b>	fiber-reinforced resin-modified glass-ionomer cement (angol), üvegszál-megerősítésű rezinnel módosított üveginomer cement
<b>FT</b>	fracture toughness (angol), törési szívósság
<b>MO</b>	mezio-okkluzális
<b>MOD</b>	mezio-okkluzo-disztális
<b>RMGIC</b>	resin-modified glass-ionomer cement (angol), rezinnel módosított üveginomer cement
<b>SFRC</b>	short fiber-reinforced composite (angol), rövid üvegszál-megerősítésű kompozit
<b>ZCJ</b>	zománc-cement junkció

## I. Bevezetés

A mai, korszerű felfogás szerint a restauratív fogászatnak a fog esztétikai és funkcionális rehabilitációja mellett egyértelműen célja az is, hogy a megmaradt foganyagot a restaurátum által megerősítse. Ez ma talán fontosabb, mint valaha, mert egyrészt folyamatosan nő a lakosság várható élettartama, másrészt nő a megtartható fogak száma is, ebből következően pedig igény keletkezik a restaurátumok fokozott tartósságára [1,2]. Emellett, legalábbis a nyugati civilizációban, a mindennapi élet egyre inkább stresszterhelt, így a restaurátumoknak, a normál rágóerőn túl, extrém terhelést is el kell tudni viselni [3]. Ezek a megfontolások adják egy új irányvonal, a biomimetikus fogászat kiindulópontját, melynek központi tétele, hogy a legellenállóbb egység a szájüregben az egészséges fog (szemben a mesterséges anyagokkal helyreállított fogakkal szemben) [4]. Ez a gyakorlatban, némileg leegyszerűsítve, azt jelenti, hogy a hiányzó zománcot célszerű egy rá mechanikailag hasonlító, rigidebb anyaggal, a hiányzó dentint pedig egy hozzá hasonlító, rugalmasabb anyaggal helyettesíteni. A



leggyakrabban használt restauratív anyag jelenleg a kompozit tömőanyag. A kompozit tömőanyagok esetében, előírászerű használat esetén is számolni kell a polimerizációs zsugorodással, valamint azzal, hogy töréssel szembeni szívóosságuk (fracture toughness, FT) elégtelen [5]. Ez a kompozit tömőanyagok ma ismert két fő anyagtani limitációja. Az említett FT egy mechanikai tulajdonság, amely egy törékeny anyag ellenállását mutatja meg az anyagban létrejött hibák, repedések katasztrófális tovaterjedését illetően [6,7]. Ezáltal FT az adott anyag károsodással, deformálódással szembeni toleranciáját, ellenállását jellemzi [7,8]. A korszerű kompozitok fizikai tulajdonságait áttekintve könnyű belátni, hogy azok jellemzően közelebb esnek a zománc, mint a dentin mechanikai tulajdonságaihoz [9]. Emellett a kompozitok FT értéke nem éri el a dentinnél mérhető FT értéket [10,11]. A mindennapi gyakorlatban ez abban nyilvánul meg, hogy a hagyományos kompozitok nem rendelkeznek repedésmegállító képességgel, emiatt, ha a kompozit tömésben repedés alakul ki, az mindig végig fog terjedni az egész tömésvolumenen és eléri az alatta lévő ragasztási felületet (1. ábra). Az így kialakuló törés nem

kontrollált, és sokszor fatális kimenetelű a fog szempontjából.



**1.ábra:** Hosszanti repedés a felső premoláris kompozit tömésében.

A direkt restaurátumok, így a kompozit tömések sikertelenségének 2 fő oka és egyben megjelenési formája a szekunder kariesz, valamint a restaurált fog eltörése,

mely érintheti csak a megmaradt foganyagot, a restaurátumot, vagy mindkettőt [12–15]. Alvanforoush és mtsai. vizsgálata szerint ezen belül a szekunder káriesz aránya csökkenni látszik, ugyanakkor nő a törés miatt kialakuló sikertelenségek aránya [16]. Ezt alátámasztja Borgia és mtsai. vizsgálata, mely szerint a restaurátumok sikertelenségének elsődleges oka sokkal inkább a fog és/vagy a restaurátum eltörése, mint a szekunder káriesz [17].

Szigorúan véve tehát a kompozit mechanikai szempontból nem ideális a hiányzó dentin pótlására, ugyanis nem rendelkezik repedésmegállító képességgel [18,19]. Viszont, hogy ez az anyagfajta deficit mikor gyakorol jelentős hatást a restaurátum sikerességére, az az adott klinikai szituációtól függ. 2013-ban megjelent egy paszta állagú, majd 2019-ben egy folyékony rövid üvegszál-megerősítésű kompozit (Short Fiber-Reinforced Composite, SFRC) restauratív anyag (EverX Posterior, valamint EverX Flow, GC Europe, Leuven, Belgium) azzal a céllal, hogy visszaadja a hiányzó dentin

stresszelnyelő és repedésmegállító képességét [20,21]. Jelen tézis fókuszában ez a két anyag áll.

Jogosan merülhet fel a kérdés, hogy mikor származik egyértelmű előnye a páciensnek abból, ha a dentint SFRC-vel helyettesítjük, és ezzel szemben mikor lehet kompromisszum-mentesen, tisztán hagyományos kompozittal restaurálni egy fogat. Emellett kérdés az is, hogy ha egy adott szituációban nem a kompozit tömés a legjobb megoldás a fog megerősítésére, akkor milyen üvegszálal anyagot célszerű választani és annak applikációjára milyen technika a legmegfelelőbb. A jelen értekezés ezekre a kérdésekre igyekszik választ adni, kutatócsoportunk az elmúlt évtizedben közölt *in vitro* vizsgálatai alapján.

## II. Célkitűzések

A poszterior fogakon végzett mechanikai vizsgálatainkkal két fontos kérdésre kerestük a választ: 1. milyen dentális keményszöveti defektusok, kavitások kezelhetők és erősíthetők meg tisztán hagyományos kompozit tömással, valamint 2. ha a hagyományos kompozit már nem tud megerősítést létrehozni, akkor az SFRC anyagok képesek-e megerősíteni a restaurált fogakat. Célunk a kutatásaink során szerzett eredmények alapján egy a gyakorlatban alkalmazható restauratív guideline megalkotása. Vizsgálataink eredményei felhasználhatók a fogak megerősítésére, ezáltal a fogak megtarthatóságának növelésére, és így a páciensek életminőségének növelésére. Ezen általános célkitűzések 10 specifikus célkitűzésre bonthatók le, amelyek egyben az értekezéssel érintett 10 tanulmány célkitűzéseinek is megfeleltethetők. Ezeket a célkitűzéseket röviden az alábbiakban ismertetjük. Ahogyan az értekezés során a későbbiekben is, a tanulmányokra már itt is a megfelelő módszertani fejezetszámmal utalunk.

Célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk a hagyományos kompozit tömés megerősítő hatását különböző mélységű és falvastagságú mezio-okkluzo-disztális (MOD) kavitásokban (III.2. vizsgálat).

Célunk volt, hogy mély MOD kavitásokban megvizsgáljuk a különböző szálerősített anyagok (polietilénrost, SFRC és üvegszálalás háló) megerősítő hatását, különböző applikációs restauratív technikák esetén (III.3. vizsgálat).

Célunk volt, hogy összehasonlítsuk az újabb, folyékony SFRC tömőanyag megerősítő hatását a hagyományos kompozit töméssel, valamint megvizsgáljuk a folyékony SFRC applikációjának módját a fog mechanikai ellenállási paramétereire. Emellett célunk volt az SFRC anyag rágófelszín felőli fedésére használt, két eltérő konzisztenciájú hagyományos kompozit hatását is vizsgálni a fog mechanikai ellenállása tekintetében (III.4. vizsgálat).

Célunk volt megvizsgálni, hogy mély MOD kavitások restaurálása esetén az SFRC anyag kevesebb repedést hoz-e létre, mint a hagyományos kompozit tömés. Továbbá azt

is meg kívántuk vizsgálni, hogy SFRC tömőanyag esetén van-e különbség a kialakult repedésszám tekintetében a tömeges (bulk) applikáció és a ferde rétegzés között (III.5. vizsgálat).

Célul tűztük ki, hogy kidolgozzunk egy új, SFRC-re alapozott technikát a gyökérkezelt premoláris fogak csapozására és megerősítésére (III.6. vizsgálat).

Célunk volt az általunk kifejlesztett Bioblock-technika mechanikai tesztelése és összehasonlítása hagyományos üvegszálás (Fiber-reinforced composite, FRC) csapozási megoldásokkal gyökérkezelt premoláris MOD kavitások esetében (III.7. vizsgálat).

Célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk a Bioblock-technika potenciális megerősítő hatását gyökérkezelt premoláris mezio-okkluzális (MO) kavitások esetében, és összehasonlítsuk újabb, hosszú (FRC csap) és rövid (folyékony SFRC) üvegszálakat is tartalmazó restauratív megoldásokkal. Célunk volt egy olyan technika kidolgozása az ilyen fogak ellátására, mely esetén nem szükséges csücsökborítás (III.8. vizsgálat).

Célunk volt a Bioblock-technika, valamint a hosszú (FRC csap) és rövid (folyékony SFRC) üvegszálakat is tartalmazó restauratív megoldások biomechanikai szempontú összehasonlítása a gyökérkezelt premoláris MOD kavitások ellátásában. Emellett az is célunk volt, hogy megvizsgáljuk a csücsökborítás hatását ezen szituációkban (III.9. vizsgálat).

Célunk volt az összes, a korszerű klinikai gyakorlatban elterjedt csonkfelépítési (azaz potenciális dentinpótló) anyagot összehasonlítani a gyökérkezelt moláris fogak megerősítésére való alkalmasságuk szempontjából (III.10. vizsgálat).

Célunk volt, hogy összehasonlítsuk a jelenleg elérhető, horizontális intrakoronális merevítési lehetőségeket (polietilénrost vagy horizontális FRC csap) az SFRC anyagot magukban foglaló restauratív megoldásokkal a gyökérkezelt moláris MOD kavitásokkal ellátott fogak megerősítése szempontjából. Emellett célunk volt az is, hogy megvizsgáljuk a csücsökborítás hatását ezen szituációkban is (III.11. vizsgálat).



### **III. Anyagok és módszerek**

#### *III.1. A vizsgálatok közös módszertani jellemzői*

Vizsgálataink helyszíne minden esetben a Szegedi Tudományegyetem Fogorvostudományi Kar Konzerváló és Esztétikai Fogászati Tanszéke, valamint a Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kara voltak. A vizsgálatainkban felhasznált, extrahált fogak a vizsgálattal nem összefüggésben, parodontológiai vagy fogszabályozó kezelés miatt kerültek eltávolításra a paciensek tájékoztatása és írásbeli hozzájárulását követően a Szegedi Tudományegyetem Fogorvostudományi Kar Szájsebészeti Tanszékén. Az extrahált fogak begyűjtése, valamint az *in vitro* vizsgálatokban történő felhasználása a Szegedi Tudományegyetem Regionális Kutatásetikai Bizottságának engedélyével történt (4029-SZTE).

#### *III.1.1. Az extrahált fogak beszerzése, beválogatási kritériumok, a minták előkészítése*

Valamennyi vizsgálatunkba megtartott koronai állománnyal rendelkező, látható repedéstől, kariesztől, reszorpciótól mentes fogakat válogattunk be, amelyek

parodontális vagy fogszabályozási okból kerültek eltávolításra. Az extrahált fogak ezirányú vizsgálata fogászati mikroszkóppal történt (Carl Zeiss Omni Pico, Oberkochen, Németország). Ezt követően a mintákat 0,9%-os nátrium-klorid oldatban tároltuk felhasználásukig (az eltávolítástól számított fél éven belül felhasználásra kerültek). Egy adott vizsgálatba csak közel azonos mezo-disztális és oro-vesztibuláris átmérőjű fogak kerülhettek.

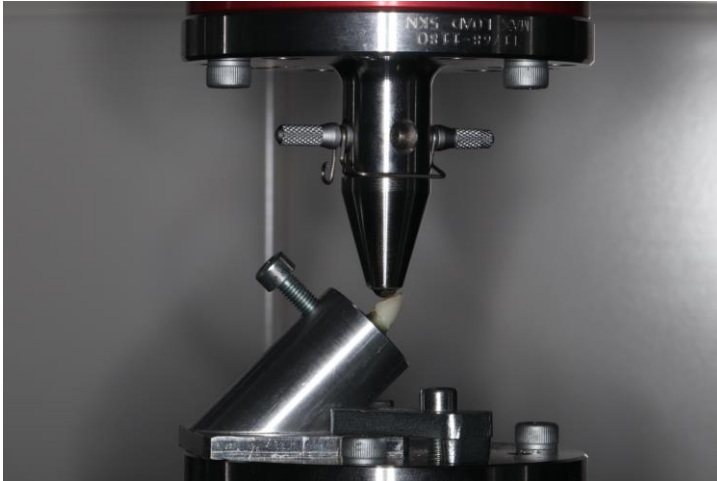
### *III.1.2. Minták beágyazása és előkészítése a mechanikai tesztekhez*

A vizsgálatokhoz előkészített fogak mechanikai teszteléséhez valamennyi esetben standardizált beágyazási módot alkalmaztunk. A szájüregi körülmények szimulálása érdekében a megtisztított foggyökerek felszínét egy folyékony latex szeparáló anyaggal (Rubber-Sep, Kerr, Orange, CA) vontuk be, ezzel szimulálva a parodontális ligamentumok rugalmasságát. A minták beágyazása metakrilát-rezinnel (Technovit 4004, Heraeus-Kulzer) történt, melynek koronális határa a ZCJ-től apikális irányba számított 2 mm volt, ezzel szimulálva a fiziológiás csontos megtámasztást.

### *III.1.3. Mechanikai tesztelési eljárások*

Vizsgálataink során alapvetően két típusú mechanikai tesztelési eljárást alkalmaztunk: statikus és gyorsított dinamikus terhelést.

A statikus terhelés segítségével extrém magas erőbehatásokat tudunk szimulálni, valamint információt kapunk a fogminták töréssel szembeni ellenállóságáról. A tesztelést egy univerzális terhelő berendezéssel (Lloyd R1000, Lloyd Instruments Ltd., Fareham, UK) végeztük. A terhelés iránya moláris fogak esetében a fog vertikális hossz tengelyével párhuzamos volt, míg premoláris fogaknál a hossz tengellyel bezárt  $45^\circ$ -os szögben történt, ezzel szimulálva a kisőrlő fogakra jellemző vegyes irányú rágóerőket. Moláris fogak esetében a beállított sebesség 2 mm / perc volt, míg premoláris fogak esetében 0,5 mm / perc (2. ábra).



