

**A BÖLCSESSÉGFOGAK ELLÁTÁSÁNAK SZÁJSEBÉSZETI ÉS
FOGORVOSI SZEMPONTJAI, VALAMINT A SZÖVŐDMÉNYEK
MEGELŐZÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI: KLINIKAI ÉS
EXPERIMENTÁLIS VIZSGÁLATOK**

MTA Doktori Értekezés Tézisei

Dr. Szalma József



Pécsi Tudományegyetem

Általános Orvostudományi Kar

Klinikai Központ

Fogászati és Szájsebészeti Klinika

2020.

I. TARTALOMJEGYZÉK

I. TARTALOMJEGYZÉK	1.
II. RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	2.
III. BEVEZETÉS	3.
IV. CÉLKITŰZÉSEK	4.
V. BETEGEK, ILLETVE ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK	6.
KLINIKAI VIZSGÁLATOK	6.
EXPERIMENTÁLIS VIZSGÁLATOK	13.
VI. EREDMÉNYEK	19.
KLINIKAI VIZSGÁLATOK	
VI.1. A gyökérsötételési rizikójel műtéti háttere	19.
VI.2. A pixelintenzitás-mérések eredményei	19.
VI.3. A digitális és filmalapú panorámaröntgenek összehasonlító értékelése	20.
VI.4. A panorámaröntgen és CBCT rizikójelek összefüggései. A CBCT hatása a döntéshozatalra	21.
VI.5. A bölcsességfogak szerepének vizsgálata az angulus és a fejecs töréseinél	21.
VI.6. A moláris fogak direkt restaurációinak sikeressége	22.
VI.7. A koronektómia fogszekciójának fűrőhüvellyel történő biztosítása	23.
EXPERIMENTÁLIS VIZSGÁLATOK	
VI.8.a. A vídia gömbfúrók kopottságának hatása az intraosseális hőhatásokra és a preparációs időkre	25.
VI.8.b. Az <i>in vitro</i> csontszimulációs modellek összehasonlításának eredményei	25.
VI.8.c. A legoptimálisabb intraosseális hőhatással és preparációs idővel járó fúrási paraméterek	26.
VI.9. A canalis mandibulae-t közelítő és fenesztráló csontelvételek	27.
VI.10. A legoptimálisabb fogszekciókkal kapcsolatos eredmények	32.
VII. KÖVETKEZTETÉSEK	33.
VIII. AZ ÚJ MEGÁLLAPÍTÁSOK ÖSSZEFOGLALÁSA	37.
IX. AZ ÉRTEKEZÉS ALAPJÁUL SZOLGÁLÓ KÖZLEMÉNYEK	39.
IX.1. Az értekezésben felhasznált közlemények	
IX.2. Az értekezés tárgyköréhez kapcsolódó közlemények	
IX.3. Egyéb lektorált közlemények	
IX.4. MTMT V. osztály táblázat	
X. IRODALOMJEGYZÉK	45.
XI. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	46.

II. RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

95% CI=	95%-os megbízhatósági tartomány, azaz konfidenciaintervallum
AAOMS=	American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons (angol), Amerikai Arc-, Állcsont- és Szájsebészeti Társaság
ALADA=	as low as diagnostically sufficient (angol), a legalacsonyabb sugárterhelés mely korrekt diagnózishoz vezet
ALARA=	as low as reasonably achievable (angol), a legalacsonyabb sugárterhelés mely indokolt
AP=	antero-poszterior röntgenbeállítás
BMD=	bone mineral density (angol), csontdenzitás
CAD=	Computer-aided design (angol), mérnöki tervezőprogram
CBCT=	„cone beam” (angol, kúpos sugarú) komputertomográfia
CT=	komputertomográfia
EADMFR=	European Academy for Dento-Maxillofacial Radiology (angol), Európai Dentomaxillofaciális Radiológiai társaság
EEG=	elektroencefalogram
FOV=	field of view (angol), a képalkotó eljárás által leképezett terület
IAC=	inferior alveolar canal (angol), canalis mandibulae
IAN=	inferior alveolar nerve (angol), nervus alveolaris inferior
IGF-I=	Insulin-like growth factor 1 (angol), inzulin-szerű növekedési faktor-1
JAR=	juxta-apikális radiolucencia
LKEF=	lingvális kortikális csontállomány elvékonyodása és vagy fenesztrációja
LN=	lingual nerve (angol), nervus lingualis
LR+=	likelihood ratio (angol), valószínűségi arányszám
MRI=	magnetic resonance imaging (angol), mágneses rezonanciavizsgálat
MTA=	mineral trioxide aggregate (angol), ásványi trioxid aggregátum
NEAK=	Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő
NIH=	National Institute of Health (angol), Amerikai Egyesült Államok Nemzeti Egészségügyi Intézete
NPV=	negatív prediktív érték
OPG=	oszteoprotegerin
OR=	odds ratio (angol), esélyhányados
P&G=	Pell &(és) Gregory, a róluk elnevezett osztályozás jelentéssel
PCF=	pounds per cubic feet (angol), azaz font/köbláb, font/láb ³ , lb/ft ³
PDL=	parodontális ligamentumok, rostrendszer
PMMA=	polimetil-metakrilát
PPV=	pozitív prediktív érték
PR=	panorámaröntgen, ortopantomográf
PRF=	platelet rich fibrin (angol), vérlemezkében gazdag fibrin
PRP=	platelet rich plasma (angol), vérlemezkében gazdag plazma
PU=	poliuretán
RANKL=	receptor activator of nuclear factor κB ligand (angol) „az osteoclastok RANK-ligandot megkötő jelfogója”
ROC=	receiver operating characteristics curve (angol), a vevőegység operációs karakterisztikus görbéje
ROI=	region of interest (angol), a kiválasztott terület
Sv (μS)=	sievert (mikro sievert), ekvivalens sugárzási dózis vagy dózisegyenérték
USPHS=	United States Public Health Service (angol), az Amerikai Egyesült Államok népegészségügyi szolgálata
UV=	ultraibolya sugárzás (200-400 nm)
ZC=	zománc-cement határvonal

III. BEVEZETÉS

A bölcsességfogakkal kapcsolatos szakirodalom nagyon bőséges. Az értekezés írásakor a bölcsességfog keresőszóra, pontosabban annak angol megfelelőjére ('third molar'), az egyik legnagyobb orvosi szakirodalmi adatbázisban tizenegyezer találatot kaptam. Ez egyrészt arra enged következtetni, hogy gyakran okoznak problémát a betegeknek, másrészt pedig, hogy nem minden kérdés tisztázott még kellőképpen. Mindezek mellett a bölcsességfogak szakirodalma nagyon szerteágazó, melyből a teljesség igénye nélkül idézek néhány aktuális témakört. Mi is az elégséges preoperatív diagnosztika? Milyen legyen a lebenyképzés és a sebzés (primeren vagy drén mellett; csontpótlással; milyen hatással van a hetes fog parodontiumára)? Mi a legoptimálisabb csonteltétel (fűrőkkel vagy piezoelektromos módon)? Az alveolus feltöltése javasolt-e (pl.: PRF, PRP használatával)? Az adjuváns szerek használata tényleges előnyöket hoz-e (perioperatív szteroid és antibiotikum adásának kérdésköre)? Mi legyen az optimális fájdalomcsillapítás módja, vagy a félelem és a szorongás csökkentésének módszere? Mennyire alkalmas a bölcsességfog az életkor meghatározására? Pár további témával élénk vitákat lehet indítani, mint például a panasz- és tünetmentes bölcsességfogak profilaktikus eltávolításának kérdéskörével vagy a harmadik őrlőfog hatása a metszőfog-torlódásra problémakörrel [2, 11, 17].

