



SEMMELWEIS EGYETEM

Fogorvostudományi Kar Fogpótlástani Klinika

Igazgató

PROF. DR. HERMANN PÉTER

egyetemi tanár

Bírálati vélemény Dr. Lempel Edina „A fogászati kompozitok polimerizációval összefüggő tulajdonságainak és klinikai túlélésének vizsgálatai” című MTA doktori értekezéséről

A dolgozat átfogó, multidiszciplináris kutatómunkát mutat be, amely a fogászati kompozitok anyagtani, polimerizációs, biológiai és klinikai tulajdonságait vizsgálja. A szerző három vizsgálati szinten – in vitro laboratóriumi, ex vivo experimentális és in vivo klinikai – elemzi a kompozitok viselkedését, különös tekintettel a polimerizációs folyamatokra, a monomerkoldódásra és a restaurációk hosszú távú sikerességére. Az értekezés mind formai, mind tartalmi szempontból megfelel az MTA doktori értekezésekkel szemben támasztott követelményeknek, és jelentős újdonságértékkel bír a restauratív fogászat területén.

Formai és tartalmi megfelelés

A dolgozat szerkezete példaszerűen tagolt: tartalmaz címlapot, tartalomjegyzéket, rövidítések jegyzékét, részletes bevezetést és irodalmi háttérrel, világosan megfogalmazott célkitűzéseket, részletes anyag- és módszertani leírást, eredményeket, megbeszélést, következtetéseket, új tudományos megállapításokat, irodalomjegyzéket és mellékleteket. A nyelvezet tudományos, precíz, közérthető, a fogászati szaknyelv szabályainak megfelel. A hivatkozások pontosak és következtetések, az ábrák és táblázatok önmagukban is informatívak, mindenhol megfelelő magyarázattal ellátottak.

A kutatások újdonsága és érdemei

A dolgozat kiemelkedő újdonsága, hogy a bulk-fill kompozitok konverziós fokát és monomerkiodódását különböző rétegvastagságokban, rapid polimerizáció és AFCT-módosított anyagok mellett, klinikailag releváns körülmények között vizsgálja. Innovatív, hogy az előmelegítés hatását nemcsak a konverzióra, hanem a porozitásra, monomerkiodódásra és citotoxicitásra is elemzi. Ex vivo pulpális hőmérséklet-mérések, valamint hosszú távú in vivo klinikai vizsgálatok révén a Szerző komplex képet ad a restaurációk túlélését befolyásoló tényezőkről. Külön figyelmet érdemel a bilamináris héjak és a Dahl-konceptióval kombinált ellátások vizsgálata, amelyek minimál invazív, esztétikus és funkcionális rehabilitációt tesznek lehetővé erősen destruált frontfogaknál.

A dolgozat módszertani sokszínűsége, a laboratóriumi, kísérletes és klinikai adatok egymást kiegészítő alkalmazása, valamint a részletes statisztikai elemzések (ANOVA, t-próba, regresszió, Kaplan-Meier analízis, GEER-modell) biztosítják az eredmények hitelességét. A kutatási kérdések és eredmények közvetlenül alkalmazhatók a mindennapi fogászati gyakorlatban, a dolgozat nemzetközi színvonalú, naprakész szakirodalmi háttérrel dolgozik, és világosan megfogalmazza az új tudományos eredményeket.

A vizsgálatok adatai és megbízhatósága

A dolgozatban bemutatott vizsgálatok során alkalmazott mérési protokollok, eszközök és statisztikai elemzések részletessége, valamint a nemzetközi standardokhoz (pl. ISO 10993-13, USPHS kritériumok) való igazodás biztosítja, hogy a közölt eredmények magas szintű hitelességgel és megbízhatósággal bírnak. A laboratóriumi vizsgálatok során mikro-Raman spektroszkópiával határozták meg a polimerizációs konverziót, RP-HPLC-vel a kioldódó monomerek mennyiségét, mikro-CT-vel a zsugorodást és porozitást, szakítópróbával a zsugorodási feszültséget. Ezek mind validált, nemzetközileg elfogadott módszerek, amelyek eredményei összevethetők más kutatásokkal.