**2. ábra:** 45°-ban beágyazott fog mechanikai terhelése.

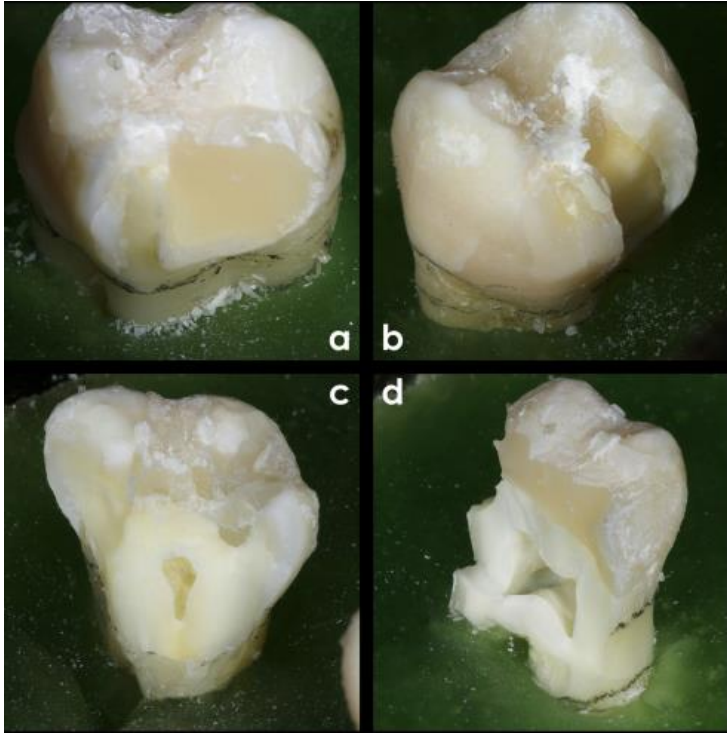
A beállított maximális terhelési érték minden esetben 3000 N volt. A terhelés minden alkalommal a minták eltöréséig tartott. Minden esetben egy dinamikus erő-elmozdulás görbét rögzítettünk. Törési pontként definiáltuk azt a Newtonban meghatározott erőnagyságot, amelynél az első fraktúra megjelent.

A gyorsított dinamikus terhelési eljárás során kisebb, egyre növekvő nagyságú erőket alkalmaztunk a minták terhelésére, ezzel mechanikai fárasztásnak kitéve a

mintákat [22–30]. A minták terheléséhez egy elektrodinamikus berendezést alkalmaztunk (Instron ElektroPuls E3000, Norwood, MA, USA). A ciklikus-izometrikus tesztelési eljárás a minták előterhelésével indul, amely során 5 másodpercen keresztül lineárisan emelkedő erőbehatással terheljük a mintát az általunk beállított előterhelési értékig. Ez az érték moláris fogak esetében 200 N, míg premoláris fogak esetében 100 N volt. A terhelési eljárás különböző fázisaiban egyre növekvő erővel terheltük a mintákat, minden fázisban 5000 cikluson keresztül. Egy ciklus során a berendezés a mintát az általunk meghatározott erővel megterheli, majd a terhelést megszünteti. A ciklusok frekvenciáját 5 Hz-ben határoztuk meg minden esetben [22,26,28,29]. Az egyes fázisok közötti erőkülönbség (N) és a maximális ciklusszám minden vizsgálatnál egyedileg meghatározott. A minták terhelése valamennyi esetben a ciklusok előre definiált maximális számának eléréséig (5000 ciklus) vagy a minták eltöréséig történt.

#### *III.1.4. Törésmintázat-analízis*

Az eltört minták törésmintázatát több kutatásunkban is megvizsgáltuk. A minták vizsgálatára fogászati mikroszkópot alkalmaztunk (Carl Zeiss Omni Pico). A törésmintázat klinikailag releváns információt ad a minta restaurálhatóságáról, ami a klinikai gyakorlat nyelvére lefordítva a fog megtarthatóságát jelenti. A kialakult töréseket kedvező és kedvezőtlen törések közé soroltuk [31] (3. ábra). A vizsgálatot minden esetben 2 személy végezte, egy adott minta adott törésmintázatának besorolása a két értékelő egyetértése esetén volt lehetséges.



**3. ábra:** Példák az eltört fogak törésmintázataira. (a) és (b) Kedvező, restaurálható törésmintázat, ahol egy kicsi, körülhatárolt része tört a klinikai koronának. (c) A fogbél ebben az esetben már érintett, de a törésvonal a zománc-cement junkciótól (ZCJ) koronálisan fut, így a törésmintázat kedvező. (d) Kedvezőtlen törésmintázat, a törésvonal a ZCJ-től apikálisan húzódik. A fog nem restaurálható.

### *III.1.5. Statisztikai elemzés*

Statisztikai elemzéseknél minden alkalommal az SPSS szoftver valamelyik verzióját alkalmaztuk (SPSS 17.0-26.0, IBM, Chicago, IL, USA). A szignifikanciahatárt főszabály szerint minden esetben 5%-ban határoztuk meg ( $p < 0,05$ ), amit szükség esetén Bonferroni szerint korrigáltunk. A vizsgálatokban alkalmazott általános szignifikanciahatár tehát 5%, kivéve, ha ettől eltérést jelzünk. Csoportok közötti összehasonlításnál, amennyiben az adatok normál eloszlást mutattak, egyszempontos varianciaanalízist alkalmaztunk, melyet post-hoc tesztek követtek (pl.: Tukey-féle HSD teszt). Amennyiben az adatok nem normál eloszlást mutattak, Kruskal-Wallis egyszempontos varianciaanalízist végeztünk, alkalmanként post-hoc páronkénti összevetéssel (Dunn-teszt). A túlélésanalízisekhez a Kaplan-Meier eljárást alkalmaztuk. A túlélési görbék grafikus ábrázolásán túl csoportok közötti összehasonlításokat is végeztünk, a görbék jellegének megfelelően (Breslow vagy Mantel-Cox eljárások).



### *III.2. Különböző méretű MOD kavitásokkal rendelkező, majd kompozittal restaurált moláris fogak töréssel szembeni ellenállóságának vizsgálata*

A beválogatási kritériumainknak megfelelt 120 alsó nagyírlőfog 9 vizsgálati csoportba (A-I csoport) és 1 kontrollcsoportra (intakt fogak) osztottunk (n = 12/csoport). A vizsgálati csoportok fogaiba különböző mélységű és bukko-lingvális kiterjedésű (ezáltal különböző falvastagságú) II. osztályú MOD kavitásokat preparáltunk. Azoknál a csoportoknál, ahol a kavitás mélysége 7 mm volt, a fogakat gyökérkezeltük és gyökértömtük. A kavitások méretbeli jellemzőit az egyes csoportokban az 1. táblázat foglalja össze.

**1. táblázat:** A kavitások paraméterei a különböző vizsgálati csoportokban (A-I). \*A 7 mm kavitásmélységű csoportban a fogakat gyökérkezeltük is (ld. a szövegben).

	falvastagság 3,5 mm	falvastagság 2,5 mm	falvastagság 1,5 mm
<b>mélység 3 mm</b>	A	B	C
<b>mélység 5 mm</b>	D	E	F
<b>mélység 7 mm*</b>	G	H	I

A kavitásokat ferde rétegzési technikával, nagyjából 2 mm-es vastagságú rétegeket alkalmazva restauráltuk hagyományos kompozit tömőanyaggal. A minták beágyazását követően azokat statikus terhelésnek vetettük alá, amely során a töréssel szembeni ellenállásukat vizsgáltuk.

### *III.3. Különbőféle szálerősítésű restauratív technikákkal ellátott, nagyméretű MOD kavitással rendelkező moláris fogak törési ellenállásának vizsgálata*

240 darab, a beválogatási kritériumoknak megfelelt alsó bölcsességfogat véletlenszerűen 11 vizsgálati csoportra (1-11. csoport) és 1 kontrollcsoportra (intakt fogak) osztottuk. A vizsgálati csoportok fogainak koronai állományába nagyméretű MOD kavitásokat preparáltunk. A kavitás mélysége mindenhol 5 mm volt, a bukkális és lingvális falvastagság pedig 2,5 mm az approximális és az okkluzális részeken egyaránt. A mintákat a vizsgálati csoportoknak megfelelően eltérő technikákkal restauráltuk, az alábbiak szerint:

1. csoport: a kavitásokat ferde rétegzési technikával restauráltuk hagyományos kompozit tömőanyaggal.
2. csoport: az üregeket paszta állagú SFRC tömőanyaggal (EverX Posterior) bulk-fill technikát alkalmazva restauráltuk.
3. csoport: egy üvegszálás hálót bukko-lingvális irányban a kavitás falaira applikáltuk. A háló applikálását követően a kavitások restaurálása a 2. csoportnál leírtak szerint történt.
4. csoport: Az üregek helyreállítása a 2. csoportnál leírtaknak megfelelően először SFRC anyaggal zajlott. Ezután okkluzálisan üvegszálás hálót helyeztünk el bukko-lingvális irányban.
5. csoport: A kavitásokat a 2. csoportnál leírtaknak megfelelően SFRC anyaggal restauráltuk. Ezt követően egy vájatot preparáltunk az okkluzális felszínen bukko-lingvális irányban, amelybe üvegszálás hálót applikáltunk.
6. csoport: Az üvegszálás hálót a kavitás falaira körkörös irányban applikáltuk. Az üreget a 2. csoportnak megfelelően SFRC tömőanyaggal restauráltuk.

7. csoport: polietilén hálót helyeztünk a kavitásokba bukko-lingvális irányban, a 3. csoportnál leírtakkal megegyezően. A kavitást hagyományos kompozittal restauráltuk az 1. csoportnál leírtak szerint.

8. csoport: A kavitások restaurálása az 1. csoportnak megfelelően hagyományos kompozittal történt, majd polietilén hálót applikáltunk bukko-lingvális irányban, ahogyan azt a 4. csoport esetében az üvegszálás hálóval tettük.

9. csoport: A kavitások restaurálása az 1. csoportnak megfelelően hagyományos kompozittal történt. Ezt követően egy vájatot preparáltunk az okkluzális felszínen bukko-lingvális irányban, amelybe polietilén hálót applikáltunk.

10. csoport: A kavitás falaira körkörösén polietilén hálót applikáltunk, a 7. csoportnál leírt előkészítést követően. A kavitást az 1. csoportnak megfelelően hagyományos kompozittal restauráltuk.

11. csoport: Az előzetesen a bukkális és lingvális falakon kialakított művi perforációkon keresztül egy darab 1 mm

szélességű polietilén hálót feszítettünk ki, ezzel összekötve a falakat. Ezzel „transzkoronális sínézést” alakítottunk ki kavitásunkban. Ezt követően az üreget az 1. csoportnak megfelelően hagyományos kompozittal restauráltuk.

A minták okkluzális része hagyományos kompozittal lett restaurálva. Az előkészített mintákat ezután beágyasztuk és statikus terhelési tesztelésnek vetettük alá.

#### *III.4. Rövid üvegszál-megerősítésű restaurátumokkal ellátott nagyméretű MOD kavitások törési vizsgálata*

A beválogatási kritériumoknak megfelelt 100 alsó bölcsességfogat véletlenszerűen 5 csoportra osztottuk (1-5. csoport). Minden fogba standardizált, nagyméretű MOD kavitásokat preparált ugyanaz a tapasztalt operátor. A kavitások mélysége 4,5 – 5 mm, a bukkális és lingvális falak vastagsága pedig egységesen mindenhol 2,5 mm volt. Ezt követően az alábbiak szerint restauráltuk a kavitásokat:

1. csoport: A kavitásokat bulk-fill technikával folyékony SFRC anyaggal (EverX Flow Bulk Shade) töltöttük fel, majd hagyományos paszta állagú kompozittal (G-aenial Posterior A2) fedtük.

2. csoport: Az 1. csoportban leírtaknak megfelelően töltöttük fel az üreget, majd magasan töltött folyékony kompozittal (G-aenial Injectable Flow A2) fedtük.

3. csoport: A kavitást folyékony SFRC anyaggal töltöttük fel ferde rétegzéssel. A rágófelszín helyreállítása az 1. csoportnál leírtak szerint történt.

4. csoport: Az üreget a 3. csoportban leírt módon töltöttük fel. Az okkluzális felszín a 2. csoportnál leírtak szerint restauráltuk.

Kontrollcsoport: A kavitásokat hagyományos paszta kompozittal restauráltuk, ferde rétegzési technikával.

Az előkészített mintákat dinamikus terhelésnek vetettük alá, ezzel szimulálva a rágás során fellépő dinamikus terhelést. Az el nem tört mintákat ezt követően statikus törési tesztnak vetettük alá, a minták töréssel szembeni ellenállását vizsgálva.

### *III.5. Direkt restauratív technikákkal helyreállított nagyméretű MOD kavitások repedésképződési hajlamának vizsgálata*

A beválogatási kritériumoknak megfelelt 80 darab alsó bölcsességfogba 5 mm mélységű MOD kavitásokat preparáltunk, egységesen 2,5 mm-es bukkális és lingvális falvastagságot kialakítva. Ezt követően a mintákat véletlenszerűen 4 csoportra (1-4. csoport) és az alábbiaknak megfelelően restauráltuk:

1. csoport: A kavitásokat bulk-fill módon paszta állagú SFRC tömőanyaggal töltöttük fel.
2. csoport: A kavitásokat ferde rétegzéssel paszta állagú SFRC tömőanyaggal töltöttük fel.
3. csoport: A kavitásokat egy bulk-fill kompozit tömőanyaggal töltöttük fel.
4. csoport (kontroll): A fogak helyreállítása hagyományos kompozittal történt, ferde rétegzéssel.

A mintákat okkluzálisan hagyományos kompozittal fedtük. Az előkészített mintákat, repedések után kutatva, átvizsgáltuk. Ezt egy D-Light Pro (GC Europe) lámpát „Detection” módban alkalmazva, fogászati mikroszkóppal

(Carl Zeiss Omni Pico) valósítottuk meg. A vizsgálatot kétszer végeztük el: először közvetlenül a restaurátumok elkészülte után, majd 1 héttel azt követően. A két vizsgálati időpont között a fogakat fiziológiás sóoldatban tároltuk.

### *III.6. Gyökerkezelt I. osztályú kavitással ellátott kisőrlő fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt restauratív technikák mechanikai összehasonlítása*

A beválogatási kritériumoknak megfelelő 72 darab kisőrlő fog került felhasználásra. A minták előkészítését követően azokat véletlenszerűen 5 vizsgálati csoportra (1-5. csoport) és 1 kontrollcsoportra (intakt fogak) osztottuk (n = 12/csoport). A vizsgálati csoport fogaiba ugyanaz a tapasztalt operátor standardizált I. osztályú okkluzális kavitásokat preparált. A vizsgálati csoportok mintáit gyökerkezeltük, majd gyökértömtük. Ezt követően az 1. és 2. csoport fogainál csapelőfúrást végeztünk a ZCJ szintjétől mért 8 mm apikális mélységben. Ezt követően az alábbiak szerint restauráltuk a fogakat:



1. csoport: Az első csoport mintáit egy hagyományos, gyári FRC csappal láttuk el.

2. csoport: A csoport fogait egy direkt módon rétegzett, paszta állagú SFRC anyagból létrehozott „csap- és csonkfelépítéssel” láttuk el (Bioblock-technika).

3. csoport: A koronai kavitások helyreállítása paszta állagú SFRC tömőanyag segítségével történt, ferde rétegzéssel.

4. csoport: A koronai kavitásokat hagyományos kompozit segítségével, ferdén rétegezve restauráltuk.

5. csoport: A kavitás falaira üvegszál hálót fektettünk 3 különböző irányban. Az üreg további részeit a 3. csoporttal megegyezően restauráltuk.

Az okkluzális felszín helyreállítása hagyományos kompozittal történt. A fogak beágyazását követően, azokat statikus törési tesztnak vetettük alá.

*III.7. Gyökérkezelt II. osztályú MOD kavitással ellátott premoláris fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt restauratív technikák mechanikai összehasonlítása, a gyökércsatornában alkalmazott anyagok keménységének vizsgálatával és mikrorés-képződési vizsgálattal*

A beválogatási kritériumoknak megfelelt 87 darab premoláris fogat 5 vizsgálati csoportra (n = 15/csoport) és 1 kontrollcsoportra (intakt fogak) (n = 12) osztottuk. A vizsgálati csoport fogaiba ugyanaz a tapasztalt operátor standardizált MOD kavitásokat preparált. A fogakat ezután az gyökérkezeltük és gyökértömtük. Ezt követően csapelőfűrást végeztünk a ZCJ-től számított 7-8 mm mélységben. Az egyes vizsgálati csoportok restaurációja a következőképpen alakult:

1. csoport: A fogakat hagyományos FRC csappal láttuk el, és a csapragasztóval végeztük acsonkfelépítést.
2. csoport: A fogakat hagyományos FRC csappal láttuk el, a koronai csonkfelépítés azonban paszta állagú SFRC tömőanyaggal történt.
3. csoport: Egy elasztikus üvegszálal csapok alkalmaztuk ezeknél a fogaknál.