A diagnosztikai eljárásaink folyamatosan fejlődnek, egyre több és pontosabb információt kaphatunk műtéti fogeltávolítás előtt, még sincs protokoll, mikor szükséges és indokolt például CBCT felvételt készítenünk, vagy hogy lehet az, hogy a diagnosztika fejlődése nem hozta magával az idegsérülések pontosabb előrejelzését és nem csökkentette az idegsérülések előfordulását [7]? Az ambuláns szájsebészeti betegellátás mintegy 35,9-58,7%-át az impaktált bölcsességfogak sebészete teszi ki [10, 16]. A bölcsességfogak eltávolításához társuló szövődmények egy része gyakori, ilyen az alveolitis (~25%), de ide tartozhat a posztoperatív vérzés (0,2-5,8%) vagy a csonthártya gyulladása (0,8-4,2%) is [3]. Az iatrogén mandibulafraktúra viszont nagyon ritka esemény, bizonyos szerző szerint 0,0049% az esélye [15], más kutatás szerint az intraoperatív törési esemény gyakorisága 1 eset a 30583-ból, míg a műtét után napokkal bekövetkező késői törése 1 eset a 23714-ből [1]. A fog, illetve a gyökérfragmentumának diszlokációja nagyon ritkán, de szintén bekövetkezhet, főként a sublingualis, submandibularis, pterygomandibularis és laterális pharyngealis térbe kerülve [3]. Késői infekciókról [12], aspirációról és szubletális gyulladással szövődményekről szintén olvashatunk szakirodalmat [6].

Nagyon fontos ezért a diagnosztikai eljárásaink pontosságát és használhatóságát növelni, és amennyiben ez nem célravezető, akkor alternatív ellátási módszereket (pl.: koronektómia, fogszabályozó erővel történő extrakció) bevetni és fejleszteni. A nervus alveolaris inferior (IAN) idegsérülések előrejelzési és prevenciósi lehetőségei kiemelt figyelmet kaptak munkásságomban. Természetes igény, hogy a műtéti beavatkozás előtt a beteg a beavatkozás lehetséges szövődeményeiről teljeskörű felvilágosítást kapjon. A sebész szempontjából is elengedhetetlen, hogy a kockázati tényezőket felkészülten elemezze és ismerje azoknak a műtéti technikát befolyásoló hatásait. A specifikus panorámaröntgen kockázati jelek rutinszerű használatáért és a koronektómia hazai elfogadottságáért is aktívan tenni kellett az elmúlt tíz évben (magyar nyelvű közlemények, irodalmi összefoglaló, szakmai továbbképzések tucatjai, szakmai kollégiumi előterjesztés NEAK kódrendszer reformjához stb.), jelen értekezést részben ennek a célnak is szenteltem.

Munkámban a bölcsességfogak ellátásához társuló szövődmények elkerülésének lehetőségeit és a fogak ellátásának fontos szempontjait is igyekeztem feltárni.

IV. CÉLKITŰZÉSEK

A bölcsességfogak ellátásához köthető vizsgálataink mindvégig azon a motiváción alapultak, hogy a betegellátás és a beavatkozások minőségét javíthassuk és a gyakori vagy súlyos szövödményeket hatékonyabban elkerülhessük. Vizsgálataink felölelik az előtört bölcsességfogak, illetve az impaktált fog műtéteinek diagnosztikai és terápiás oldalát is, továbbá a klinikumban közvetlenül hasznosítható experimentális eredményekre törekedtünk.

KLINIKAI VIZSGÁLATOK

IV.1.a. Célunk volt, hogy a gyökérsötétedési rizikójelet mutató bölcsességfog-műtéten áteső betegeinknél megvizsgáljuk a rizikójel létrejöttéért felelős műtéti, klinikai-anatómiai faktorokat és vizsgáljuk a gyökérbehúzódásokat, a nervus alveolaris inferior idegexpozíciós és a lingvális kortikális elvékonyodást vagy fenesztrációt mutató esetek megoszlását.

IV.1.b. Megvizsgáljuk, hogy a szakirodalomban még esetleg le nem írt etiológiai faktor, anatómiai tényező szerepelhet-e a 'gyökérsötétedés' rizikójel kialakulásának hátterében.

IV.2.a. Célul tűztük ki a gyökérsötétedési jel kvantitatív mérési lehetőségének vizsgálatát a digitális panorámaröntgen-képek szűrkeskála pixelintenzitás mérésének segítségével.

IV.2.b. Amennyiben a pixelintenzitás-mérés alkalmazható, vizsgáltuk, hogy el lehet-e különíteni a két leggyakoribb, ám teljesen más klinikai konzekvenciával bíró etiológiai tényezőt (azaz a gyökér és az IAN közvetlen kapcsolatát a gyökér behúzódásával vagy anélküli eseteket, a lingvális alveolusfal elvékonyodását vagy fenesztrációját mutató esetektől)?

IV.3. Célunk volt összehasonlítani a digitális és a konvencionális filmalapú panorámaröntgen diagnosztikai értékét, négy általunk kiemelt specifikus kockázati jel értékelésével, hogy meghatározhassuk, vajon az IAN-sérülések előrejelzésére hatással van-e a röntgen típusa?

IV.4.a. Célunk volt azon specifikus klasszikus panorámaröntgen kockázati jeleket beazonosítani, amelyek esetében a háromdimenziós CBCT képalkotás is a kockázati jelek jelenlétét, halmozódását vagy éppen, hogy azok teljes hiányát mutatja.

IV.4.b. A panorámaröntgen alapján meghozott, a bölcsességfogat illető terápiás döntések, koronektómia vagy extrakció, hogyan változnak a CBCT megismerése és értékelése után?

IV.5. Célunk volt megvizsgálni beteganyagunkon, hogy a bölcsességfog jelenléte vagy hiánya, illetve az impakciós státusz (beleértve a fog angulációját és az impakció meiodisztális és apiko-koronális mélységét) befolyásolja-e és ha igen, milyen módon a mandibula fejecsének és az állkapocsszöglet töréseinek gyakoriságát? Célunk volt, hogy ezzel a profilaktikus bölcsességfog-eltávolítás problémakör egy fontos szempontját tisztázzuk.

IV.6. Célunk volt, hogy a moláris fogakba készített II. osztályú (diszto-okkluzális, mezo-okkluzális és mezo-diszto-okkluzális) és 4 különböző mikrohibrid kompozittal készült direkt restaurációk tartósságát és 10 éves túlélését vizsgáljuk USPHS kritériumrendszer alapján. Célunk volt továbbá meghatározni a meghibásodások jellegét és gyakoriságát, a tömőanyag fajtájának és a tömés kiterjedésének (méretének) tükrében, közelítő választ adva az előtört, de szuvas bölcsességfog-restaurációk sikerességének tekintetében.

IV.7. A koronektómia fogszekcióinál, a korábbi eredményeink alapján legoptimálisabbnak talált gyorsító sebészi könyökdarab és vídia fissurafűrő alkalmazásával kerestük, van-e mód bármilyen, a preoperatív CBCT képalkotás mérésein és tervezésen alapuló, a fűrési mélységet fizikailag behatároló eszköz kifejlesztésére és alkalmazására?

EXPERIMENTÁLIS VIZSGÁLATOK

IV.8.a. Célunk volt, hogy ismert számú koronektómiák után, a fúrók kopási előrehaladását modellezzük, majd szemléltessük ezen elhasználtsági fokokhoz társuló fizikai megjelenéseket, és az ahhoz társuló intraosseális hőtermelést és preparációs hatékonyságot.

IV.8.b. Célunk volt, a humán csontszövetet alapul véve, megtalálni azon csontszimulációs modellt -akár állati eredetű, akár szintetikus-, amelyben a leginkább hasonló eredményeket (azaz intraosseális hőmérsékleteket és fúrási időtartamokat) kapjuk a humán csontéhoz, amikor ugyanazon standardizált csontelvételeket vizsgáljuk.