A biológiai vizsgálatok során a sejttöxicitás értékelése ISO 10993 szabvány szerinti kolorimetriás tesztekkel (WST-1, MTT, LDH) történt, a pulpális hőmérséklet-emelkedést K-típusú hőelemmel, digitális hőregisztrálóval mérték. Az ex vivo és in vivo vizsgálatokhoz szükséges etikai engedélyek rendelkezésre álltak, a páciensek informált beleegyezése megtörtént, a Helsinki Deklaráció előírásait betartották.

A klinikai vizsgálatok validált kritériumrendszer (módosított USPHS) alapján, retrospektív és prospektív módon értékelték a restaurációk minőségét, túlélését, meghibásodásait. A túlélési analízisekhez Kaplan-Meier módszert, Cox-regressziót, GEER-modellt alkalmaztak, a statisztikai elemzések során mindenhol megadták a szignifikancia szinteket, konfidencia-intervallumokat, és a mintanagyság-bebecslést is elvégezték.

Az adatok hitelességét erősíti, hogy a mérési protokollok, anyagösszetételek, eszközök és statisztikai módszerek részletesen dokumentáltak, lehetővé téve az eredmények reprodukálását. Minden mérésnél standard anyagokat, kontrollmintákat használtak, a laboratóriumi mérések validálását részletesen ismertetik. Az eredményekhez minden esetben pontos értékeket, szórásokat, konfidencia-intervallumokat, statisztikai különbségeket közölnek, biztosítva az adattranszparenciát.

A Szerző mindenhol törekszik az adatok ellenőrizhetőségére, a mérési protokollok és eredmények reprodukálhatóságára. A vizsgálatok jelentős részének eredményei lektorált nemzetközi folyóiratokban megjelent közleményekből származnak, ezek pontosan hivatkoztak, és a dolgozatban világosan elkülönítve szerepelnek.

A dolgozat főbb eredményeinek értékelése

A bulk-fill kompozitok 4 mm-es rétegvastagságban is megfelelő konverziós fokot és alacsonyabb monomerkkioldódást biztosíthatnak, de a rapid polimerizáció és a rétegvastagság növelése csökkentheti a konverziót és növelheti a porozitást. Az előmelegítés javítja a konverziós fokot, de a monomerek kioldódására, azaz a monomer állófázisra gyakorolt hatása nem egyértelmű, anyag- és hőmérsékletfüggő. A polimerizációs lámpa fényintenzitása, spektruma, a fény-anyag távolság, valamint az üreg dimenziói jelentősen befolyásolják a polimerizáció hatékonyságát.

A nem reagált monomerek (BisGMA, UDMA, TEGDMA) kioldódása anyag- és protokollfüggő, de a klinikai expozíció általában a biztonságos határérték alatt marad. Az előmelegített kompozitok citotoxikus hatása nem szignifikánsan nagyobb, mint a szobahőmérsékletű anyagoké. A polimerizáció során keletkező hőmérséklet-emelkedés kontrollja kiemelten fontos, különösen vastagabb kerámia- vagy kompozitrétegek alkalmazásakor.

A direkt kompozit tömések hosszú távú túlélési aránya vitális fogakban 67–99%, gyökérkezelt fogakban valamivel alacsonyabb, de megfelelő alkalmazás mellett jó eredmények érhetők el.

Az indirekt lítium-diszilikát kerámia és laboratóriumi kompozit betétek hasonló rövid és hosszú távú klinikai teljesítményt mutatnak, a kerámia kissé jobb sikerességi aránnyal. A frontfogak direkt kompozit restaurációi is jó túlélési aránnyal bírnak, de az esztétikai meghibásodások (elszíneződés, lepattogzás) gyakoribbak. A bilamináris héjak és a Dahl-konceptióval kombinált ellátások minimál invazív, esztétikus és funkcionális rehabilitációt tesznek lehetővé erősen destruált frontfogaknál.

Hiányosságok és kritikai észrevételek

A dolgozat rendkívül részletes, jól tükrözi a Jelölt felkészültségét, a témában való jártasságát, helyenként túlzottan bőbeszédű, amely a lényegi mondanivaló áttekinthetőségét nehezítheti. Az ábrák és táblázatok bár informatívak, néhány esetben túl komplexek, nehezen értelmezhetők lehetnek a kevésbé gyakorlott olvasó számára. A bevezető és az irodalmi áttekintés olykor redundáns, egyes témakörök (pl. polimerizációs mechanizmusok) ismétlődnek.