4. csoport (Bioblock-technika): A fogakat egy direkt módon rétegzett, paszta állagú SFRC tömőanyagból készített egyedi csappal és csonkfelépítéssel láttuk el.

5. csoport: Egy elasztikus FRC csapot paszta állagú SFRC anyaggal kombinálva restauráluk a fogakat.

Minden csoportnál a rágófelszíni 1 mm-t hagyományos kompozittal restauráltuk. A minták beágyazását követően statikus terhelési tesztnek vetettük alá a fogakat.

A mikrorés-képződés vizsgálatához az 5 vizsgálati csoportnak megfelelően, további 3-3 fogat készítettünk elő, az előzőekben leírtak szerint. Az előkészített fogakat a fog tengelyében szagittálisan egy kerámia vágókorong segítségével, 100 fordulat / perces fordulatszámmal szekcionáltuk, vízhűtés mellett (Struers, Koppenhága, Dánia). Ezt követően a szekcionált mintákat jelölőfestékekkel megjelöltük és néhány másodpercen keresztül óvatosan tovább políroztuk. A csap/csonkfelépítés és a foganyag határán végbement festék-penetrációt egy sztereomikroszkóp segítségével értékeltük (Heerbrugg M3Z, Heerbrugg, Switzerland), 6,5x-ös nagyítás mellett. A festékpenetráció mértékét a

restaurált gyökércsatornában található ragasztási felület kiterjedésének (hosszának) százalékában adtuk meg.

A gyökércsatornában alkalmazott anyagok polimerizációjára indirekt úton az anyag mikrokeménységének vizsgáltával következtettünk. A benyomódások mérése után a kapott Vickers keménységi értékeket mikrokeménységi értékekké konvertáltuk, az alábbi képlet szerint:

$$H = \frac{1854.4 \times P}{d^2}$$

ahol H a Vickers-keménység kg / mm<sup>2</sup>-ben megadva, P a terhelés grammokban kifejezve, míg a d a benyomódások mértéke μm-ben kifejezve.

*III.8. Gyökérkezelt II. osztályú MO kavitással ellátott premoláris fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt restauratív technikák mechanikai összehasonlítása, a gyökércsatornában alkalmazott anyagok keménységének vizsgálatával és mikrorésképződési vizsgálattal*

A beválogatási kritériumoknak megfelelt 170 darab premoláris fogakat 9 vizsgálati (A1-A3, B1-B2, C1-C4), valamint 1 kontrollesoportra (intakt fogak) osztottuk. A C1, C2, C3 és C4-es csoportok elemszáma 20 volt, a többi csoport csoportonként 15 fogat tartalmazott. A vizsgálati csoportok fogába ugyanaz a tapasztalt operátor II. osztályú MO kavitásokat preparált. Ezután a fogakat gyökérkezeltük és gyökértömtük. Az A1-A3 jelű csoportok esetében további preparáció nem történt, és a meglévő MO kavitást direkt technikákkal restauráltuk. A B1-B2 jelű csoportoknál 3 mm mélységben csapelőfúrás történt a gyökércsatornában. A C1-C4 jelű csoportok esetében csapelőfúrás történt 6 mm mélységben. A vizsgálati csoportoknak (A1-C4) megfelelően 9 különböző technikával restauráltuk a fogakat, amelyeket az alábbiakban részletezünk:

A1 csoport: Bulk-fill technikával, paszta állagú SFRC tömőanyaggal restauráltuk a fogakat.

A2 csoport: Bulk-fill technikával, folyékony SFRC tömőanyaggal restauráltuk a fogakat.

A3 csoport: A kavitásokat hagyományos kompozittal restauráltuk, ferde rétegzési technikával.

B1 csoport: A kavitást, az előkészített 3 mm csapozási területtel együtt, paszta állagú SFRC tömőanyaggal töltöttük fel.

B2 csoport: A kavitást, az előkészített 3 mm csapozási területtel együtt, folyékony SFRC tömőanyaggal töltöttük fel.

C1 csoport: A kavitásokat, a 6 mm mélységben előkészített csapozási területtel együtt paszta állagú SFRC tömőanyaggal töltöttük fel.

C2 csoport: A kavitásokat, a 6 mm mélységben előkészített csapozási területtel együtt folyékony SFRC tömőanyaggal töltöttük fel.

C3 csoport: A fogakat elasztikus FRC csap segítségével restauráltuk. A csapok ragasztása, valamint a csonkfelépítés is folyékony SFRC tömőanyaggal történt.

C4 csoport: A csoport fogait hagyományos FRC csap segítségével restauráltuk. A csapok ragasztása, valamint a csonkfelépítés is folyékony SFRC tömőanyaggal történt.

Minden minta esetén az okkluzális fedésre hagyományos kompozitot alkalmaztunk. A fogakat, beágyazásukat követően, két alkalommal vetettük alá dinamikus terhelésnek. Első alkalommal a normál rágóerőket szimulálva, a fázisok között 100 N terhelésnövekedéssel, összesen 25000 cikluson keresztül. A maximális terhelési érték 500 N volt. Az el nem tört mintákat ezután újból dinamikus terhelésnek vetettük alá, ezúttal a bruxizmus során fellépő, fokozott rágóterhelést szimulálva. Ebben az esetben a fogak előterhelése 600 N-nal történt 5 másodpercen keresztül, majd az egyes lépcsők között 100 N-nal nőtt a terhelési érték. Összesen 30000 cikluson keresztül, 1000 N maximális erővel terheltük a fogakat. Az eltört mintáknál törésmintázat-analízist végeztünk.

A mechanikai teszteléseket követően a C1-C4 csoportoknak megfelelően előkészítettünk újabb 20 fogat (5 fog / csoport) a mikrorés-képződés, valamint a mikrokeménység vizsgálatához.

### *III.9. Gyökérkezelt II. osztályú MOD kavitással ellátott premoláris fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt és indirekt restauratív technikák mechanikai összehasonlítása*

A beválogatási kritériumoknak megfelelt 108 premoláris fogba ugyanaz a tapasztalt operátor standardizált MOD kavitásokat preparált, majd a mintákat 9 vizsgálati csoportra (A1-3, B1-3, C1-3) osztottuk (n = 12). Ezt követően a fogakat gyökérkezeltük és gyökértömtük. Az A2-3, B2-3, valamint C2-3 csoportokban csapelőfűrés történt a csatornabemenettől számítva 6 mm mélységig. A „B” és „C” jelű csoportoknál minden csücsköt 2 mm-el redukáltunk. A csoportokat az alábbiaknak megfelelően restauráltuk:

A1 csoport (kontroll): A kavitásokat magas töltöttségű, folyékony kompozittal restauráltuk.



A2 csoport: Az üregeket, az előkészített csapozási területtel együtt folyékony SFRC anyaggal töltöttük fel.

A3 csoport: A csoport fogait elasztikus FRC csappal restauráltuk. A csapok ragasztása, valamint a csonkfelépítés folyékony SFRC tömőanyaggal történt.

B1 csoport: A kavitásokat az okkluzális redukció szintjéig magas töltöttségű, folyékony kompozit tömőanyaggal restauráltuk. A redukált csücsköket ugyanezzel a tömőanyaggal direkt módon visszaépítettük, egy szilikon-index felhasználásával.

B2 csoport: A restauráció a csücsökredukció szintjéig az A2 csoportnál leírtak szerint történt, majd a redukált csücsköket a B1 csoportnál leírtak szerint építettük vissza.

B3 csoport: A restauráció a csücsökredukció szintjéig az A3 csoportnál leírtak szerint történt, majd a redukált csücsköket a B1 és B2 csoportnál leírtak szerint építettük vissza.

C1 csoport: A kavitásokat az A1 csoportnál alkalmazott technikával restauráltuk. Az okkluzális és approximális

felszíneken indirekt overlay restaurátummal (CERASMART 270, GC Europe) pótoltuk.

C2 csoport: A kavitásokat az A2 csoportnál alkalmazott technikával restauráltuk. Az okkluzális és approximális felszíneken indirekt overlay restaurátummal pótoltuk.

C3 csoport: A kavitásokat az A3 csoportnál alkalmazott technikával restauráltuk. Az okkluzális és approximális felszíneken indirekt overlay restaurátummal pótoltuk.

A fogakat dinamikus terhelésnek vetettük alá.

### *III.10. Gyökerkezelt I. osztályú kavitással ellátott moláris fogak restaurálására alkalmazott különböző direkt restauratív technikák mechanikai vizsgálata*

A beválogatási kritériumoknak megfelelt 250 darab alsó bölcsességfogat véletlenszerűen 10 csoportra osztottuk ( $n = 25/\text{csoport}$ ). Valamennyi csoport esetében ugyanaz a képzett operátor I. osztályú, standardizált méretű kavitásokat preparált. Ezután a fogakat gyökerkezeltük és gyökértömtük. Az 1, 2, 3, 5, 7, 9 és 10. csoportok ugyanabban az adhezív kezelésben részesültek, míg a

többi csoport ebben a fázisban semmilyen adhezív kezelést nem kapott. Az egyes csoportokat az alábbiak szerint restauráltuk:

1. csoport: A kavitásokat paszta állagú SFRC tömőanyaggal töltöttük fel.
2. csoport: A kavitásokat folyékony SFRC tömőanyaggal töltöttük fel.
3. csoport: A kavitásokat egy kísérleti fázisban lévő üvegszál-erősített rezin-módosított üveginomer cementtel (FRGIC) töltöttük fel.
4. csoport: A kavitásokat (adhezív előkezelés nélkül) a 3. csoportban leírt protokoll szerint restauráltuk.
5. csoport: A kavitásokat rezin-módosított üveginomer cementtel (RMGIC) töltöttük fel.
6. csoport: A kavitásokat (adhezív előkezelés nélkül) a 5. csoportban leírt protokoll szerint restauráltuk.
7. csoport: A kavitásokat üveginomer restauratív anyaggal töltöttük fel.

8. csoport: A kavitásokat (adhezív előkezelés nélkül) a 7. csoportban leírt protokoll szerint restauráltuk.

9. csoport: A kavitásokat duál kötésű kompozit csonkfelépítő anyaggal töltöttük fel.

10. csoport (kontroll): A kavitásokat hagyományos kompozit tömőanyaggal restauráltuk.

A rágófelszín restaurálására hagyományos kompozitot használtunk. A fogakat dinamikus terhelésnek vetettük alá.

*III.11. Gyökerkezelt II. osztályú MOD kavitással ellátott moláris fogak helyreállítására alkalmazott különböző szálerősített, csücsökborítással járó és anélküli restauratív technikák mechanikai összehasonlítása*

A beválogatási kritériumoknak megfelelt 120 darab alsó moláris fogba egy képzett operátor II. osztályú MOD kavitásokat preparált. A kavitásmélység 5 mm volt, míg a bukkális és lingvális falak vastagsága 3-3 mm volt. A preparációt követően a fogakat gyökerkezeltük és gyökértömtük. A 2., 4. és 6. csoportok esetében a csücsköket 2 mm-el redukáltuk. Az unidirekcionális, hosszú rostokkal restaurált csoportok esetében (3.-6.

csoport) a bukkális és lingvális falakon egy 3 mm átmérőjű művi perforációt hoztunk létre egy gyémánt mikropreparációs fúróval (MP 53, Two Stripper, Henry Schein Canada Inc., Canada). Ezt követően a fogakat az alábbi csoportoknak megfelelően restauráltuk:

1. csoport (kontroll): A kavitásokat folyékony SFRC tömőanyaggal restauráltuk.

2. csoport: A kavitásokat folyékony SFRC tömőanyaggal építettük fel a csücsökredukciók szintjéig. A hiányzó csücsköket ezután magas töltöttségű folyékony kompozittal építettük vissza, egy szilikon-kulcs segítségével.

3. csoport: Egy polietilén hálót helyeztünk az előzetesen preparált perforációkba, a bukkális és lingvális falakon, majd a kavitásokat hagyományos kompozittal restauráltuk.

4. csoport: A fogakat a 3. csoportban leírt protokoll szerint restauráltunk a csücsökredukció szintjéig. A csücsök pótlása a 2. csoportban leírtak szerint történt.

5. csoport: Hagyományos FRC csapot helyeztünk az előzetesen preparált perforációkba, a bukkális és lingvális falakon, majd a kavitásokat hagyományos kompozittal restauráltuk.

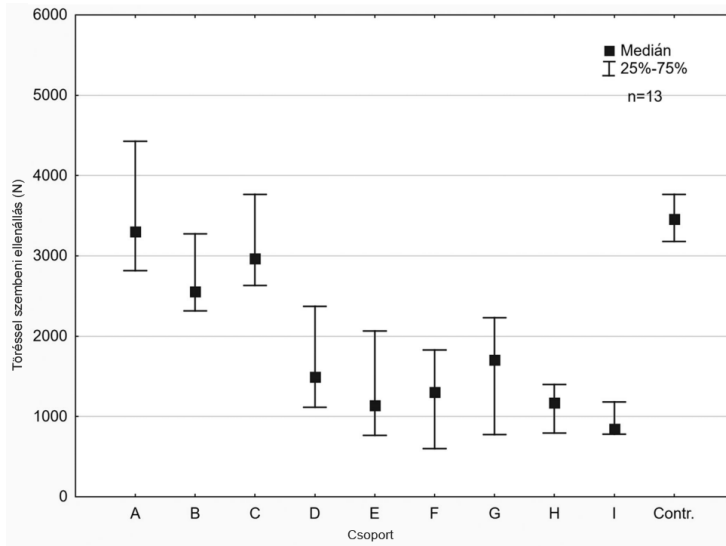
6. csoport: A kavitásokat az 5. csoportban leírt protokoll szerint restauráltuk a csücsökredukció szintjéig. A csücsköket a 2. csoportnál leírt módon pótoltuk.

A minták beágyazását követően azokat dinamikus mechanikai tesztelésnek vetettük alá.

## **IV. Eredmények**

*IV.1. Különböző méretű MOD kavitásokkal rendelkező, majd kompozittal restaurált moláris fogak töréssel szembeni ellenállóságának vizsgálata*

A csoportok töréssel szembeni ellenállásának mediánértékeit a 4. ábra foglalja össze.



**4. ábra:** A tesztelt csoportok töréssel szembeni ellenállásának mediánértékei a 25%-os és 75%-os percentilishatárokkal.

A tesztek szignifikáns különbséget mutattak a kontrollcsoport és az összes 5, illetve 7 mm mélységű kavitást tartalmazó csoport között (D, E, F, G, H, I,  $p < 0.05$ ). A 3 mm mélységű kavitásokat tartalmazó csoportok (A, B, C) nem különböztek szignifikánsan a kontrollcsoporttól. A 3 mm-es csoportok egymástól nem különböztek szignifikánsan, azonban az „A” jelű csoport

szignifikánsan különbözött valamennyi 5 és 7 mm mélységű kavitásokat tartalmazó csoporttól (D, E, F, G, H, I,  $p < 0,05$ ). Az 5 és 7 mm mélységű csoportokat egymással összehasonlítva nem tapasztaltunk szignifikáns különbségeket.