IV.8.c. Célunk volt, hogy meghatározzuk a legoptimálisabb intraosseális hőmérsékleti terheléssel és fúrási idővel járó dento-alveoláris csontelvételek fordulatszám és axiális nyomás paramétereit, azért, hogy gyakorló klinikusoknak tudjunk konkrét ajánlást adni az új, és a kopott sebészi vídia gömbfúrók használatához.

IV.9. További célunk volt, hogy adatot szolgáltatassunk a canalis mandibulae-ban mérhető hőmérsékleti értékekről, amikor különböző forgó, és piezoelektromos sebészi preparáló eszközökkel a canalist közelítjük és aztán fenesztráljuk csontpreparációk során. Megoldást kerestünk továbbá arra, hogyan lehet az idegközeli csontelvételeket hőmérsékletileg optimalizálni, miközben a lágyszövetek piezosebészeti csontelvételi módot favorizáljuk. Célunk volt továbbá a piezoelektromos preparációkkal szerzett eredmények alkalmazhatóságát a szájszöveti gyakorlatban is vizsgálni.

IV.10. Célunk volt, hogy feltérképezzük és összehasonlítsuk az általunk lehetségesnek ítélt fogszekciós módszereket és klinikai ajánlást adjunk, melyik a legoptimálisabb a vágási felszín egyenletesség, a vágási mélység kontrollja, a preparációs időtartam és a hőtermelés együttes szempontjából.

V. BETEGEK, ILLETVE ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

KLINIKAI VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI

A klinikai vizsgálataink helyszíne minden esetben a Pécsi Tudományegyetem, Klinikai Központ, Fogászati és Szájsebészeti Klinikája volt, azon belül is az Arc-, Állcsont- és Szájsebészeti Tanszék és a Konzerváló Fogászati és Parodontológiai Tanszék. A röntgen és CBCT felvételeket klinikánk Orális Diagnosztikai részlege készítette. Mind a prospektív, mind a retrospektív vizsgálatainkhoz, mind a publikációkhoz rendelkezünk a PTE Regionális Kutatás-Etikai Bizottsági és az adatgyűjtések során a Klinikai Központ, Tudományos célú statisztikai adatgyűjtési engedélyekkel (No. 3795/PTE; 7065/PTE; 7613/PTE; 7920/PTE; 3410.1/PTE; PTE-KK/53474/2019; 8094/PTE).

Panorámaröntgen és CBCT készítési protokoll

A digitális panorámaröntgenek készítési protokollja a következőkkel írható le: PaX-400C készülék, (10,42 vonalpár/mm felbontás, 68-73 kV, 8-10 mA) (Vatech, Gyeonggi-do, Korea). A CBCT készülék és a képkészítések leírása: GXDP-800 3D készülék (KAVO- Gendex, Charlotte, USA); 90kV; 3,2-10 mA/6,1-8,5 s; FOV, 61 mm x 78 mm vagy 78 mm x 150 mm; sugárnyaláb méret ('focal spot'), 0,5 mm; szkennelési idő, 10-20 másodperc; szelet vastagság, 0,5 mm; voxel méret, 0,2 mm. Az analóg, azaz konvencionális, filmalapú panorámaröntgen készítési módja: Planmeca Proline PM 2002 CC, (Helsinki, Finnország) (70-72 kV, 10-12mA).

A képalkotó felvételek elemzésének körülményei

A röntgenképek elemzéséhez az EasyDent V4 Viewer (Vatech, Gyeonggi-do, Korea) szoftvert használtuk. A képek elemzésénél a szoftver adta manipulációs lehetőségekkel éltünk, melyek a nagyítás, kontraszt, fényerő, élesség, inverz színezés lehetőségek voltak. A teremben a háttérvilágítást besötétítéssel minimalizáltuk (~50 lux alá Voltcraft LX-10 digitális fénymérő segítségével [Conrad, Bp., Mo.]). Az elemzésekhez a különböző vizsgálati periódusokban több számítógépet is használtunk, egy vizsgálati periódusban viszont mindig csak ugyanazt. A konfigurációkból a képernyőminőség volt a meghatározó paraméter. Egy laptop komputert használtunk először (HP Pavilion dv5; 1280 x 800 maximális képernyőfelbontással, 15 coll), aztán egy Sony Vaio SVS1312R9EB laptopot, 1366x768 képfelbontással, 13,3 coll képernyőátmérővel, majd végül egy nagyfelbontású (HD) 19 collos monitort. A CBCT képek elemzéséhez az 'InvivoViewer' szoftvert (2.0.0. és 5.0.0., KAVO, Gendex, Charlotte, USA) használtuk. Ezen programban is gyakran éltünk a fényerő és a kontraszt állításával, valamint az axiális, sagittális és koronális metszetek együttes ábrázolásával. Az analóg röntgenfilmek elemzése röntgenfilmnéző-szekrényen történt.

A klasszikus specifikus panorámaröntgen kockázati jelek

Ezen röntgenjelek a bölcsességfog és a canalis mandibulae közvetlen kapcsolatára utalhatnak [8, 20, 21]. Kialakulásuk feltehetően vagy a canalis mandibulae-n létrejövő változás (2., 3. és 5. jelek) vagy pedig a bölcsességfog gyökerén kialakuló változások, mint behúzódások és elvékonyodások (4., 6. jelek) eredménye. Az általunk megfigyelt specifikus panorámaröntgen rizikójelek a következők voltak: 1) A canalis mandibulae és a bölcsességfog gyökere egymásra vetül („superimposition”). 2) A canalis mandibulae **felső denz kortikális vonalának** a folytonossága **megszakad** („interruption of the superior cortical/white line”). 3) A canalis mandibulae beszűkül, a **canalis szűkülete** („narrowing of the canal”). 4) A gyökéren sötét (radiolucens) sávként jelenik meg a gyökér és a canalis mandibulae átfedése, általában a gyökéren létrejövő bukkolingvális behúzódás miatt („darkening of the root/dark band on the root”), azaz a **gyökérsötétedési jel**. 5) A canalis mandibulae kanyarulatot vet a bölcsességfog

gyökere körül („diversion of the canal”), azaz a **canalis kanyarulata**. 6) A bölcsességfog gyökere elkeskenyedik (meziodisztális irányban) („narrowing of the root”).

A panorámaröntgen rizikójelek kombinációkban is előfordulhatnak, amikor is az IAN-idegsérülés vagy expozíció még inkább várható. Ezt csak abból a szempontból kell említenünk a módszerek között, hogy hozzánk köthető a gyökérsötétedési jel egyszeres, ún. izolált és a többszörös, ún. komplex vagy multiplex formáinak elkülönítése és leírása, melynek a későbbiekben is lesz jelentősége [24].