A retrospektív klinikai vizsgálatoknál a beválogatási és kizárási kritériumok részletesebben is ismertethetők lennének, különösen a páciensek utánkövetésének pontossága, elvesztése, esetleges torzító hatásai kapcsán. Bár a statisztikai módszerek megfelelőek, a statisztikai eredmények interpretációja helyenként túl technikai, a klinikai jelentőség hangsúlyosabb kiemelése indokolt lenne. A saját eredmények nem minden esetben kerülnek közvetlen összevetésre a legújabb nemzetközi adatokkal.

Bizonyos klinikai vizsgálatok követési ideje rövid (pl. 27 hónapos esetsorozat), ami limitálja a hosszú távú következtetések általánosíthatóságát. Egyes alcsoportokban alacsony elemszám fordul elő, amely csökkentheti a statisztikai következtetések súlyát. Az in vitro és ex vivo modellek eredményei csak óvatosan extrapolálhatók a klinikai környezetre. A gyakorlati ajánlások helyenként általánosak, konkrétabb protokolljavaslatok hasznosak lennének. A fenti észrevételek nem vonnak le semmit a dolgozat értékéből, annak minden elemén látszik, hogy hatalmas odafigyeléssel és szakértelemmel készült.

Hitelesség, adatkezelés és etikai megfelelés

A dolgozatban szereplő adatok hitelessége magas szintű. A laboratóriumi és klinikai mérések módszertani alapossága, a statisztikai elemzések helyessége, a transzparens adatközlés, valamint a nemzetközi szakirodalomhoz való viszonyítás biztosítja az eredmények

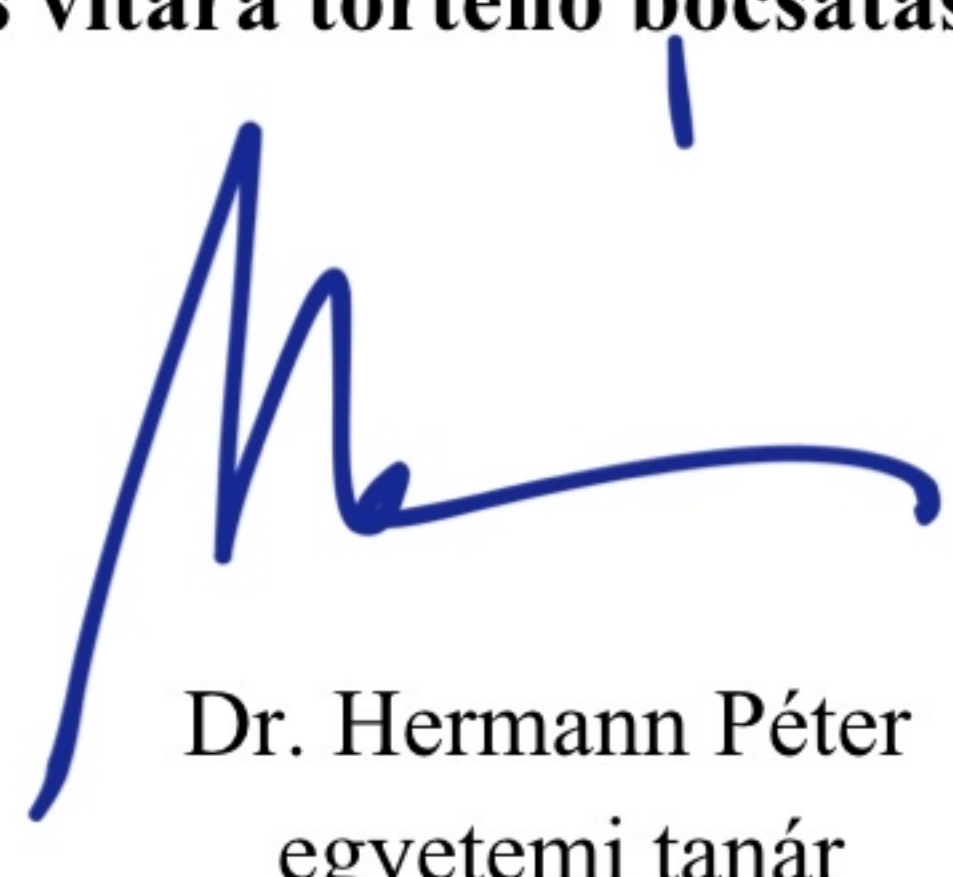
megbízhatóságát. A Szerző mindenhol törekszik az adatok ellenőrizhetőségére, a mérési protokollok és eredmények reprodukálhatóságára. A korlátokat és potenciális torzító tényezőket a szerző maga is ismerteti, ezek tudatosítása tovább növeli az adatok interpretációjának megbízhatóságát. Az etikai megfelelés, a részletes dokumentáció, a statisztikai megalapozottság és a nemzetközi standardokhoz való igazodás mind azt támasztják alá, hogy a dolgozatban közölt adatok hitelesek és megbízhatóak, alkalmasak tudományos következtetések levonására és a klinikai gyakorlatban való alkalmazásra is.