#### *IV.2. Különféle szálerősítésű restauratív technikákkal ellátott, nagyméretű MOD kavitással rendelkező moláris fogak törési ellenállásának vizsgálata*

A falak transzkoronális sínezése (11. csoport) esetén mutatkozott a legmagasabb töréssel szembeni ellenállás, és ez az érték szignifikánsan magasabb volt, mint az 1.-4., a 7., valamint az intakt fogakat tartalmazó kontrollcsoport értékei. Az 1., 3. és 4. csoportok szignifikánsan alacsonyabb törési küszöbértékeket mutattak, mint az intakt fogak, azaz a kontrollcsoport ( $p < 0,05$ ). A törésmintázat-elemzés eredményei szerint a szálerősítés típusa és azok elhelyezkedése befolyásolta a kedvező és kedvezőtlen törésmintázatok előfordulási gyakoriságát (2. táblázat). A törési mintázat tekintetében a csak paszta állagú SFRC anyaggal megerősített csoport (2. csoport)



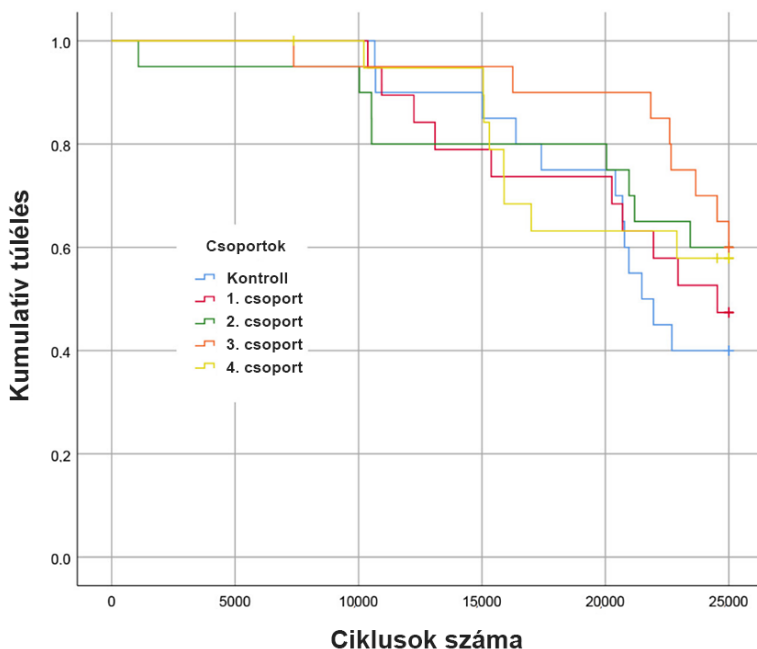
mutatott a legmagasabb arányban kedvező törésmintázatot. Kedvezőtlen mintázat a legmagasabb arányban a csak hagyományos kompozitot tartalmazó csoportban (1. csoport) és a transzkoronálisan sínezett csoportban (11. csoport) fordult elő.

**2. táblázat:** A törésmintázatok gyakorisága százalékban kifejezve, csoportok szerint. n=20/csoport

Csoport	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Kontroll
Kedvező	20%	80%	40%	70%	65%	70%	40%	50%	50%	60%	20%	90%
Kedvezőtlen	80%	20%	60%	30%	30%	30%	60%	50%	50%	40%	80%	10%

### IV.3. Rövid üvegszál-megerősítésű restaurátumokkal ellátott nagyméretű MOD kavitások törési viselkedésének vizsgálata

A Kaplan-Meier-féle túlélési görbék a 5. ábra mutatja be.



**5. ábra:** A töréssel szembeni ellenállás-vizsgálatok Kaplan-Meier- féle túlélési görbéi.

A vizsgálati csoportok túlélése között nem volt szignifikáns különbség. A törésmintázatra vonatkozó

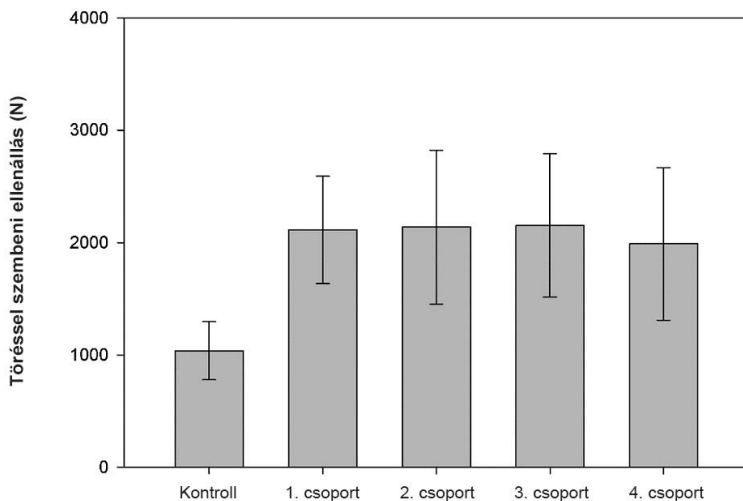
vizsgálat eredményei szerint azok a csoportok, amelyeknél folyékony SFRC anyagot alkalmaztunk, többnyire restaurálható törésmintázatot mutattak. Ezzel szemben a kontrollcsoport (hagyományos kompozittal restaurált fogak) többnyire nem-restaurálható törésmintázattal volt jellemezhető (3. táblázat).

**3. táblázat:** A törésmintázatok gyakorisága százalékban kifejezve, csoportok szerint (n = 20/csoport).

	<b>Kontroll</b>	<b>1. csoport</b>	<b>2. csoport</b>	<b>3. csoport</b>	<b>4. csoport</b>
Nincs törés	40%	47%	60%	65%	60%
Kedvezőtlen törés	40%	0%	0%	15%	5%
Kedvező törés	20%	53%	40%	20%	35%

A dinamikus terhelési eljárást követő statikus törési teszt során azt tapasztaltuk, hogy a folyékony SFRC tömőanyaggal restaurált csoportok (1.-4. csoport) szignifikánsan jobban teljesítettek, mint a kontrollcsoport ( $p < 0,05$ ). Az SFRC anyaggal restaurált csoportok között

nem volt szignifikáns különbség. A statikus törési teszt eredményeit a 6. ábra foglalja össze.

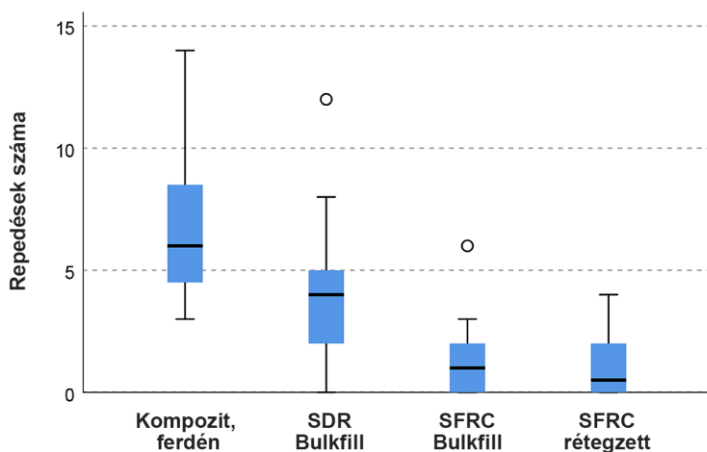


**6. ábra:** A statikus törési küszöbértékek átlagértékei és a hozzájuk tartozó standard deviációk.

#### *IV.4. Direkt restauratív technikákkal helyreállított nagyméretű MOD kavitások repedésképződési hajlamának vizsgálata*

Ha közvetlenül a restaurátumok elkészülte után vizsgáljuk a kialakult repedések számát, szignifikánsan kevesebb repedés figyelhető meg az SFRC anyaggal restaurált

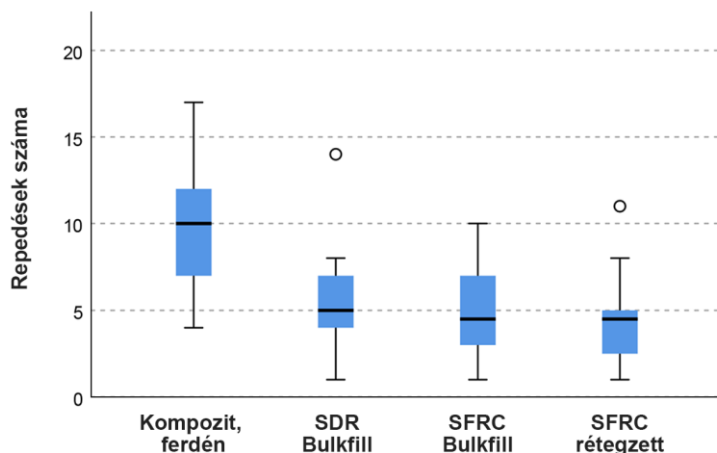
csoporthoz tartozó esetekben (1. és 2. csoport), mint a kontrollcsoport esetén ( $p < 0,000$ ). Továbbá, az SFRC anyagot nem tartalmazó csoportokat (3. csoport és kontroll) összehasonlítva nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget, ahogy az SFRC anyagot tartalmazó csoportok (1. és 2. csoport) között sem (7. ábra).



**7. ábra:** A repedésszámok box-plot diagramjai közvetlenül a restaurátumok elkészülte után. A körök egy-egy extrém értéket jelölnek.

A restaurátum elkészülte után egy héttel kivétel nélkül minden csoportban szignifikánsan több repedés volt észlelhető (1. csoport:  $p < 0,000$ , 2. csoport:  $p < 0,000$ , 3.

csoport:  $p=0,001$ , kontrollcsoport:  $p<0,000$ ). A csoportokat egy hét elteltével egymással újra összevetve azt találtuk, hogy szignifikánsan csak a hagyományos rétegzett kompozittal restaurált csoport (kontrollcsoport) tért el 3 másik csoporttól, míg a többi csoport között a különbség nem volt szignifikáns a repedésszámok tekintetében (8. ábra).



**8. ábra:** A repedésszámok box-plot diagramjai a restaurátumok elkészülte után 1 héttel. A körök egy-egy extrém értéket jelölnek.

*IV.5. Gyökérkezelt I. osztályú kavitással ellátott kisőrlő fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt restauratív technikák mechanikai vizsgálata*

A kontrollcsoport (ép fogak) mutatta a legmagasabb töréssel szembeni ellenállást. A restaurált csoportok közül az individuálisan, SFRC anyagból rétegzett csappal és csonkfelépítéssel ellátott csoport (2. csoport) mutatta a legmagasabb töréssel szembeni ellenállást. A 2. csoportnál mért értékek nem különböztek szignifikánsan a kontrollcsoport értékeitől. A többi csoport esetében a kontrollcsoportéhoz viszonyítva szignifikánsan alacsonyabb törési küszöbértékeket mértünk. A restaurált csoportok között nem mutatkozott szignifikáns különbség.



A törésmintázatok tekintetében a 2., 3., 4. és 5. csoportok megegyezően teljesítettek (4. táblázat). Kizárólag a kontroll és az 1. csoport mutattak többségében restaurálható törésmintázatot.

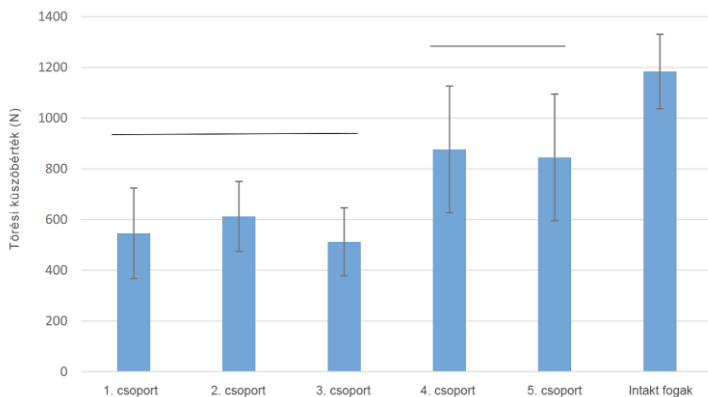
**4. táblázat:** A törésmintázat-típusok eloszlása csoportok szerint, a megfigyelések százalékában kifejezve.

Csoport	Kontroll	1	2	3	4	5
Kedvező	66%	58%	33%	33%	33%	33%
Kedvezőtlen	33%	42%	66%	66%	66%	66%

*IV.6. Gyökerkezelt II. osztályú MOD kavitással ellátott premoláris fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt restauratív technikák mechanikai vizsgálata, a gyökércsatornában alkalmazott anyagok keménységének vizsgálatával és mikrorés-képződési vizsgálattal*

A törési küszöbértékeket a 9. ábra foglalja össze. A kontrollcsoport (intakt fogak) mutatta a legmagasabb töréssel szembeni ellenállást (1183,9 N) és szignifikánsan jobban teljesített valamennyi restaurált csoportnál ( $p < 0,05$ ). Paszta állagú SFRC tömőanyag applikálása a gyökércsatornában (4. és 5. csoport) szignifikánsan

magasabb töréssel szembeni ellenállást eredményezett a többi vizsgálati csoporthoz képest ( $p < 0,05$ ).

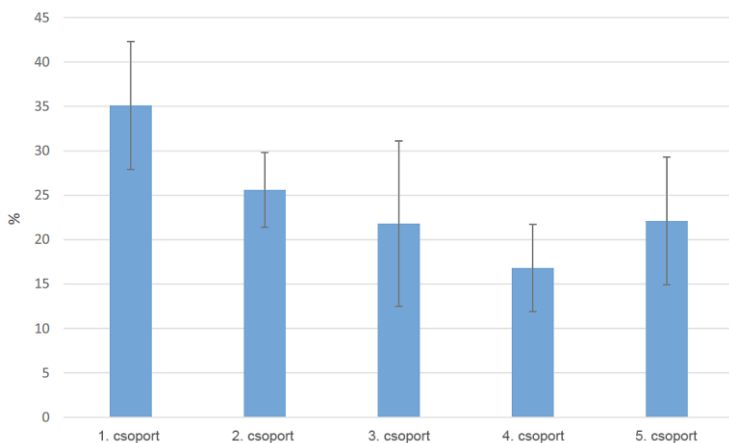


**9. ábra:** Az átlagos törési küszöbértékek (N) és standard deviációjuk. Az oszlopok felett elhelyezkedő vízszintes vonalak azokat a csoportokat jelölik, amelyek nem különböznek egymástól szignifikánsan.

Törésmintázatot tekintve, azok a csoportok, ahol SFRC anyagot alkalmaztunk, akár a gyökércsatornában (4-5. csoport), akár csak a koronai kavitásban (2. csoport), illetve, ahol elasztikus FRC csapot alkalmaztunk (3. csoport), többnyire kedvező törésmintázatot mutattak. Az 1. csoport esetében, ahol csak hagyományos FRC csapot

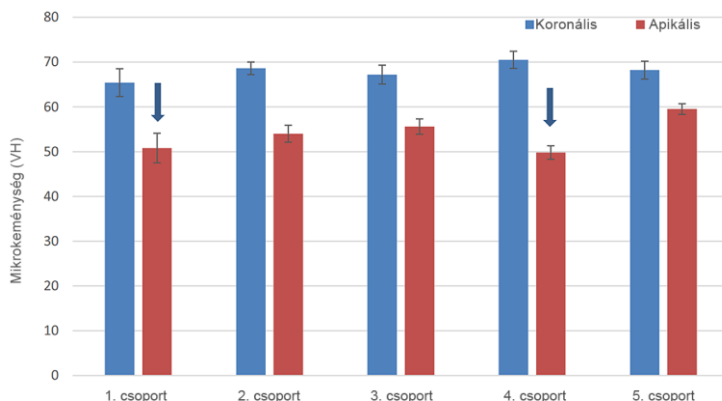
alkalmaztunk, többnyire kedvezőtlen töréseket tapasztaltunk.