V.1. A gyökérsötétedési rizikójel létrejöttének műtéti vizsgálata

Prospektív klinikai vizsgálatot terveztünk (2010 január és 2011 szeptember között), mely során olyan betegeket vizsgáltunk, akik impaktált bölcsességfogak műtéti eltávolítása miatt érkeztek klinikánkra és gyökérsötétedési jelet láttunk a preoperatív digitális panorámaröntgenjeiken. A klinikai vizsgálatot a betegek tájékoztatása, beleegyezése és etikai engedély mellett végeztük. A betegek digitális panorámaröntgenjeit két dento-alveoláris sebész elemezte (Szalma J. és Vajta L.). A bölcsességfogak eltávolítását helyi érzéstelenítésben végeztük. Szulkuláris (ún. boríték), mukoperioszteális lebenyes feltárásból távolítottuk el a felületesebben, és ún. háromszög lebenyből a mélyen impaktált fogakat. Ezt követően vesztibulárisan és disztálisan csontot vettünk el a fogkorona mellett. A csontelvételekhez vídia gömbfűrőt [HM141A], a fogszekciókhoz vídia fissurafűrőt [HM161] (Hager & Meisinger, Neuss, Németo.) használtunk, majd a fogakat emelők (Barry, Coupland típusúak) segítségével távolítottuk el. A fogmedret aztán 20 ml steril fiziológiás sóoldattal öblítettük át gondos és alapos elszívás mellett, és a következőket figyeltük meg intra- és/vagy extraorálisan: IAN-expozíció ténye, gyökérmorfológia beleértve a behúzódasok jelenlétét, a látható lingvális alveolusfal kortikálisának defektusait, fenesztrációit, vagy elvékonyodását. Amennyiben az alveolus áttekintését erősebb vérzés zavarta, azt az esetet kizártuk a vizsgálatból. Az exponálódott IAN ér-idegképletet lupe szemüveg (3,5-szörös nagyítás) és fejlámpa segítségével is értékeltük. IAN-expozíciónak tekintettük, ha i) meziodisztálisan húzódo tubuláris, sárgás-fehéres struktúrát láttunk, ii) ami a röntgenkép alapján várható helyzetben („magasságban”) futott. A lingvális kortikális vékonyodását a következő kritériummal fogadtuk el: szabályos vagy szabálytalan alakú sötétebb terület az alveolus lingvális falán, a gyökércsúcs által okozott behúzódással vagy attól függetlenül is. Amennyiben ezen terület lágyrész-tapintatú (kisfejű gombos szondával), tubuláris és meziodisztális jelleget nélkülöző volt, azt fenesztrációnak ítéltük. Megítélésünket segítette szondázás során a nyelv felől felhelyezett ujjunkkal történő tapintás is. A gyökérmorfológiát meziodisztális és bukkolingvális irányokból is megítéltük. Amennyiben gyökérfraktúra fordult elő, az esetet csak akkor vontuk be, ha a törtvégek pontosan és minden kétséget kizáróan korrekten, résmentesen összeilleszthetők voltak. Amennyiben az IAN látható volt, jodoformmal impregnált drén mellett zártuk a sebet, és törekedtünk a betegdokumentációt makrofotókkal is kiegészíteni (Canon EOS 500D váz, Canon EF 100 mm f/2.8 USM makro-objektív; Canon Macro Ring Lite MR-14EX körvaku, Canon, USA).

V.2. A pixelintenzitás méréseinek kivitelezése

Egy retrospektív eset-kontroll vizsgálatot terveztünk. Olyan betegeket vontunk be, akiknél gyökérsötétedési jelet láttunk a preoperatív panorámaröntgenen és a bölcsességfogak műtéti eltávolításán korábban átestek klinikánkon (2010. szeptember és 2011. szeptember között). A betegdokumentációk áttekintése alapján, 15 esetben IAN-expozíció és 23 esetben lingvális kortikális elvékonyodást vagy fenesztrációt (LKEF) mutató betegek kerültek így a vizsgálatba.

Zavaró műtermékkel vagy pozicionálási hibával rendelkező röntgenfelvételeket kizártuk a vizsgálatból. Az IAN- és az LKEF-esetek vizsgálatának és megítélésének kritériumait a korábbi alfejezetben ismertettük, megadtuk.

A digitális röntgenképeket kimentettük 'TIFF' veszteségmentes képformátumba és az ingyenes Image Tool (Univ. Texas Health Science Center, San Antonio, USA) szoftverrel végeztük az elemzéseket. A fényerő és a kontraszt értékeit változatlanul hagytuk. A betegek egyedi azonosítóit használtuk a képek elnevezéséhez, az elemzések befolyásolását elkerülendő. A röntgenfelvételek képeit két vizsgáló elemezte (Szalma J., Bata Zs.). Minden vizsgálandó területnek (=ROI, az *angol region of interest* szavakból) az elemzését az Image Tool szoftver hisztogram eszközével végeztük. Ezen program a kijelölt terület pixelintenzitását elemzi és megállapítja az átlagos pixelintenzitást a szürkeségi skálán. A 8-bit információtartalmú röntgenkép azt jelenti, hogy egy 0-255-ig terjedő intenzitási skálának valamely értékét kapja minden egyes pixel (fehértől a feketéig terjedő 256 fokozatú szürkeskálán). A világosabb pixelek magasabb számértéket kapnak ezen a skálán, a sötétebb szürke színek pedig alacsonyabb számértékeket. Minden ROI 10x10 pixel nagyságú volt, a ROI területnagyság kijelölése a szoftver beállításaival automatikusan történt. Minden bölcsességfog meziális gyökerén aztán két ROI kijelölését végeztük a következő módon. Egy négyzetet (*a ROI formája után*) random módon valahol a gyökérsötétédesi jel sötét sávján [D-rel jelöltük, az angol sötétédes szó kezdőbetűjeként] a gyökérker keresztező szakaszon természetesen, míg a másik négyzetet az ún. kontroll gyökéri felszínen [R-rel jelöltük, az angol 'gyökér' szó kezdőbetűjeként] jelöltünk ki. Ez ugyancsak a meziális gyökér „felszínén” volt, de a sötét sávától koronálisan és a zománc-cement vonaltól 2 mm-el apikálisabban. A periodontális rés területét és a gyökércsatorna vagy pulpa területét méréseinkben szándékosan kerültük.

V.3. A digitális és filmalapú panorámaröntgenek összehasonlító értékelései

Bundy és mtsai (2009) alapján egy retrospektív kohorsz vizsgálatot végeztünk [4]. A kohorsz két csoportból állt. Az egyik csoport a korábbi hagyományos, filmalapú eset-kontroll vizsgálatunk alcsoportjait tartalmazta (2003 és 2007 közötti időszakból; Szalma és mtsai, 2010) [25], ahol 41 IAN beidegzési zavarral és 359 anélküli beteg szerepelt bölcsességfog-eltávolítás után. A másik csoportba, azaz a digitális röntgencsoportba pedig további 18 beteg került, akiknél bölcsességfogműtét után IAN beidegzési zavar jelentkezett és 254 kontroll eset, akiknél nem (2008-2010 közötti időszakban). Ezen második (digitális) csoportba olyan betegek kerültek, akiknél digitális panorámaröntgen készült a műtétek előtt. A röntgenek készítésének körülményei a fejezet elején leírásra kerültek.

Mind az első, mind a második csoport röntgenjeleinek elemzését ugyanazon személyek végezték (Lempel E. és Szalma J.). A sebészi eljárás nem különbözött a két csoport ellátása során, az korábban (V/1. *alfejezet*) leírásra került (operátor: Szalma J.). Az IAN beidegzési zavart mindkét vizsgálati periódusban a varratszedésnél értékeltük, a betegek szubjektív elmondása (pl.: „zsibbadás érzés a fogaimban” az „ajkamban”, az „államon”, „olyan szűrő jellegű érzés”) és a lágyrészek tesztelése alapján. Amit ilyen esetekben rutinszerűen elvégzünk, az a „könnyű érintés teszt” ecsettel, két pont diszkrimináció körzővel és a 'pin-prick', azaz a nem traumatizáló szűrés és megcsípés tesztje. A hagyományos röntgenfelvételek készítésének módja is leírásra került korábban.

A röntgenfelvételeken vizsgált változó a következő klasszikus specifikus panorámaröntgen rizikójelek jelenléte vagy hiánya volt: a canalis felső kortikálisának megszakadása, a canalis szűkülete, kanyarulat a canalison és a gyökérsötétédesi jel [23-25]. Továbbá elemzésre kerültek az impakciót jellemző paraméterek (Pell & Gregory klasszifikáció; Winter-féle anguláció osztályozás) és a betegek életkora, neme [19, 26]. A második változó a röntgenfelvétel típusa volt (analóg vs. digitális). A kimeneti változó pedig az IAN-sérülés jelenléte vagy hiánya volt műtét után.