Összegzés és javaslat

Az értekezés mind formai, mind tartalmi szempontból megfelel az MTA doktori értekezésekkel szemben támasztott követelményeknek. A szerző a fogászati kompozitok polimerizációval összefüggő tulajdonságainak vizsgálatában úttörő, multidiszciplináris, klinikailag releváns kutatómunkát végzett. A dolgozat jelentős újdonságértékkel bír, eredményei közvetlenül hasznosíthatók a restauratív fogászatban.

A dolgozat eredményei hozzájárulnak a fogászati kompozitok biztonságosabb és hatékonyabb klinikai alkalmazásához, elősegítik az anyagválasztás, tömés technika és polimerizációs protokollok optimalizálását, valamint új szempontokat adnak a biológiai hatások értékeléséhez. A szerző magas színvonalú, önálló tudományos munkát végzett, amely mind a magyar, mind a nemzetközi fogászati kutatás számára értékes hozzájárulás.

Az értekezés hiteles, adatgazdag, módszertanilag megalapozott, eredményei a restauratív fogászat fejlődését szolgálják, a Szerző alkalmas az MTA doktori cím elnyerésére, ennél fogva javaslom dolgozat elfogadását és nyilvános vitára történő bocsátását.



Dr. Hermann Péter
egyetemi tanár

Budapest, 2025. szeptember 1.

Kérdések Dr. Lempel Edina értekezéséhez:

1. A dolgozatban részletesen vizsgálta a különböző polimerizációs paraméterek (fényintenzitás, expozíciós idő, előmelegítés) hatását a konverziós fokra és monomerkioldódásra. Hogyan látja a jövőbeli fejlődési irányokat ebben a témában? Milyen új technológiai megoldások vagy polimerizációs protokollok lehetnek perspektivikusak a klinikai gyakorlatban, amelyek tovább javíthatják a kompozitok tulajdonságait anélkül, hogy jelentősen bonyolítanák a mindennapi alkalmazást?
2. A bulk-fill kompozitok vizsgálata során érdekes eredményeket kapott a 4 mm-es rétegvastagságban alkalmazott anyagok esetében. Vannak-e tervei ezeknek az anyagoknak a hosszabb távú (5-10 éves) klinikai teljesítményének követésére? Milyen paramétereket tartana legfontosabbnak monitorozni egy ilyen hosszú távú vizsgálatban, és milyen metodológiai kihívásokat lát egy ilyen kutatás megvalósításában?
3. A monomerkioldódás vizsgálata során különböző kompozit típusok eltérő viselkedését figyelte meg. Hogyan értékeli a jelenlegi biztonságos expozíciós határértékeket a felszabadult monomerek (BisGMA, UDMA, TEGDMA) esetében? Látja-e annak lehetőségét, hogy a jövőben új, kevésbé toxikus monomer rendszerek kerüljenek kifejlesztésre, és milyen irányba tarthat a kompozitok biokompatibilitásának javítása?
4. A retrospektív és prospektív klinikai vizsgálatok során impozáns adatmennyiséget dolgozott fel. Milyen tapasztalatokat szerzett a különböző értékelési kritériumrendszerek (pl. módosított USPHS) használata során? Hogyan lehetne tovább standardizálni a kompozit restaurációk klinikai értékelését, és milyen új objektív mérési módszerek bevezetését tartaná hasznosnak a jövőben?
5. A dolgozatának eredményei számos új kutatási kérdést vetnek fel. Melyek azok a területek, amelyeket a legígéretesebbnek tart a kompozitok kutatásában a következő években? Hogyan látja a digitális fogászat fejlődésének (CAD/CAM, 3D nyomtatás) hatását a kompozit anyagokra és azok alkalmazására? Milyen interdiszciplináris együttműködéseket tartana hasznosnak a kutatás további fejlesztéséhez?