A csap/SFRC/ragasztó, valamint a gyökércsatorna fala találkozásánál kialakuló mikroréseknek a teljes interfészhez viszonyított kiterjedését a 10. ábra foglalja össze. Az adatok szerint a Bioblock-technika (4. csoport) kisebb mikrorés képződést (16,8 %) mutatott, mint a többi vizsgálati csoport. A csak hagyományos FRC csapot tartalmazó csoport (1. csoport) fogai mutatták a legmagasabb mikrorés képződést (35,1%).



**10. ábra:** A teljes fog - csap/csonkfelépítés interfész százalékában kifejezett mikrorés képződés átlagos mértéke csoportonként és standard deviációjuk.

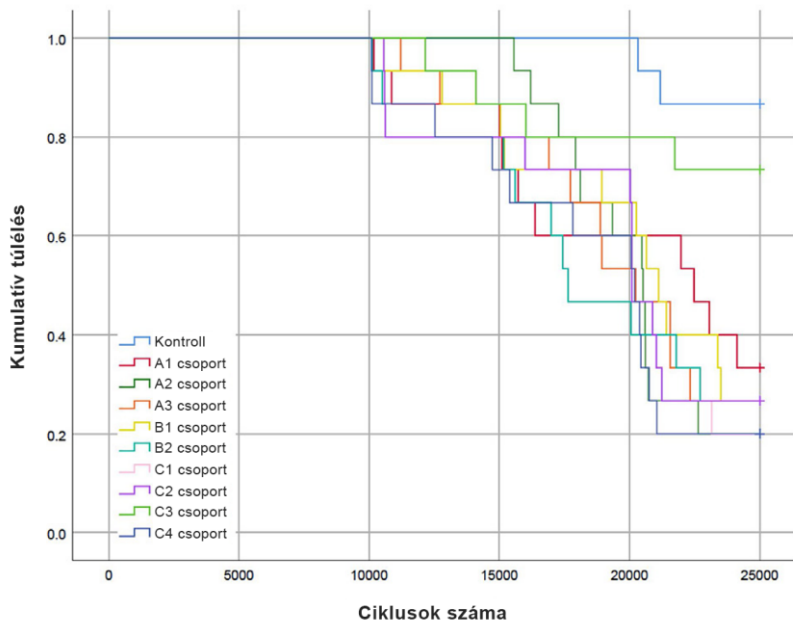
A gyökércsatorna apikális területén alkalmazott anyagok mikrokeménység- vizsgálata az 5. csoport esetében igazolta a legmagasabb mikrokeménység értéket (59,5 VH), és szintén ezt a csoportot jellemezte a legkisebb különbség a gyökércsatorna apikális és koronális harmada között (11. ábra).



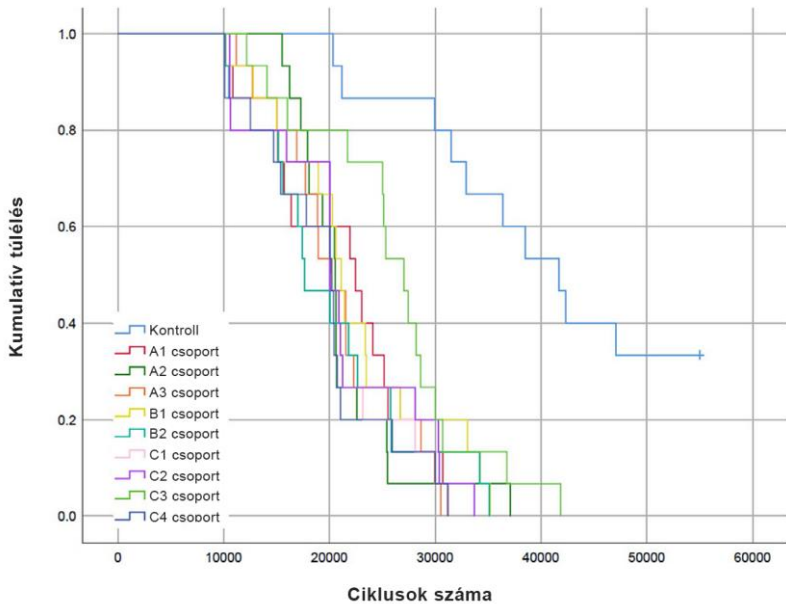
**11. ábra:** Kompozit anyagok mikrokeménység (VH) értékei a gyökércsatorna koronális és apikális harmadában. Az oszlopok felett elhelyezkedő nyilak azt jelzik, hogy az apikális mikrokeménység a koronális érték 80%-a alá esett.

*IV.7. Gyökérkezelt II. osztályú MO kavitással ellátott premoláris fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt restauratív technikák mechanikai vizsgálata, a gyökércsatornában alkalmazott anyagok keménységének vizsgálatával és mikrorés-képződési vizsgálattal*

A normál (100-500 N) és a parafunkciós (600-1000 N) rágóerőket szimuláló dinamikus terhelés eredményeiből készült Kaplan-Meier túlélési görbék a 12. és 13. ábrákon láthatóak. A normál rágóerőket szimuláló terhelés során a C3 csoport nem különbözött szignifikánsan az A1, valamint a kontroll (intakt fogak) csoporttól. A többi csoport szignifikánsan alacsonyabb túlélést mutatott ( $p < 0,05$ ). Az első terhelést túlélő fogakat ( $n = 54$ ) ezután parafunkciót szimuláló magasabb dinamikus terhelésnek vetettük alá, amely során a kontrollcsoport szignifikánsan magasabb túlélést mutatott valamennyi vizsgálati csoportnál ( $p < 0,05$ ). A különböző restauratív technikákkal helyreállított csoportok a parafunkciókat szimuláló dinamikus terhelés esetén egymástól nem különböztek szignifikánsan túlélés tekintetében.



**12. ábra:** Az egyes vizsgálati csoportok Kaplan-Meier-féle túlélési görbéi a normál rágóerőket szimuláló terhelési teszt során. A terhelés mértéke 100-500 N volt.



**13. ábra:** Az egyes vizsgálati csoportok Kaplan-Meier-féle túlélési görbéi a parafunkciós rágóerőket szimuláló terhelési teszt során. A terhelés mértéke 600-1000 N volt.

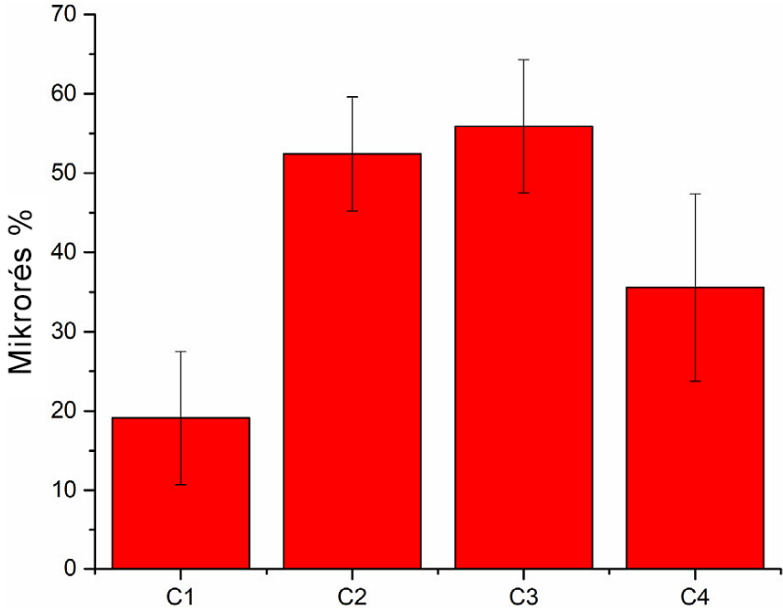
A törésmintázat tekintetében valamennyi vizsgálati csoport többnyire kedvezőtlen törésmintázatot mutatott, míg a kontrollcsoport fogai esetében szinte kizárólag kedvező, restaurálható töréseket figyeltünk meg (5. táblázat)

**5. táblázat:** A törésmintázatok gyakorisága százalékban kifejezve, csoportok szerint. n=15/csoport

Csoport	A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	C3	C4	Kontroll
Kedvező	7%	20%	13%	7%	0%	7%	0%	0%	0%	80%
Kedvezőtlen	93%	80%	87%	93%	100%	93%	100%	100%	100%	20%

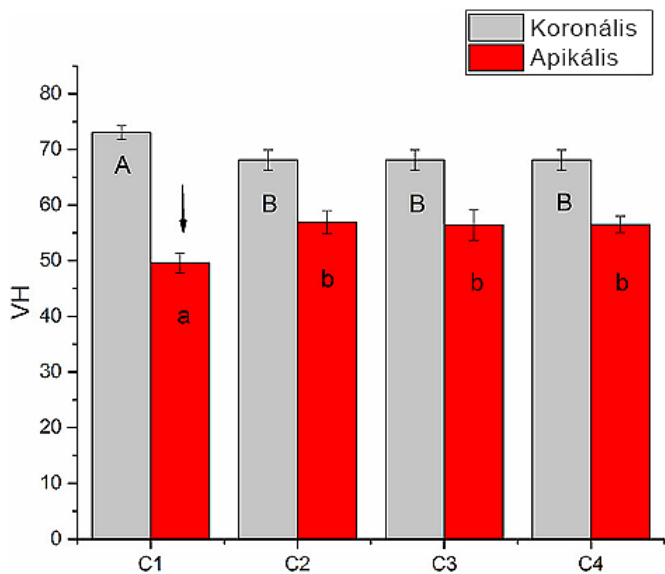
A csap/SFRC, valamint a gyökércsatorna fala találkozásnál kialakuló mikrorések vizsgálata során (C1-C4 csoportok) a C1 csoport esetében találtuk a legkisebb mikrorés képződést (19,1%). A legnagyobb mértékben a C3-as csoportban képződtek mikrorések (55,9%) (14. ábra).





**14. ábra:** Átlagos mikrorésképződés és az átlagértékek standard deviációja a vizsgált csoportoknál.

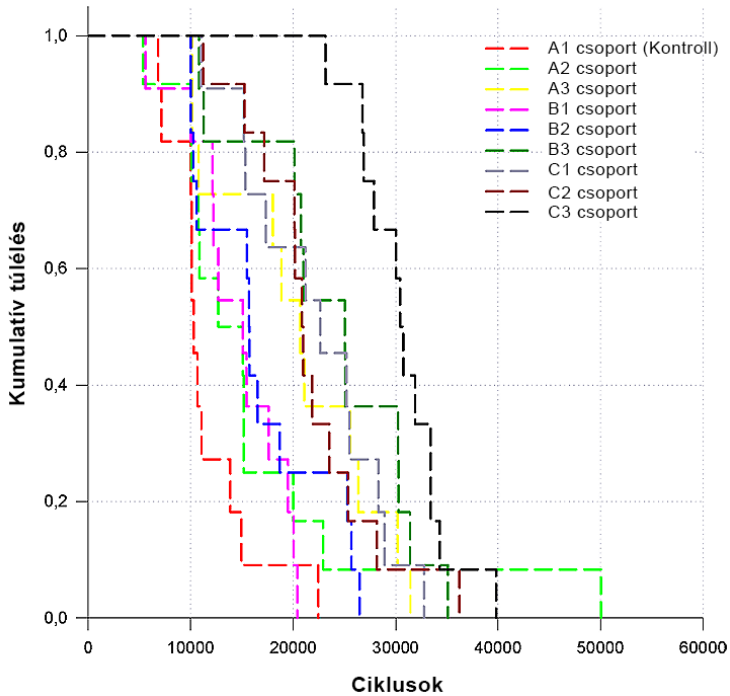
A paszta állagú és folyékony SFRC anyagok mikrokeménység-vizsgálata során a folyékony SFRC (C2-C4) a paszta állagú anyaghoz képest (C1 csoport) magasabb mikrokeménységet mutatott az apikális területen (56,9 VH), illetve a folyékony SFRC esetében a koronális és apikális területek keménysége között is kisebb volt az eltérés (15. ábra).



**15. ábra:** Mikrokeménység (VH) átlagértékek a koronális és apikális vizsgálati pontoknál. A lefelé mutató nyíl azt jelzi, hogy az apikális mikrokeménység a koronális érték 80%-a alá esett.

*IV.8. Gyökérkezelt II. osztályú MOD kavitással ellátott premoláris fogak restaurálására alkalmazott különböző szálerősített direkt és indirekt restauratív technikák mechanikai vizsgálata*

A dinamikus terhelés eredményei alapján készült Kaplan-Meier túlélési görbéket a 16. ábrán mutatjuk be. A C3 jelű csoport mutatta a legmagasabb túlélést, míg az A1 csoport (hagyományos kompozit tömés, kontroll) a legalacsonyabbat. A C3 csoport szignifikánsan jobban teljesített a többi vizsgálati csoporthoz képest ( $p < 0,05$ ). A kontrollcsoport (A1) nem különbözött szignifikánsan a B1 és A2 csoportoktól. A többi vizsgálati csoport szignifikánsan jobban teljesített a kontrollcsoportnál ( $p < 0,05$ ). A B3 csoport szignifikánsan magasabb túlélést mutatott, mint a kontroll, ill. az A2, B1 és B2 csoportok ( $p < 0,05$ ), azonban nem különbözött szignifikánsan az A3, C1 és C2 csoportoktól.

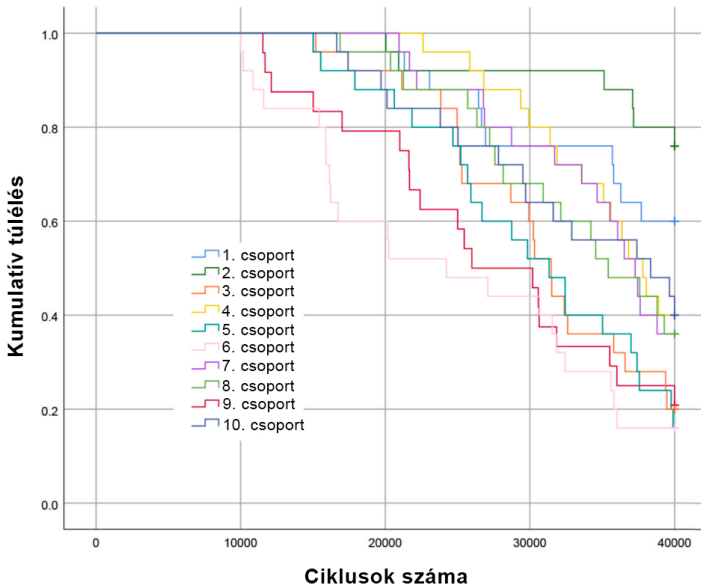


**16. ábra:** Kaplan-Meier túlélési görbék

*IV.9. Gyökérkezelt I. osztályú kavitással ellátott moláris fogak restaurálására alkalmazott különböző direkt restauratív technikák mechanikai vizsgálata*

A dinamikus terhelési vizsgálat eredményeiből készített Kaplan-Meier túlélési görbéket a 17. ábrán mutatjuk be. A 2. csoport (folyékony SFRC) szignifikánsan magasabb

túlélést mutatott mindegyik csoportnál ( $p < 0,05$ ), kivéve az 1. csoportot (paszta állagú SFRC). A kontrollcsoport (10. csoport, hagyományos kompozit tömés) szignifikánsan magasabb túlélést mutatott, mint a 6. csoport (RMGIC adhezív nélkül,  $p = 0,005$ ), ugyanakkor szignifikánsan rosszabbul teljesített, mint a 2. csoport ( $p = 0,008$ ). A többi vizsgálati csoport nem különbözött szignifikánsan a kontrollcsoporttól. A 4. csoport (FRGIC adhezív nélkül) szignifikánsan jobban teljesített, mint a 3. csoport (FRGIC, adhezív előkezeléssel,  $p = 0,025$ ), 5. csoport (RMGIC adhezívvel,  $p = 0,013$ ), 6. csoport (RMGIC adhezív nélkül,  $p = 0,000$ ) és 9. csoport (duál kötésű kompozit,  $p = 0,003$ ).