V.4. A klasszikus panorámaröntgen-jelek és a CBCT rizikójelek összefüggései, illetve a CBCT hatása a döntéshozatalra

Ezen vizsgálatunkban olyan bölcsességfoggal rendelkező betegek köréből szelektáltunk, akik szájszészeti tanszékünk két legtapasztaltabb dento-alveoláris sebészéhez (Szalma J. és Vajta L.) lettek irányítva 2017 január és 2019 május közötti időszakban, fokozott IAN-sérülési kockázattal. Ezen betegcsoport digitális panorámaröntgenekkel és CBCT felvételekkel egyaránt rendelkezett mielőtt a tényleges ellátásuk során koronektómián vagy extrakción estek át. Az etikai engedélyek beszerzése után, fentebb említett dento-alveoláris sebészek áttekintették a rizikóbeteg panarámaröntgenjeit és összesen negyven esetet (amúgy 37 betegből, 3-nál kétoldali műtét volt) választottunk ki. A kiválasztásnál 5 csoportba választottunk, csoportonként nyolc esetet, mégpedig úgy, hogy a következő röntgenjelek legyenek láthatóak. Az 1. csoportban a *gyökérsötétedési jel*, a 2. csoportban a *canalis felső kortikális vonalának megszakadása*, a 3. csoportban a *canalis szűkülete*, a 4. csoportban a *canalis kanyarulata* és az 5. csoportban olyan esetek, ahol *két vagy több specifikus rizikójel együttesen* fordult elő. A jelek meghatározásánál korábbi munkáinkra alapoztunk [23- 25]. Az 5. csoportnál további kritériumként határoztuk meg, hogy mindenképpen tartalmazniuk kellett az egyik vagy mindkettő, korábbi szakirodalomban fellelhető, a CBCT alapú vizsgálatok többségében a legerősebb diagnosztikai értékűnek talált jelet: a *gyökérsötétedést* és vagy a *felső kortikális vonalának megszakadását*. Csak olyan esetek bevéasztása mellett döntöttünk, ahol a szelekcióban résztvevők teljesen megegyeztünk. További bevéasztási kritérium volt, hogy karieszmentes, befejezett gyökérfejlődésű, Pell & Gregory II/B és II/C impakciós mélységű, mezioanguláris vagy vertikális hajlású bölcsességfogak legyenek. Amire még tudatosan figyeltünk, hogy a gyökérgörbületek ($>90^\circ$, 90° és $\geq 45^\circ$, $<45^\circ$) kiegyensúlyozottan forduljanak elő a csoportokban. A negyven (5 csoport x 8 eset) gondosan szelektált rizikóesetet aztán tíz olyan dento-alveoláris sebészettel foglalkozó kolléga elemezte, akik korábban nem vettek részt az esetek kezelésében. A panorámaröntgen-felvételek elemzését az EasyDent V4 Viewer szoftverrel végezték. A képelemzéshez a program manipulációs lehetőségeit használhatták. Minden esetről a következő kérdéseket választották meg. Adjának egy szubjektív pontszámot (0-10-ig), *mennyire gondolják valószínűnek IAN beidegzési zavar előfordulását az eset ellátásánál. Fogeltávolítást választ az esetnél vagy inkább a koronektómia mellett dönt?* Amennyiben fogeltávolítást választott, *azt hány darab fogszekcióval végezn?* Lehetőségként szerepelt a *szekció nélkül*, az *egy szekcióval* és a *két vagy több szekcióval*. Az egy szekció leírásánál szerepelt, hogy bárhol a koronán, a korona és a gyökér között vagy a teljes fog szekciója a hossz tengelye mentén (meziális és disztális fogfélre). A két vagy több szekció lehetősége bármely olyan lehetőséget magába foglalta, ahol több szekciót terveztek (pl.: koronát a gyökerektől, aztán gyökereket egymástól). Fenti kérdések megválaszolása után a kollégák az esetekhez tartozó CBCT felvételeket is megnézték a módszerek fejezet elején ismertetett módon, és további kérdésekre választottak. Továbbra is a korábban meghozott koronektómiát vagy fogeltávolítást végeznének, vagy megváltoztatják a döntést? A fogszekciók számában változik-e a véleményük? A CBCT kockázati jelek közül látják-e az alábbiakat az eseteknél: i) hiányzó canalis kortikális, azaz canalisfal-fenesztráció; ii) deformált-e a canalis a keresztmetszeti képeken (elkeskenyedett vagy homokóra szerű-e?); iii) van-e direkt közvetlen kapcsolat a canalis és a bölcsességfog gyökere között? Csak abban az esetben értékeltük úgy, hogy a CBCT rizikójel/ek jelen van/nak, ha legalább nyolc megfigyelő egyöntetűen igennel nyilatkozott. Amennyiben a terápiás döntés változott a CBCT megtekintése után, mi volt a fő ok? A canalis hiányzó vagy hiánytalan folytonos fala? Jelenlévő vagy hiányzó canalis keresztmetszeti deformáció? Csakis a CBCT-n látható és újonnan felfedezett gyökérgörbület? A canalis lefutásának helye (bukkális, lingvális, interradiális)? Illetve saját szavakkal valami egyéb?

V.5. A bölcsességfogak szerepének vizsgálata az angulus és a fejecstöréseinél

Keresztmetszeti retrospektív vizsgálatunk során a klinikánkon mandibulatöréssel jelentkező és ellátott betegeket vizsgáltuk. Az adatgyűjtés 2005 májusa és 2019 májusa közötti időszakból történt, az eMedsolution medikai szoftver felhasználásával (T-Systems Hungary, Budapest, Magyarország). Összegyűjtöttük a betegkártyákat, és a panorámaröntgeneket is. A 2005 és 2007 közötti időszakból származó esetek filmalapú röntgenjeivel, 2008 januártól már digitális röntgenekkel dolgozhattunk. Azon mandibulatörött eseteket vontunk be tanulmányunkba, ahol az angulus vagy a condylus törött, és a törések egyoldaliak voltak. Kizárásra kerültek azon esetek, ahol a betegek 15 évnél fiatalabbak voltak, ahol pánciális törés fordult elő, ahol a betegek fogatlanok voltak és ahol a bölcsességfog fejlődése még csíráállapotban volt, ahol a dokumentáció hiányos volt és ahol a panorámaröntgen diagnosztikailag elégtelen, értékelhetetlen volt (pl.: a bölcsességfog nagymértékben diszlokálódott, vagy súlyos pozicionálási hiba volt látható). A kétoldali töréseket és ahol az angulus és a fejecstörés is törött, kizártuk a vizsgálatunkból. A rögzített adatok tartalmazták a betegek életkorát, nemét, a bölcsességfog jelenlétét vagy hiányát, az impakció horizontális és vertikális jellemzőjét, az impakció angulációját és a törés oldalitását. Rögzítésre került a törés oka: közlekedési baleset, erőszakos cselekmény, sportbaleset, elesés, háztartási baleset, iatrogén ok (pl.: fogorvosi beavatkozás). Az angulus- és fejecstörés kritériumaként Kelly és Harrigan meghatározását használtuk [13]. A bölcsességfogak jellemzéséhez a panorámaröntgeneket használtuk. Az anguláció meghatározásához a Winter-féle osztályozást alkalmaztuk [26], míg a horizontális és vertikális impakciós mélység leírásához Pell & Gregory klasszifikációját alkalmaztuk [19]. A felületes és mély impakciókat mesterségesen osztottuk szakirodalmi hagyományok figyelembevételével. Felületes impakciónak tekintettük az I/A, I/B, II/A, II/B, III/A helyzeteket és mélynek az I/C, II/C, III/B, III/C helyzeteket.

V.6. A moláris fogakba készült direkt restaurációk sikerességének vizsgálata

Retrospektív vizsgálatunkba a PTE Fogászati és Szájsebészeti Klinika nyilvántartása szerint 2001. január és 2003. december között direkt kompozittöméssel ellátott betegeket vontunk be. A 225 felnőtt beteget meghatározott kritériumok alapján választottuk ki, melyek a következők voltak: jó szájhygiéné, pulpális, parodontális és periapikális betegségektől mentes restaurált fogak, műgyanta allergiától nem szenvedő betegek és a tömés során jó izolálási körülmények. További feltétel volt még a teljes megtartott fogazat és normokklúzió. A bevont betegek a töméskészítés utáni 9-11 évben évente legalább egy alkalommal ellenőrző vizsgálaton vettek részt. A kompozittömés készítésének indikációja minden esetben primer karies volt és a beteg fémmentes tömést igényelt. Ezen felül a vizsgálatba bevont fogak preparált üregeinek oro-vesztibuláris szélessége nem haladta meg az oro-vesztibuláris csücsöktávolságok felét, kétharmadát, az üregelemek zománcban végződtek, és nem volt csücsökhány. Az előkészített üregeket összetételében enyhén eltérő, 4 fajta mikrohibrid kompozit tömőanyag egyikével láttuk el: *Filtek Z250* (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), *Herculite XR* (Kerr, Orange, CA, USA), *Gradia Direct* (Posterior) (GC America Inc, Alsip, IL, USA), *Renew* (Bisco Inc, Schaumburg, IL, USA). Az ellenőrző vizsgálatot két orvos végezte a United States Public Health Service (USPHS) módosított kritériumrendszere alapján. 86 férfi és 139 nőbeteg (21-55 év), összesen 701 II. osztályú kompozittöméseinek ellenőrzése történt meg. Az összes tömést egy fogszakorvos (Lempel E.) készítette 2001 és 2003 között. Szükség esetén érzéstelenítésben történt a szuvasodás eltávolítása, gyors- és lassú fordulatú preparáló eszközökkel, vízhűtés mellett. A színmeghatározást követően az izolált restaurálandó fogat fémmatricával (HaweNeos, Bioggio, Svájc) és faékkal zsáultuk. Mély kavitások esetén a pulpaközeli területeket kalcium-hidroxid cementtel (Dycal, DeTrey Dentsply, Konstanz, Németo.) és

konvencionális üvegeionomer cementtel (Ketac-Fil, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) fedtük. Ezután a kavitásokat a total-etch technikának megfelelően 37%-os orto-foszforsavval (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) kondicionáltuk, úgy, hogy először a zománcfelszínekre vittük fel a savat (10 másodperc), majd ezt követte a dentin savazása további 10 mp-ig. A 20 mp hatóidő elteltével a kondicionálót lemostuk, az üreget a wet-bonding technikának megfelelően enyhén leszárítottuk, majd a kavitás falait 5. generációs adhezívvel (Adper Single Bond, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) dörzsöltük be 10 mp-ig. Az oldószer levegővel való elpárologtatása után az adhezív réteget halogén lámpával (intenzitás: 470 mW/cm²) (Cromalux 75, Mega-Physik, Berlin, Németo.) polimerizáltuk 20 mp-ig. A kompozit tömőanyagot ékalakú, 2 mm vastagságú rétegekben tömörítettük az üregekbe. Minden réteget 40 mp-ig polimerizáltuk. Az artikuláció ellenőrzését követően 60 és 40 µm szemcseméretű finírozó-eszközökkel távolítottuk el a felesleges anyagot, majd a felszín simítása és fényesítése polírozó gumikkal történt (Shofu brownie points, Shofu Co, Japán). Az approximális felszínek simításához interproximális polírozócsíkokat használtunk (Sof-Lex Finishing strips, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA). A tömések értékelése 2012 októbere és decembere között történt. A restauráció előzményeit a beteg dokumentációjából gyűjtöttük ki. Töméscserére, javításra, gyökérkezelésre vagy a fog extrakciójára utaló előzmények esetén a tömést sikertelennek nyilvánítottuk és ennek adatait (diagnózis, dátum) rögzítettük. A tömessel nem összefüggő, korábban ép felszínen megjelenő primer szuvasodás vagy törés esetén a tömést nem ítéltük sikertelennek. Ezt követően a II. osztályú restaurációk klinikai értékelése következett a USPHS kritériumrendszer segítségével [14]. A két vizsgálóorvos előzetes kalibrálása és felkészítése megtörtént. Az értékelés alapjául szolgáló szempontok a következők voltak: szekunder kariesz, tömés törése, széli résképződés, széli elszíneződés, színtabilitás, anatómiai forma, felszíni simaság. A felsorolt szempontok értékelése az alábbi kritériumok szerint történt:

- Alfa (A): klinikailag ép restauráció, változás nem tapasztalható
- Bravo (B): enyhe eltérés, de klinikailag elfogadható, nem igényli a tömés cseréjét
- Charlie (C): klinikailag elfogadhatatlan eltérés, a tömés cseréje szükséges.

Az értékeléshez a tömésfelszíneket leszárítottuk (kivéve a szín megítéléséhez). A tömések minden felszínét inspekcióval és szondával tapintva megvizsgáltuk, az interproximális felszíneket és kontaktpontokat fogselyemmel és Gottlieb szondával ellenőriztük. A szükségtelen besugárzás elkerülése végett röntgenfelvételt csak abban az esetben készítettünk, ha azt a klinikai vizsgálat alapján, vagy a páciens panaszai miatt indokoltnak véltük. Ilyen klinikai jelek voltak a széli résképződés (elsősorban gingiválisan); a tömés mentén, az ép zománc alatt jelentkező szürkés elszíneződés; approximális ételbeékelődés; nagyfokú plakkképződés approximálisan.

V.7. A koronektómia fogszekciójának fűrőhüvellyel történő biztosítása

Ahhoz, hogy vizuálisan és fizikálisan is limitálni tudjuk a preparáció mélységét koronektómia fogszekciói közben, egy fűrőhüvelyt terveztünk prototípus gyártási technológiát felhasználva. A fűrőhüvely háromdimenziós CAD-modell tervezését az AutoDesk Inventor szoftverrel (San Rafael, CA, USA) végeztük a fűrő fizikai méretét alapul véve. A fűrőhüvely előállítását a Stratasys PolyJet™ J750 (Stratasys Ltd. Eden Prairie, MINN, USA) 3D nyomtatóval történt. A hüvely anyagának egy UV-ra kötő, fotopolimer anyagot választottunk (Stratasys MED670 VeroDent™), melynek nyomtatási rétegvastagsága (ún. „Z” tengely mentén való felbontása) 16 µm volt. Ez az anyag teljesen autokláv kompatibilis. A fűrőhüvely rögzülése a fűrő szárán súrlódással történt. A fűrő típusa vídia fissura (HM21L, Hager & Meisinger GmbH, Neuss, Németo.) volt. Ezen fűrőt találtuk az előzmény experimentális vizsgálatunkban (*ismertetése az experimentális fejezetben*) a leghatékonyabbnak. A fűrő meghajtását egy 45°-ban szögölt

sebészi gyorsító könyökdarabra bíztuk (Ti-Max Z-SG45L, NSK Europe GmbH, Eschborn, Németo.). A prototípus tesztelése és fejlesztése során nagyon fontosnak tartottuk, hogy a hüvely biztosan rögzüljön a fűrön, ne zavarja a hűtőfolyadék áramlását a műtési területre, és sterilizálható legyen műtétek előtt. Nem utolsósorban a nagy tételben gyárthatóság és a költséghatékonyság is szempont volt. A technika alkalmazhatóságát egy esettel reprezentáltuk. A koronektómia döntést a canalis mandibulae és a bölcsességfog-gyökér átfedésénél mutatkozó specifikus panorámaröntgen rizikójelek többes jelenléte (*gyökérsötétedési jel a canalis felső kortikális vonalának megszakadásával*), a CBCT-n ábrázolódó hiányzó canalis kortikális és direkt IAN-gyökér kapcsolat, valamint a 180° körüli gyökérgörbület együttesen indokolta. Műtét előtt a bölcsességfog bukkolingvális átmérőjét axiális és koronális metszeteken is lemértük. A fűrönnek a könyökdarabba való befogása után, az abból kilógó hosszából (13,5 mm) levontuk a fogszekció optimális mélységét, így megkaptuk a hüvely hosszát.