**17. ábra:** Kaplan-Meier túlélési görbék

A törésmintázatot tekintve valamennyi vizsgálati csoport többnyire kedvezőtlen törésmintázatot mutatott (6. táblázat). Az 1. és 2. csoport mintái közül ugyanakkor több, mint 60% nem tört el a maximális 40000 ciklus végéig.

---

**6. táblázat:** A törésmintázatok gyakorisága százalékban kifejezve a 10 vizsgálati csoportban (n = 25/csoport)

---

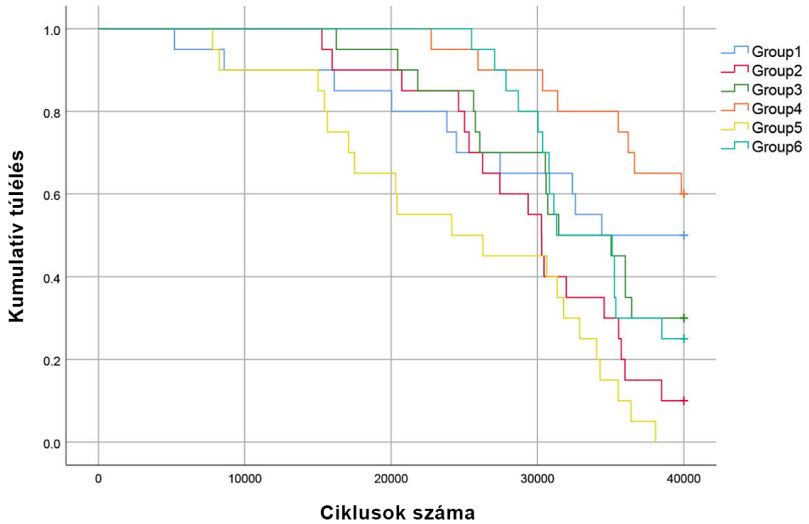
	<b>1.</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>	<b>4.</b>	<b>5.</b>	<b>6.</b>	<b>7.</b>	<b>8.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>
Nem tört el	64%	76%	20%	40%	16%	16%	36%	36%	24%	40%
Kedvezőtlen	36%	24%	68%	56%	72%	80%	64%	60%	64%	48%
Kedvező	0%	0%	12%	4%	12%	4%	0%	4%	12%	12%

---

*IV.10. Gyökerkezelt II. osztályú MOD kavitással ellátott moláris fogak helyreállítására alkalmazott különböző szálerősített, csücsökborítással járó és anélküli restauratív technikák mechanikai vizsgálata*

Az egyes csoportok Kaplan-Meier túlélési görbéit a 18. ábra mutatja be. A 4. csoport szignifikánsan jobban teljesített, mint a többi vizsgálati csoport ( $p < 0,05$ ), kivéve a kontrollcsoportot. Az 5. csoport szignifikánsan gyengébben teljesített, mint a többi vizsgálati csoport ( $p < 0,05$ ), kivéve a 2. csoportot. A kontrollcsoport szignifikánsan jobban teljesített, mint a 2. és 5. csoport ( $p < 0,05$ ), azonban nem különbözött szignifikánsan a többi csoporttól.





**18. ábra:** Kaplan-Meier túlélési görbék.

Törésmintázatot tekintve valamennyi horizontális üvegszálat tartalmazó csoport (5. és 6. csoport) többnyire restaurálható töréseket tartalmazott. A kontroll és 3. csoportok esetében többnyire nem restaurálható töréseket találtunk. A 2. és 4. csoportok ugyanannyi restaurálható és nem restaurálható törést tartalmaztak (7. táblázat).

**7. táblázat:** Törésmintázatok gyakorisága százalékban kifejezve a 6 vizsgálati csoportban. n=20/csoport

	<b>1.</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>	<b>4.</b>	<b>5.</b>	<b>6.</b>
Nem tört el	50%	10%	30%	60%	0%	25%
Kedvezőtlen	35%	45%	40%	20%	10%	10%
Kedvező	15%	45%	30%	20%	90%	65%

## **V. Az értekezés új tudományos megállapításai**

Az értekezésben ismertetett vizsgálatok eredményei közül az alábbiakban foglaljuk össze azokat, amelyeket új tudományos megállapításnak tekintünk.

Megállapítottuk, hogy sekély (3,5 mm mélységű) moláris MOD restaurátumok töréssel szembeni ellenállását a hagyományos kompozit tömés képes helyreállítani, függetlenül az üreg falvastagságától. Mély MOD moláris kavitások esetében ez nem mondható el: ezekben az esetekben a hagyományos kompozit tömással ellátott fog töréssel szemben kevésbé ellenálló. Az viszont, ha a fog még gyökerkezelt is, nem eredményez további szignifikáns romlást a töréssel szembeni ellenállásban.

Megállapítottuk, hogy mély MOD moláris kavitások helyreállítása esetén számos pozícióban használható polietilénrost a fogak megerősítésére. Ezek közül **kutatócsoportunk írta le először a transzkoronális fixáció technikáját**, mely kiemelten magas töréssel szembeni ellenállást eredményezett. Ugyanakkor az üvegszál háló csak bizonyos pozíciókban alkalmazva volt képes megerősíteni a fogakat. Megállapítottuk továbbá, hogy az SFRC mély MOD kavitás helyreállítása esetén önmagában is képes az ép foghoz hasonló töréssel szembeni ellenállást létrehozni, szemben a hagyományos kompozit tömással. Utóbbira, amennyiben törés következik be, mély kavitás esetén is a klinikailag kedvezőtlen törésmintázat jellemző.

Megállapítottuk, hogy mély MOD moláris kavitások restaurálása esetén a restaurált fog túlélése, töréssel szembeni ellenállása, és a törési mintázat szempontjából is közömbös, hogy a paszta állagú SFRC-t rétegezve vagy bulk-fill eljárással, tehát tömegesen bejuttatva alkalmazzuk. Közömbös továbbá az is, hogy a folyékony SFRC-ből kialakított restaurációt paszta vagy magasan

töltött folyékony kompozit tömőanyaggal fedjük. Az, hogy a folyékony SFRC-t tömegesen juttattuk be vagy rétegeztük, nem okozott különbséget a túlélésben vagy a töréssel szembeni ellenállásban. Ez a megállapítás klinikai szempontból jelentős, hiszen a rétegzés jóval időigényesebb eljárás.

Megállapítottuk, hogy mély MOD moláris kavitások esetén a paszta SFRC, alkalmazási módtól (rétegzés vagy bulk-fill) függetlenül, kevesebb zománcrepedést okozott a tömés elkészülte után, mint a hagyományos, rétegzett kompozit tömés. Ez az arány 1 hét elteltével is egyértelműen fennmaradt, miközben a repedések száma az egy hét során minden vizsgálati csoportban szignifikánsan nőtt a közvetlenül a tömés elkészítése utáni számhoz képest. Megállapítható tehát, hogy az anyagok zsugorodása következtében kialakuló zománcrepedések szempontjából sincs előnye az SFRC rétegzésének, ebből következően pedig, tekintettel az időtakarékoság szempontjára, a klinikai gyakorlat számára a bulk-fill alkalmazási mód javasolható.

Megállapítottuk, hogy gyökérkezelt premoláris MOD kavitások esetén az **általunk kidolgozott Bioblock-technika** jobb töréssel szembeni ellenállást eredményezett, mint az FRC csapokat alkalmazó módszerek. Ugyanakkor a Bioblock-technika sem volt képes az egészséges fogak szintjére visszaállítani ezen restaurátumok töréssel szembeni ellenállását. A Bioblock-technika esetén közel azonos mikrokeménység volt elérhető az FRC csapon keresztüli fényvezetéses fotopolimerizáció által, mint egy fotopolimerizációt nem igénylő, duál kötésű anyag esetén.

Megállapítottuk, hogy a normál rágóerőket szimuláló fárasztásos vizsgálat esetén, gyökérkezelt premoláris MO kavitásban elasztikus FRC csapot alkalmazva egyedül a csap folyékony SFRC anyaggal történő ragasztása mellett volt lehetséges a fogak ellenállásának az intakthoz közelítő szintre történő visszaállítása. A Bioblock-technika ebben a szituációban sem eredményezett az egészséges fogakéhoz hasonló ellenállást. **Tudomásunk szerint a folyékony SFRC csapragasztási célú alkalmazását kutatócsoportunk javasolta először az**

**irodalomban.** A technika előnye, hogy alkalmazása esetén csücsökborításra nincs szükség.

Megállapítottuk, hogy gyökerkezelt premoláris MOD kavitás esetén a Bioblock-technika csücsökborítással képes volt megerősíteni a fogakat a hagyományos kompozit töméshez képest, de csücsökborítás nélkül nem. Az általunk javasolt elasztikus FRC csap folyékony SFRC anyaggal ragasztva, csücsökborítás nélkül is jelentősen nagyobb túlélést mutatott, mint a hagyományos kompozit tömés vagy mint a Bioblock-technika direkt csücsökborítással. Mindezek folyamánya, hogy ha a csapozás és csonkfelépítés csak SFRC-t tartalmaz (Bioblock-technika), akkor csücsökborítás szükséges, míg ha hosszú és rövid üvegszálakat is (elasztikus FRC csap és folyékony SFRC) tartalmaz, akkor nem feltétlen kell a csücsköket beborítani.

Megállapítottuk, hogy gyökerkezelt moláris I. osztályú kavitás esetén a folyékony SFRC anyag hozta létre a legmagasabb túlélést az összes tesztelt csoport és anyag közül, valamint jelentősen nagyobb túlélést hozott létre a hagyományos kompozit töméshez képest. Emellett a

vizsgált üvegeionomer anyagok tekintetében megállapítottuk, hogy ebben a szituációban az adhezív előkezelés az ezekkel készült restaurátumok túlélését nem növeli.

Megállapítottuk, hogy gyökérkezelt moláris MOD kavitás esetén, ha a megmaradt falakat horizontálisan stabilizáljuk FRC csap vagy polietilénrost segítségével, a csücsökborítás mindig jelentősen magasabb túlélést biztosít a csücsökborítást mellőző, azonos szálerősítést alkalmazó megoldáshoz képest. Hasonló megerősítést biztosít a csücsökborítást alkalmazó restaurátumokhoz a kavitás tisztán folyékony SFRC anyagból, fedés nélkül történő helyreállítása.

## **IX. Az értekezés alapjául szolgáló közlemények**

### IX.1. Az értekezésben felhasznált közlemények

#### **PhD előtti közlemények (felhasználva, mint előzmény)**

1. **Fráter M**, Forster A, Keresztúri M, Braunitzer G, Nagy K. In vitro fracture resistance of molar teeth restored with a short fibre-reinforced composite material. ***JOURNAL OF DENTISTRY*** 2014 Sep;42(9):1143-50.

Scimango: **Q1, D1**

IF:2.749

független/összes MTMT idézés: 55/75

#### **PhD utáni közlemények (a tematika sorrendjében)**

2. Forster A, Braunitzer G, Tóth M, Szabó BP, **Fráter M**. In Vitro Fracture Resistance of Adhesively Restored Molar Teeth with Different MOD Cavity Dimensions. ***JOURNAL OF PROSTHODONTICS*** 2019 Jan;28(1):e325-e331.

Scimango: **Q1**

IF:2.187

független/összes MTMT idézés: 42/58



3. Sary 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. *JOURNAL OF MECHANICAL BEHAVIOR OF BIOMEDICAL MATERIALS* 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.

Scimango: Q1

IF:3.372

független/összes MTMT idézés: 20/37

4. Fráter M, Sary 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.

Scimango: Q1

IF:4.967

független/összes MTMT idézés: 12/23

5. Néma V, Sály T, Szántó LF, Braunitzer G, **Fráter M.** Rövid üvegszál megerősített kompozit által kifejtett olimerizációs stress. Előzetes tanulmány : [Polymerization shrinkage-stress of short fiber-reinforced composite. Pilot study.] **FOGORVOSI SZEMLE** 2022;115(4):178-82.

Scimago: - IF: -

független/összes MTMT idézés: 0/1

6. Néma V, Sály T, Szántó FL, Szabó B, Braunitzer G, Lassila L, Garoushi S, Lempel E, **Fráter M.** Crack propensity of different direct restorative procedures in deep MOD cavities. **CLINICAL ORAL INVESTIGATIONS** 2023 May;27(5):2003-2011.

Scimago: **Q1, D1** IF: 3.4

független/összes MTMT idézés: 1/6

7. Forster A, Sary 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. ***JOURNAL OF ADHESION SCIENCE AND TECHNOLOGY*** 2016;31, 1454–66.  
Scimango: **Q3** IF:1.039

független/összes MTMT idézés: 20/28

8. **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. ***CLINICAL ORAL INVESTIGATIONS*** 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.  
Scimango: **Q1** IF:2.573

független/összes MTMT idézés: 29/49

9. **Fráter M**, Sáy 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. *DENTAL MATERIALS* 2021 Mar;37(3):391-402.  
Scimango: **Q1, D1** IF:5.687

független/összes MTMT idézés: 17/36

10. **Fráter M**, Sáy 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. *CLINICAL ORAL INVESTIGATIONS* 2022 Apr;26(4):3501-3513.  
Scimango: **Q1** IF: 3.4

független/összes MTMT idézés: 3/10

11. 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. ***DENTAL MATERIALS*** 2022 Apr;38(4):e83-e93.

Scimango: **Q1, D1** IF: 5

független/összes MTMT idézés: 5/13

12. Volom A, Vincze-Bandi E, Sály T, Alleman D, Forster A, Jakab A, Braunitzer G, Garoushi S, Fráter M. Fatigue performance of endodontically treated molars reinforced with different fiber systems. ***CLINICAL ORAL INVESTIGATION*** 2023 Jun;27(6):3211-3220.

Scimango: **Q1, D1** IF: 3.4

független/összes MTMT idézés: 1/5

13. Jakab A, Volom A, Sály T, Vincze-Bandi E, Braunitzer G, Alleman D, Garoushi S, **Fráter M**. Mechanical Performance of Direct Restorative

Techniques Utilizing Long Fibers for "Horizontal Splinting" to Reinforce Deep MOD Cavities-An Updated Literature Review. *POLYMERS (Basel)* **2022** Apr 1;14(7):1438.

Scimango: **Q1**

IF: 5

független/összes MTMT idézés: 5/6

IX.2. Az értekezés tárgyköréhez kapcsolódó, de az értekezésben fel nem használt közlemények

1. **Fráter M**, Forster A, Jantyk Á, Braunitzer G, Nagy K. Flexibilis és merev üvegszál megerősítésű intraradikuláris csapok törési ellenállásának in vitro összehasonlító vizsgálata--pilot study [Fracture strength of elastic and conventional fibre-reinforced composite intraradicular posts--an in vitro pilot study]. *FOGORVOSI SZEMLE* **2015** Dec;108(4):115-9.

Scimango: **Q4**

IF: -

független/összes MTMT idézés: 3/4

2. **Fráter M**, Forster A, Jantyk Á, 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. *AUSTRALIAN ENDODONTIC JOURNAL* 2017 Apr;43(1):16-22.  
Scimango: **Q2** IF:1.371

független/összes MTMT idézés: 29/38

3. Szabó B, Eördegh G, Szabó P B, **Fráter M**. Gyökéramputált és betéttel restaurált felső moláris fogak törési ellenállásának in vitro vizsgálata. Előzetes tanulmány : [In vitro fracture resistance of root amputated molar teeth restored with overlay. Pilot study.] *FOGORVOSI SZEMLE* 2017;110(4):111-6.  
Scimango: **Q4** IF: -

független/összes MTMT idézés: 1/7

4. Volom A, **Fráter M.** Transzmurális szálerősítéses merevítés a nagyméretű MOD kavitások mechanikai ellenállóképességének növelésére – technikai leírás : [Transmural fiber reinforcement in order to restore the fracture resistance of large MOD cavities]. ***FOGORVOSI SZEMLE*** **2019**;112(3):82-6.

Scimango: **Q4**

IF: -

független/összes MTMT idézés: 1/1

5. Szabó B, Garoushi S, Braunitzer G, Szabó P B, Baráth Z, **Fráter M.** Fracture behavior of root-amputated teeth at different amount of periodontal support – a preliminary in vitro study. ***BMC ORAL HEALTH*** **2019** Nov 27;19(1):261.

Scimango: **Q1**

IF:1.911

független/összes MTMT idézés: 4/13



6. Lassila L, Oksanen V, **Fráter M**, Vallittu PK, Garoushi S. The influence of resin composite with high fiber aspect ratio on fracture resistance of severely damaged bovine incisors. ***DENTAL MATERIALS JOURNAL*** 2020 Jun 5;39(3):381-388.

Scimango: **Q1**

IF:2.102

független/összes MTMT idézés: 8/17

7. **Fráter M**, Sály T, Garoushi S. Bioblock technique to treat severe internal resorption with subsequent periapical pathology: a case report. ***RESTORATIVE DENTISTRY & ENDODONTICS*** 2020 Aug 18;45(4):e43.

Scimango: -

IF: -

független/összes MTMT idézés: 2/6

8. **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.

Scimango: **Q1**

IF:2.885

független/összes MTMT idézés: 13/30

9. Battancs E, **Fráter M**, Sály T, Gál E, Braunitzer G, Szabó P B, Garoushi S. Fracture Behavior and Integrity of Different Direct Restorative Materials to Restore Noncarious Cervical Lesions. *POLYMERS (Basel)* 2021 Nov 29;13(23):4170.

Scimango: **Q1**

IF:4.967

független/összes MTMT idézés: 4/5

- 10. Fráter M, Sály T, Braunitzer G, Balázs Szabó P, Lassila L, Vallittu PK, Garoushi S.** Fatigue failure of anterior teeth without ferrule restored with individualized fiber-reinforced post-core foundations. ***JOURNAL OF MECHANICAL BEHAVIOR OF BIOMEDICAL MATERIALS*** **2021** Jun;118:104440.  
Scimango: **Q2** IF:4.042

független/összes MTMT idézés: 12/21

- 11. Szabó VT, Szabó B, Tarjányi T, Szőke-Trenyik E, Szabó PB, Fráter M.** Analog and digital modelling of sound and impaired periodontal supporting tissues during mechanical testing. ***ANALECTA TECHNICA SZEGEDIENSIA*** **2021**;15(2):84-97.  
Scimango: - IF: -

független/összes MTMT idézés: 4/4

12. Szabó TV, Szabó B, Braunitzer G, Szabó PB, **Fráter M.** A gyökéramputáció hatásának vizsgálata intrakoronálisan sínezett, furkációérintett felső moláris fogak törési ellenállására. Előzetes tanulmány : [Effect of root amputation on the fracture resistance of furcation-involved, intracoronally splinted upper molars. Pilot study.] *FOGORVOSI SZEMLE* **2022**;115(2):69-75.

Scimango: - IF: -

független/összes MTMT idézés: -

13. Szabó VT, Szabó B, Paczona B, Mészáros C, Braunitzer G, Balázs Szabó P, Garoushi S, **Fráter M.** The biomechanical effect of root amputation and degree of furcation involvement on intracoronally splinted upper molar teeth - An in vitro study. *JOURNAL OF MECHANICAL BEHAVIOR OF BIOMEDICAL MATERIALS* **2022** May;129:105143.

Scimango: **Q2** IF: 3.9

független/összes MTMT idézés: 1/2

14. Battancs E, Sary T, Molnár J, Braunitzer G, Skolnikovics M, Schindler A, 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.

Scimango: **Q1** IF: 4.967

független/összes MTMT idézés: 3/4

15. Dunavari E, Berta G, Kiss T, Szalma J, **Fráter M**, Boddi K, Lempel E. Effect of Pre-Heating on the Monomer Elution and Porosity of Conventional and Bulk-Fill Resin-Based Dental Composites. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES* 2022 Dec 19;23(24):16188.

Scimango: **Q1** IF: 5.6

független/összes MTMT idézés: 3/5

16. Szabó VT, Szabó B, Barcsayné-Tátrai N, Mészáros C, Braunitzer G, Szabó BP, Lassila L, Garoushi S, **Fráter M.** Fatigue Resistance of Dissected Lower First Molars Restored with Direct Fiber-Reinforced Bridges-An In Vitro Pilot Study ***POLYMERS (Basel)*** 2023 Mar 8;15(6):1343.

Scimango: **Q1**

IF: 5

független/összes MTMT idézés: 3/3

17. **Fráter M,** Grosz J, Jakab A, Braunitzer G, Tarjányi T, Gulyás G, Bali K, Villa-Machado PA, Garoushi S, Forster A. Evaluation of microhardness of short fiber-reinforced composites inside the root canal after different light curing methods - An in vitro study.

***JOURNAL OF MECHANICAL BEHAVIOR OF BIOMEDICAL MATERIALS*** 2024

Feb;150:106324.

Scimango: **Q2**

IF: 3.9

független/összes MTMT idézés: -

18. Jakab A, Palkovics D, T Szabó V, Szabó B, Vincze-Bandi E, Braunitzer G, Lassila L, Vallittu P, Garoushi S, **Fráter M**. Mechanical Performance of Extensive Restorations Made with Short Fiber-Reinforced Composites without Coverage: A Systematic Review of In Vitro Studies. ***POLYMERS (Basel)*** 2024 Feb 21;16(5):590.  
Scimago: **Q1** IF: 5

független/összes MTMT idézés: -

19. ElAziz RHA, ElAziz SAA, ElAziz PMA, **Frater M**, Vallittu PK, Lassila L, Garoushi S. Clinical evaluation of posterior flowable short fiber-reinforced composite restorations without proximal surface coverage. ***ODONTOLOGY*** 2024 Feb 23.  
Scimago: **Q1** IF: 3.9

független/összes MTMT idézés: -

20. Néma V, Kunsági-Máté S, Óri Z, Kiss T, Szabó P, Szalma J, **Fráter M**, Lempel E. Relation between internal adaptation and degree of conversion of short-fiber reinforced resin composites applied in bulk or layered technique in deep MOD cavities. ***DENTAL MATERIALS* 2024** Apr;40(4):581-592. Scimango: **Q1, D1** IF: 5

független/összes MTMT idézés: -

### IX.3. További lektorált közlemények

1. **Fráter M**, Braunitzer G, Urbán E, Bereczki L, Antal M, Nagy K. In vitro efficacy of different irrigating solutions against polymicrobial human root canal bacterial biofilms. ***ACTA MICROBIOLOGICA ET IMMUNOLOGICA HUNGARICA* 2013** Jun;60(2):187-99. Scimango: **Q3** IF:0.78

független/összes MTMT idézés: 7/7



2. **Fráter M**, Antal M, Braunitzer G, Joób-Fancsaly Á, Nagy K. Az endodonciai mikrosebészet helye napjainkban – irodalmi áttekintés : [An update on endodontic microsurgery – a literature review]. *FOGORVOSI SZEMLE* 2017;110(2):43-8.

Scimango: **Q4**

IF: -

független/összes MTMT idézés: 0/2

3. Párkányi L, Vályi P, Nagy K, **Fráter M**. Az odontogén góc és a szisztémás betegségek. Irodalmi áttekintés [Odontogenic foci and systemic diseases. A review]. *ORVOSI HETILAP* 2018 Mar;159(11):415-422.

Scimango: **Q3**

IF:0.564

független/összes MTMT idézés: 11/12

4. Párkányi L, **Fráter M.** Feszés íny szélesítés implantátumok körül – “H” technika esetismertetés : [Thickening the attached gingiva around implants – the “H-technique” – case presentation]. *FOGORVOSI SZEMLE* **2018**;111(1):12-5.

Scimango: **Q4**

IF: -

független/összes MTMT idézés: -

5. Antal M, Nagy E, Braunitzer G, **Fráter M,** Piffkó J. Accuracy and clinical safety of guided root end resection with a trephine: a case series. *HEAD & FACE MEDICINE* **2019** Dec 21;15(1):30.

Scimango: **Q1**

IF:1.882

független/összes MTMT idézés: 17/23

6. **Fráter M**, Jakab A, Braunitzer G, Tóth Z, Nagy K. The potential effect of instrumentation with different nickel titanium rotary systems on dentinal crack formation-An in vitro study. ***PLOS ONE*** 2020 Sep 9;15(9):e0238790.

Scimango: **Q1, D1** IF:3.24

független/összes MTMT idézés: 10/10

7. Nagy E, **Fráter M**, Antal M. Gyökércsúcs rezekciója navigált endodontiai mikrosebészeti technikával [Guided modern endodontic microsurgery by use of a trephine bur]. ***ORVOSI HETILAP*** 2020 Jul;161(30):1260-1265.

Scimango: **Q3** IF:0.54

független/összes MTMT idézés: 6/8

8. Barna BK, **Fráter M.** Műgyanta alapú kompozíciós helyreállító anyagok és azok egészségre gyakorolt hatása. Irodalmi áttekintés : [Resin based composite restorative materials and their effect on oral and general health. Literature review]. **FOGORVOSI SZEMLE** 2020;113(3):90-5.  
Scimango: **Q4** IF: -  
független/összes MTMT idézés: -

9. Szabó B, Szabó TV, **Fráter M.** Digitális technika alkalmazása parodontális betegségek diagnózisában és a sebészi megoldás tervezésében [Application of digital technique in the diagnosis of periodontal diseases and in surgical planning]. **ORVOSI HETILAP** 2022 Jun 19;163(25):1005-1011.  
Scimango: **Q4** IF: 0.6  
független/összes MTMT idézés: -

10. Kiscsatári R, Nagy E, Szabó M, Braunitzer G, Piffkó J, **Fráter M**, Antal M. Comparison of the three-dimensional accuracy of guided apicoectomy performed with a drill or a trephine: An in vitro study. *APPLIED SCIENCES (Basel)* **2023**;13(17):9642.

Scimago: **Q2**

IF: 2.7

független/összes MTMT idézés: -

11. Nagy E, Vőneki B, Vásárhelyi L, Szent I, **Fráter M**, Kukovecz Á, Antal M. An exploratory in vitro microcomputed tomographic investigation of the efficacy of semicircular apicoectomy performed with a trephine bur. *APPLIED SCIENCES (Basel)* **2023**;13(16):9431.

Scimago: **Q2**

IF: 2.7

független/összes MTMT idézés: -

## **JEGYZET:**

**Fráter M, Nagy K.**

*A fogászati ellátás higiénés szabályai pp. 77-84.*

In: Orosi, Piroska (szerk.) Infekciókontroll a gyakorlatban : egyetemi jegyzet

Debrecen, Magyarország : Debreceni Egyetemi Kiadó, (2015) p. 92

## **KÖNYVFEJEZET:**

**Fráter M, Szabó B.**

*Fogak preparálása betétekhez*

In: Pelsőczy-Kovács, István ; Radnai, Márta (szerk.)

Rögzített fogpótlások

Szeged, Magyarország : Medicina Könyvkiadó, (2022)  
151-162.

**Fráter M,** Pelsőczy-Kovács I, Szabó B.

*Rögzített fogművek cementezése, ragasztása*

In: Pelsőczy-Kovács, István ; Radnai, Márta (szerk.)

Rögzített fogpótlások

Szeged, Magyarország : Medicina Könyvkiadó, (2022)  
275-290.

Pelsőczy-Kovács I, **Fráter M.**

*Csapos fogművek*

In: Pelsőczy-Kovács, István ; Radnai, Márta (szerk.)

Rögzített fogpótlások

Szeged, Magyarország : Medicina Könyvkiadó, (2022)  
pp. 60-71.

**Fráter M,** Szabó B.

*Betétek*

In: Pelsőczy-Kovács, István ; Radnai, Márta (szerk.)

Rögzített fogpótlások

Szeged, Magyarország : Medicina Könyvkiadó, (2022)  
pp. 33-36.

**Fráter M**

*Fertőzésátvitel lehetőségei a fogászati ellátásban*

In: Barcs, István (szerk.) Egészségesen gyógyulni : A centripetális infekciókontroll kézikönyve

Budapest, Magyarország : Semmelweis Kiadó és Multimédia Stúdió, (2019) pp. 116-129. , 14 p.

**Fráter M, Nagy K.**

*Vágásos és tűszúrásos balesetek. A vérrel és váladékokkal terjedő fertőzések járványtana*

In: Barcs, István (szerk.) Egészségesen gyógyulni : A centripetális infekciókontroll kézikönyve

Budapest, Magyarország : Semmelweis Kiadó és Multimédia Stúdió, (2019) pp. 84-98. , 15 p.