Statisztikai elemzések

A megfigyelők saját (ún. belső) és egymás közötti megbízhatóságát, egyetértését minden esetben Cohen-féle kappa teszttel végeztük. A vizsgálók ún. belső megbízhatóságát ('intra-observer'), általában bizonyos számú felvétel (~20-30) egy-három hónap utáni újraértékelésével végeztük. Ha a kappa érték kisebb volt mint 0,40, akkor a megbízhatóságot gyengének értékeltük. Ha 0,40 és 0,59 közé esett, akkor megfelelőnek, ha 0,60 és 0,75 között volt akkor jónak, és ha 0,75-nél nagyobb volt, akkor kiválóan értékeltük.

A statisztikai értékeléseknél szinte minden esetben az SPSS szoftver valamely verzióját (17.0-25.0) használtuk (SPSS IBM, Chicago, IL, USA) illetve a CBCT rizikójelek és panorámaröntgen rizikójelek összehasonlításánál a MEDCALC szoftvert (Ostend, Belgium). A szignifikanciaszintet minden esetben 5%-ban ($p < 0,05$) határoztuk meg. Az izolált és multiplex gyökérsötétedési jel összefüggéseit az IAN-expozíciókkal és a gyökéri behúzóadásokkal a Pearson-féle khi-négyszet próbával néztük. Az R-D területek pixelintenzitás különbségeit az IAN- és az LKEF-csoportokban Mann-Whitney U teszt és khi-négyszet teszt segítségével vizsgáltuk, és ROC analízissel határoztuk meg azon kritikus pixelintenzitás-különbség értéket, melynél az IAN-expozícióval járó és az LKEF-val járó kimenetek határozottan szétváltak. A digitális és konvencionális röntgenek összehasonlításánál a változók összefüggéseit az IAN beidegzési zavarral Mann-Whitney próbával és khi-négyszet teszttel vizsgáltuk. Mindkét képalkotó alapján a röntgenjelek szenzitivitását és specificitását is dokumentáltuk. A valószínűségi arányszámok ('likelihood ratio', LR+) és a 95%-os konfidenciaintervallumok kalkulációjával -véleményünk szerint- igazán szemléletesen lehet bemutatni a képalkotók adta diagnosztikai különbségeket. A többváltozós regresszió alapuló esélyhányadosokat szintén számoltuk. A panorámaröntgen rizikójelek és a CBCT rizikójelek összefüggéseit a terápiás döntésekkel khi-négyszet és Fisher-féle egzakt teszttel néztük és esélyhányadosokat is számoltunk. A bölcsességfogak jelenlétének és impakciós státuszának összefüggéseit, a két töréstípussal, khi-négyszet próbával végeztük. Az életkor és a nem összefüggését a törések típusával Mann-Whitney próbával néztük meg. Az angulustörés tényezőinek esélyhányadosait kiszámoltuk, ezután logisztikus regressziós analízist is futtattunk a két törési kimenet befolyásoló változók vizsgálatára. Az USPHS kritériumokon alapuló 7 szempont összehasonlítására kvalitatív analízist végeztünk. A vizsgálati szempontok szerinti eltérések összehasonlítására a négy anyag között Fisher-féle egzakt tesztet alkalmaztunk. Khi-négyszet próbával értékeltük az anyagok, fogtípus és tömés méret hatását a bekövetkező változásokra. A vizsgált kritériumok előfordulási gyakoriságának és a sikertelenség okainak meghatározására leíró statisztikát alkalmaztunk. A restaurációk túlélését a Kaplan-Meier módszerrel adtuk meg.

AZ EXPERIMENTÁLIS VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI

Minden experimentális vizsgálatunk helyszíne a Pécsi Tudományegyetem, Klinikai Központ, Fogászati és Szájsebészeti Klinikájának egy betegellátásban és oktatásban részt nem vevő klimatizált helysége volt. A humán kadávercsont beszerzéséhez és felhasználásához rendelkezünk a Regionális Kutatás-Etikai Bizottság engedélyével (7261/PTE). Az állati eredetű csontok beszerzése kereskedelmi forgalomból (hentes, vágóhíd) történt, ahol az állatok leölése sosem a vizsgálat miatt történt. Az extrahált bölcsességfogak megalapozott indikációval kerültek eltávolításra a vizsgálatokat jóval megelőzően, a vizsgálatunktól függetlenül. A fogak eltávolítás utáni tudományos hasznosítására részlegünknek etikai engedélye volt (3026/PTE).

Az in vitro hőmérsékletmérés módjai

a) A hőmérések egy részéhez K-típusú termoelem szondákat használtunk ($\varnothing = 0,5$ mm; Cu/CuNi; TC Direct, Budapest, Mo.) melyeket egy digitális mérő és adatrögzítő egységhez csatlakoztattunk (EL-EnviroPad-TC, Lascar Electronics Ltd., Salisbury, Egyesült Királyság). A mérőegység érzékenysége $0,1/1$ °C volt, a mintavétel frekvenciája pedig 1 mérés/másodperc. A hőmérő szenzorokat vertikálisan a csontba, sablon segítségével előre fűrt üregekbe helyeztük, konstansan 1 mm távolságra a vizsgálandó csontfúrások kavításának peremétől. A fém sablon, fixen és csak egy pozícióban volt mindig ráhelyezhető a csontörögzítő „satu” alkatrészre. A hőmérő szenzorok elhelyezését szolgáló 5 mm mély üregek preparálása $0,5$ mm átmérőjű rozsdamentes acél fissurafúróval történt, alacsony ($200-300$ min⁻¹) fordulaton (203 RF, Hager & Meisinger GmbH, Neuss, Németo.). Az esetlegesen előforduló dehiszcenciák kitöltése a szonda és a szondaüreg között, hővezető pasztával történt (Arctic Silver 5, Scan Computers International Ltd, Bolton, Egyesült Királyság). A hőmérő szondák már műanyaggal izolált részeit, a további biztonság kedvéért vénás szárnyastű gumihüvellyel is körbevettük, átbújtattuk a szondát az üregbe bevezetés előtt ezen (22-G; B. Braun Melsungen AG, Melsungen, Németo.). A 2 cm hosszú gumihüvelyeket a csontfelszínhez fogászati bond anyaggal rögzítettük bárminemű hűtőfolyadék szivárgás megelőzése céljából (OptiBond Solo Plus, Kerr Corp., Orange, USA).

b) A sertésmandibulán történő hőmérések és a fogszekció mérései a fentiektől némileg eltérően zajlottak. A canalis mandibulae-ba vezettünk egy $0,5$ mm átmérőjű szemirigid T típusú termoelem szenzort (No. 406-554, TC-Direct Kft., Bp., Mo.) amit ezúttal is egy termométerhez csatlakoztattunk (TESTO 845, Testo Magyarország Kft., Bp., Mo.). A rögzítő egység érzékenysége $0,1/1$ °C volt, a mintavételi frekvencia 1 mérés másodpercenként. Az eszköz egyben egy infravörös (IR) optikai mérőegységgel is rendelkezett. Az IR termométer egység képes volt mindössze egy 1 mm² területet mérni (optikai felbontása 75:1 volt). Az IR egység pontossága hasonló volt a szondáéhoz, de a mintavételi frekvencia 10 mérés volt másodpercenként. Ezen termométert egy laptop-hoz (Sony VAIO SVS1312R9EB, Sony Europe Limited, Weybridge, Egyesült Királyság) csatlakoztattuk, ami az adatrögzítést, grafikonkészítést és a mérő vezérlését is végezte a neki megfelelő szoftver segítségével (Testo Comfort Software V. 4.3.0.846; Testo SE & Co. KGaA, Lenzkirchen, Németo.). A koronektómia fogszekciók méréseinél, ugyanezen hőmérséklet-regisztráló egységet használtuk, az optikai egység nélkül.