Fráter Márk Tibor tudományos és oktatói munkásságának összefoglalása  
MTA V. Orvostudományi Osztálya (2024.05.24)

Tudományos közlemények	Száma		Hivatkozások <sup>1</sup>	
	Összesen	Részletezve	Független	Összes
<b>I. Tudományos folyóiratcikk<sup>2</sup></b>	<b>47</b>			
szakcikk nemzetközi folyóiratban, idegen nyelvű		26	223	360
szakcikk hazai idegen nyelvű		2	6	10
szakcikk magyar nyelvű		10	7	13
szakcikk sokszerzős, érdemi szerzőként <sup>3</sup>		0	0	0
összefoglaló közlemény		5	12	15
rövid közlemény		4	17	31
<b>II. Könyvek</b>	<b>0</b>			
<b>a) Szakkönyv, kézikönyv, tankönyv szerzőként</b>	<b>0</b>			
idegen nyelvű		0	0	0
magyar nyelvű		0	0	0
aa) Felsőoktatási tankönyv		0	0	0
<b>b) Szakkönyv, kézikönyv, konferenciakötet, tankönyv szerkesztőként</b>	<b>0</b>			
idegen nyelvű		0		
magyar nyelvű		0		
bb) Felsőoktatási tankönyv		0		
<b>III. Könyvrészlet</b>	<b>6</b>			
idegen nyelvű		0	0	0
magyar nyelvű		2	0	0
cc) Felsőoktatási tankönyvrészlet		4	0	0
<b>IV. Konferenciaközlemény<sup>4</sup></b>	<b>0</b>			
Oktatási közlemények összesen (II.aa,bb-III.cc)		4	0	0
<b>Tudományos közlemények összesen (I-IV)</b>		<b>49</b>	<b>265</b>	<b>429</b>
<b>Tudományos és oktatási közlemények összesen (I-IV)</b>	<b>53</b>		<b>265</b>	<b>429</b>
<b>V. További tudományos művek</b>	<b>26</b>			
További tudományos művek, ide értve a nem teljes folyóiratcikket és a nem ismert lektoráltságú folyóiratokban megjelent teljes folyóiratcikket is		24	0	0
Szerkesztőségi levelezés, hozzászólások, válaszok		2	1	2
Oltalmak (szabadalmak)		0	0	0
<b>VI. Hivatkozott absztraktok<sup>5</sup></b>	<b>0</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Összes hivatkozás<sup>1</sup></b>			<b>266</b>	<b>431</b>
<b>Hirsch index<sup>6</sup></b>	<b>13</b>			
<b>g index<sup>6</sup></b>	<b>23</b>			
<b>Speciális tudánymetriai adatok</b>	<b>Száma</b>	<b>Összes hivatkozás</b>		
Első szerzős teljes folyóiratcikkek száma <sup>2</sup>	17	248		
Utolsó szerzős teljes folyóiratcikkek száma <sup>2</sup>	23	136		
A tudományos fokozat (PhD 2016) elnyerése utáni teljes tudományos folyóiratcikkek száma	41	368		
Az utolsó 10 év (2014-) tudományos, teljes, lektorált tudományos folyóiratcikkeinek száma	44	423		
A legmagasabb hivatkozottságú közlemény hivatkozásainak száma (az összes hivatkozás százalékában)	53	12,3%		
Hivatkozások száma, amelyek nem szerepelnek a WoS/Scopus rendszerben		212		
Jelentés, guideline	1	0		
Csoportos (multicentrikus) közleményben kollaborációs közreműködő <sup>7</sup>	0	0		

**Megjegyzések:**

- 1 a disszertáció és egyéb típusú hivatkozás nélküli, a WoS és/vagy Scopus rendszerben nyilvántartott adatok
  - 2 lektorált, tudományos folyóiratban
  - 3 a szerző írásban nyilatkozik, hogy érdemi szerzői hozzájárulásával készültek szerzőként jegyzett közleményei, és az érdemi hozzájárulást dokumentálni tudja
  - 4 konferenciaközlemény folyóiratban, könyvben vagy egyéb konferenciakötetben
  - 5 nem-hivatkozott absztrakt itt nem kerül az összesítésbe
  - 6 a disszertáció és egyéb típusú hivatkozás nélküli összes hivatkozással számolva. A Hirsch és a g index definíciója
  - 7 közreműködés esetén a csoportos szerzőségű közlemények hivatkozottsága külön értékelendő, és nem számítható be az összesített hivatkozások közé
- n.a. = nincs adat

## X. A Felhasznált irodalom jegyzéke

1. Frencken, J.E.; Sharma, P.; Stenhouse, L.; Green, D.; Lavery, D.; Dietrich, T. Global Epidemiology of Dental Caries and Severe Periodontitis – a Comprehensive Review. *J Clinic Periodontology* **2017**, *44*, doi:10.1111/jcpe.12677.
2. De Paris Matos, T.; Perdigão, J.; De Paula, E.; Coppla, F.; Hass, V.; Scheffer, R.F.; Reis, A.; Loguercio, A.D. Five-Year Clinical Evaluation of a Universal Adhesive: A Randomized Double-Blind Trial. *Dental Materials* **2020**, *36*, 1474–1485, doi:10.1016/j.dental.2020.08.007.
3. Barbosa, T.D.S.; Miyakoda, L.S.; Pocztaruk, R.D.L.; Rocha, C.P.; Gavião, M.B.D. Temporomandibular Disorders and Bruxism in Childhood and Adolescence: Review of the Literature. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* **2008**, *72*, 299–314, doi:10.1016/j.ijporl.2007.11.006.
4. Magne, P.; Belser, U. *Biomimetic Restorative Dentistry*; Second edition.; Quintessence Publishing Co., Inc: Batavia, IL, 2021; ISBN 978-0-86715-572-3.
5. Deliperi, S.; Alleman, D.; Rudo, D. Stress-Reduced Direct Composites for the Restoration of Structurally Compromised Teeth: Fiber Design According to the “Wallpapering” Technique. *Operative Dentistry* **2017**, *42*, 233–243, doi:10.2341/15-289-T.

6. Lassila, L.; Garoushi, S.; Vallittu, P.K.; Säilynoja, E. Mechanical Properties of Fiber Reinforced Restorative Composite with Two Distinguished Fiber Length Distribution. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* **2016**, *60*, 331–338, doi:10.1016/j.jmbbm.2016.01.036.
7. Lassila, L.; Keulemans, F.; Säilynoja, E.; Vallittu, P.K.; Garoushi, S. Mechanical Properties and Fracture Behavior of Flowable Fiber Reinforced Composite Restorations. *Dental Materials* **2018**, *34*, 598–606, doi:10.1016/j.dental.2018.01.002.
8. Kim, K. -H.; Okuno, O. Microfracture Behaviour of Composite Resins Containing Irregular-shaped Fillers. *J of Oral Rehabilitation* **2002**, *29*, 1153–1159, doi:10.1046/j.1365-2842.2002.00940.x.
9. Barreto, B.C.F.; Van Ende, A.; Lise, D.P.; Noritomi, P.Y.; Jaecques, S.; Sloten, J.V.; De Munck, J.; Van Meerbeek, B. Short Fibre-Reinforced Composite for Extensive Direct Restorations: A Laboratory and Computational Assessment. *Clin Oral Invest* **2016**, *20*, 959–966, doi:10.1007/s00784-015-1576-3.
10. Manhart, J.; Kunzelmann, K.-H.; Chen, H.Y.; Hickel, R. Mechanical Properties and Wear Behavior of Light-Cured Packable Composite Resins. *Dental Materials* **2000**, *16*, 33–40, doi:10.1016/S0109-5641(99)00082-2.
11. Garoushi, S.; Sungur, S.; Boz, Y.; Ozkan, P.; Vallittu, P.K.; Uctasli, S.; Lassila, L. Influence of

- Short-Fiber Composite Base on Fracture Behavior of Direct and Indirect Restorations. *Clin Oral Invest* **2021**, *25*, 4543–4552, doi:10.1007/s00784-020-03768-6.
12. Brunthaler, A.; König, F.; Lucas, T.; Sperr, W.; Schedle, A. Longevity of Direct Resin Composite Restorations in Posterior Teeth: A Review. *Clin Oral Invest* **2003**, *7*, 63–70, doi:10.1007/s00784-003-0206-7.
  13. Van Dijken, J.W.V.; Lindberg, A. A 15-Year Randomized Controlled Study of a Reduced Shrinkage Stress Resin Composite. *Dental Materials* **2015**, *31*, 1150–1158, doi:10.1016/j.dental.2015.06.012.
  14. Da Rosa Rodolpho, P.A.; Donassollo, T.A.; Cenci, M.S.; Loguercio, A.D.; Moraes, R.R.; Bronkhorst, E.M.; Opdam, N.J.M.; Demarco, F.F. 22-Year Clinical Evaluation of the Performance of Two Posterior Composites with Different Filler Characteristics. *Dental Materials* **2011**, *27*, 955–963, doi:10.1016/j.dental.2011.06.001.
  15. Ástvaldsdóttir, Á.; Dagerhamn, J.; Van Dijken, J.W.V.; Naimi-Akbar, A.; Sandborgh-Englund, G.; Tranæus, S.; Nilsson, M. Longevity of Posterior Resin Composite Restorations in Adults – A Systematic Review. *Journal of Dentistry* **2015**, *43*, 934–954, doi:10.1016/j.jdent.2015.05.001.
  16. Alvanforoush, N.; Palamara, J.; Wong, R.; Burrow, M. Comparison between Published Clinical Success of Direct Resin Composite

- Restorations in Vital Posterior Teeth in 1995–2005 and 2006–2016 Periods. *Australian Dental Journal* **2017**, *62*, 132–145, doi:10.1111/adj.12487.
17. Borgia, E.; Baron, R.; Borgia, J.L. Quality and Survival of Direct Light-Activated Composite Resin Restorations in Posterior Teeth: A 5- to 20-Year Retrospective Longitudinal Study. *Journal of Prosthodontics* **2019**, *28*, doi:10.1111/jopr.12630.
  18. Lassila, L.; Säilynoja, E.; Prinssi, R.; Vallittu, P.K.; Garoushi, S. Fracture Behavior of Bi-Structure Fiber-Reinforced Composite Restorations. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* **2020**, *101*, 103444, doi:10.1016/j.jmbbm.2019.103444.
  19. Bijelic-Donova, J.; Garoushi, S.; Lassila, L.V.; Rocca, G.T.; Vallittu, P.K. Crack Propagation and Toughening Mechanism of Bilayered Short-Fiber Reinforced Resin Composite Structure — Evaluation up to Six Months Storage in Water. *Dent. Mater. J.* **2022**, *41*, 580–588, doi:10.4012/dmj.2021-321.
  20. Tsujimoto, A.; Barkmeier, W.W.; Takamizawa, T.; Latta, M.A.; Miyazaki, M. Mechanical Properties, Volumetric Shrinkage and Depth of Cure of Short Fiber-Reinforced Resin Composite. *Dental Materials Journal* **2016**, *35*, 418–424, doi:10.4012/dmj.2015-280.
  21. Garoushi, S.; Gargoum, A.; Vallittu, P.K.; Lassila, L. Short Fiber-Reinforced Composite Restorations:

- A Review of the Current Literature. *J Investig Clin Dent* **2018**, *9*, e12330, doi:10.1111/jicd.12330.
22. Magne, P.; Silva, S.; Andrada, M. de; Maia, H. Fatigue Resistance and Crack Propensity of Novel “Super-Closed” Sandwich Composite Resin Restorations in Large MOD Defects. *Int J Esthet Dent* **2016**, *11*, 82–97.
  23. Zicari, F.; Van Meerbeek, B.; Scotti, R.; Naert, I. Effect of Fibre Post Length and Adhesive Strategy on Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth after Fatigue Loading. *Journal of Dentistry* **2012**, *40*, 312–321, doi:10.1016/j.jdent.2012.01.006.
  24. Lazari, P.C.; De Carvalho, M.A.; Del Bel Cury, A.A.; Magne, P. Survival of Extensively Damaged Endodontically Treated Incisors Restored with Different Types of Posts-and-Core Foundation Restoration Material. *The Journal of Prosthetic Dentistry* **2018**, *119*, 769–776, doi:10.1016/j.prosdent.2017.05.012.
  25. Gresnigt, M.M.M.; Özcan, M.; Carvalho, M.; Lazari, P.; Cune, M.S.; Razavi, P.; Magne, P. Effect of Luting Agent on the Load to Failure and Accelerated-Fatigue Resistance of Lithium Disilicate Laminate Veneers. *Dental Materials* **2017**, *33*, 1392–1401, doi:10.1016/j.dental.2017.09.010.
  26. Soares, L.M.; Razaghy, M.; Magne, P. Optimization of Large MOD Restorations: Composite Resin Inlays vs. Short Fiber-Reinforced

- Direct Restorations. *Dental Materials* **2018**, *34*, 587–597, doi:10.1016/j.dental.2018.01.004.
27. Venturini, A.B.; Bohrer, T.C.; Fontana, P.E.; Fröhlich, T.T.; May, L.G.; Valandro, L.F. Step-Stress vs. Staircase Fatigue Tests to Evaluate the Effect of Intaglio Adjustment on the Fatigue Behavior of Simplified Lithium Disilicate Glass-Ceramic Restorations. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* **2021**, *113*, 104091, doi:10.1016/j.jmbbm.2020.104091.
28. Magne, P.; Carvalho, A.; Bruzi, G.; Anderson, R.; Maia, H.; Giannini, M. Influence of No-Ferrule and No-Post Buildup Design on the Fatigue Resistance of Endodontically Treated Molars Restored With Resin Nanoceramic CAD/CAM Crowns. *Operative Dentistry* **2014**, *39*, 595–602, doi:10.2341/13-004-L.
29. Magne, P.; Goldberg, J.; Edelhoff, D.; Güth, J.-F. Composite Resin Core Buildups With and Without Post for the Restoration of Endodontically Treated Molars Without Ferrule. *Operative Dentistry* **2016**, *41*, 64–75, doi:10.2341/14-258-L.
30. Figueiredo, F.; Santos, R.; Silva, A.; Valdíviva, A.; Oliveira-Neto, L.; Griza, S.; Soares, C.; Faria-e-Silva, A. Ferrule Design Does Not Affect the Biomechanical Behavior of Anterior Teeth Under Mechanical Fatigue: An In Vitro Evaluation. *Operative Dentistry* **2019**, *44*, 273–280, doi:10.2341/17-296-L.



31. Scotti, N.; Coero Borga, F.A.; Alovise, M.; Rota, R.; Pasqualini, D.; Berutti, E. Is Fracture Resistance of Endodontically Treated Mandibular Molars Restored with Indirect Onlay Composite Restorations Influenced by Fibre Post Insertion? *Journal of Dentistry* **2012**, *40*, 814–820, doi:10.1016/j.jdent.2012.06.005.

## **XI. Köszönetnyilvánítás**

Jelen tézis három fő pilléren nyugszik: 1. csapat, 2. motiváció, és 3. érzelmi támogatás.

Mivel a tézis több, mint tíz év intenzív kutatói munkájának egy részét mutatja be, sem a tézis, sem a kutatások nem lettek volna lehetségesek egy ütőképes csapat nélkül, akik hajlandók voltak sokszor mindent alárendelni a kutatásnak, és prioritásként kezelni a számukra kiosztott feladatot. Ezúton köszönöm PhD-hallgatóimnak, fiatal kollégáimnak, akik segítettek abban, hogy a Biomechanikai kutatócsoport mára az első számú fogászati üvegszálás anyagokat tesztelő csapatná nőtte ki magát Európában. Kiemelt köszönet illeti meg **Dr. Jakab András** fiatal kollégámat, akinél szorgalmasabb embert nem ismerek, tehetsége pedig sokszor zavarba ejtő.

Köszönettel tartozom **Dr. Szabó P. Balázs** Tanszékvezető Docens Úrnak, akivel az évek alatt együtt tanultuk meg a statikus és dinamikus mechanikai vizsgálatok kivitelezését, fortélyait.

Köszönetet kell mondanom nemzetközi kutatótársaimnak, **Sufyan Garoushinak, Lippo Lassilanak és Pekka Vallittu** Professzor Úrnak, akikkel már évek óta együtt végzem a kutatásokat és akikhez mindig fordulhattam szakmai segítségért.

Köszönettel tartozom **Dr. Braunitzer Gábornak** nem csak a számos statisztikai és lektori feladatért, amit ellátott a kutatások során, hanem az önzetlen segítségnyújtásért is, bármiről is legyen szó.

Hálásan köszönöm az MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíjnak, hogy támogatásával lehetővé tette kutatómunkám.

Kiemelt köszönettel tartozom **Nagy Katalin** Professzor Asszonynak, aki végig kísérte a szakmai pályafutásom minden egyes lépését, mint oktató, dékán, PhD-témavezető. Ő egy valódi ikon a magyar fogorvoslásban. Hatalmas motivációt jelentett és jelent még jelenleg is velem dolgozni, oktatni, kutatni.

Köszönet illeti **Búzás Krisztina** Tanszékvezető Asszonyt, akire szintén számíthattam, ha segítségre volt szükségem.

Köszönettel tartozom támogatásáért, valamint szakmai és emberi példamutatásáért **Kemény Lajos** Professzor Úrnak, akire mind az SZTE, mind Magyarország büszke lehet.

Köszönettel tartozom **Elekes Attilának** és a **GC Hungary** csapatának a kutatásokban nyújtott támogatásukért.

A másik fő motiváló személy az életemben **Édesanyám**, aki miatt fogorvos lettem, és aki miatt mindig is szerettem volna egyetemi tanár lenni.

Építkezni természetesen csak stabil érzelmi háttérrel lehetséges, ezért szeretnék köszönetet mondani a támogatásukért **Szüleimnek**, menyasszonyomnak **Eszternek**, és barátaimnak.