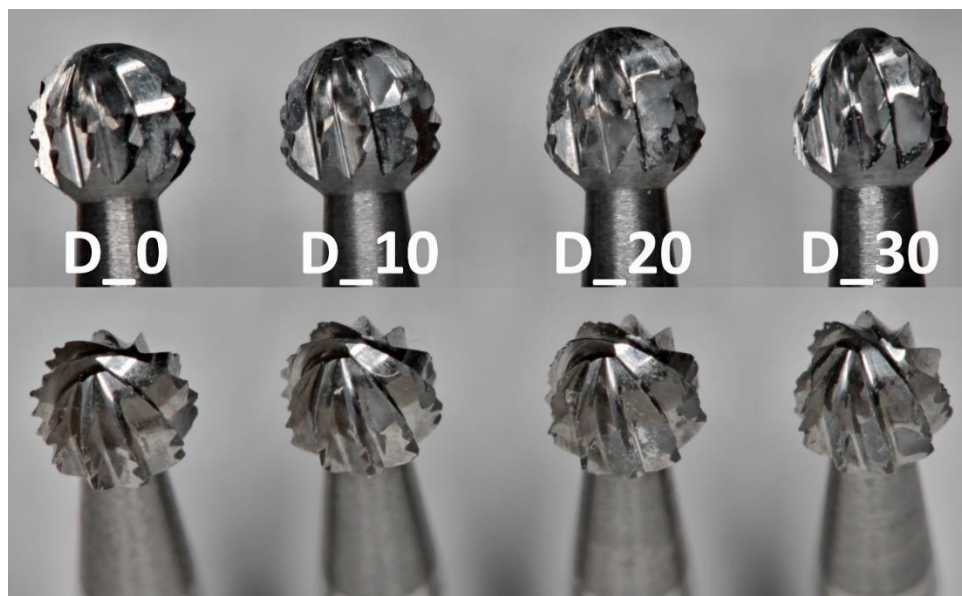
A fúrások standardizálása az egyedileg tervezett és készített „fúrótoronnyal”

A vizsgálatok előtt a PTE Műszaki és Informatikai Kar, Gépészmérnök Tanszék segítségével (Prof. dr. Orbán Ferenc) együttműködve terveztünk és építettünk egy vizsgálataink igényeinek megfelelő „fúrótoronyt”. A gép megnevezésére és leírására ezt az elnevezést találtam a legalkalmasabbnak.

A fúrótorony, a benne rögzített sebészi egyenesdarab (SL-11, W&H, Bürmoos, Ausztria) révén képes volt a csatlakoztatott fiziodiszipenzer (Implantmed SI-915, W&H, Bürmoos, Ausztria) által adott paramétereket biztosítani, úgy, mint a beállított fordulatszámot és a hűtőfolyadék áramlási mennyiségét. A fúrótorony egyenesdarabot tartó mozgó alkatrésze révén képes volt az előre beállított fúrési mélységet és az axiális nyomást (ráhelyezett súlyokkal) konstans értéken tartani. A mozgó alkatrész egy sínen fel-le mozdulva, a csontfelszínre mindig merőleges fúrást biztosított. Az apparátus automata módon volt képes a fúrások indításától a fúrési mélység eléréséig (mágneses indukciós kapcsolókkal) az eltelt idő mérésére, századmásodperces pontossággal. A csontokat és egyéb csontszimulációs anyagokat egy téglalap alakú „satu” rögzítette elmozdulás lehetőségét kizárva és a satu összesen négy pozícióban volt aztán rögzíthető a fúrótoronyban. Ezen négy pozícióban történtek a vizsgálandó fúrások.

V.8.a. A vídia gömbfúrók kopottságának vizsgálata az intraosseális hőhatásokra és a preparációs időkre

Vizsgálatunk alanya az általunk egyik leggyakrabban használt sebészi vídia gömbfúró volt (HM141 A, Hager & Meisinger GmbH, Németo.). A fúrók átmérője 3,1 mm volt. A fúrókat kopottságuknak megfelelően négy csoportra osztottuk, aszerint, hány koronektómiát végeztünk el velük korábban extrahált moláris fogakon. D_0 = az új, még nem használt fúró; D_10 = fúrók 10 koronektómia után; D_20 = fúrók 20 koronektómia után és D_30 = fúrók harminc koronektómia után (1. ábra).



1. ábra: A vizsgálatban használt sebészi vídia gömbfúrók újként (D_0) és a koptatások után két nézőpontból makrofotózva, amit adott számú humán molárisfogon elvégzett koronektómiával értünk el. D_10 = 10 koronektómia után, D_20 = 20 koronektómia után, D_30 = 30 koronektómia után.

Tizennyolc sertésborda darabot használtunk a fúrásokhoz, válogatásnál arra figyeltünk, hogy a kortikális vastagsága (sublerrel mérve) átlagban 2,1-2,3 mm legyen, mely a bölcsességfog körüli mandibulaterület kortikális állományának megfeleltethető. A csontokat egy 8 hónapos kan sertésből nyertük (~120 kg). A csontokat 50 mm hosszú szekciókban -10 °C-on, fiziológias sóoldatban tároltuk. Kísérletek előtt, a mélyhűtőből kivéve elegendő időt hagytunk a sóoldatban, hogy a kiindulási szobahőmérsékletet a csont felvegye. Minden csontfúrást ugyanazon 24 °C-ra temperált helységben végeztünk. A fúrók mindegyike (D_0, D_10, D_20, és D_30) 12 kavitást preparált, 60 ml/perc hűtőfolyadék áramlási mennyiséggel, 8000 min⁻¹ fordulatszámmal és 6 N (=600 g) axiális nyomóerővel, azaz összesen 48 kavitást preparáltunk.

Mindegyik 5 cm hosszú csontdarabba négy fúrást tudtunk végezni, így mindegyik fúrónk fúrhatott minden csontban. Ezután két további D_30 fúró fúrt további 24 csontkavitást, nagyobb axiális nyomáson ($25N = 2500\text{ g}$), amivel el tudtuk érni, hogy a leghasználtabb fúró is az új fúrónak megfelelő idő alatt végezzen (kb. 3 másodperc). A 24-ből 12 kavitásnál az előbb említett maximális hűtést, 12-nél pedig a harmadára redukált mennyiségű hűtést (20 ml/perc) alkalmaztunk.

V.8.b. A dento-alveoláris csontpreparációs vizsgálatok általánosan elfogadott, in vitro csontszimulációs modelleinek összehasonlítása

Az előző fejezetben részletezett vídia gömbfúró további vizsgálatait végeztük. A fúrási paramétereket nem változtattuk (8000 min^{-1} , 6 N axiális nyomás, 60 ml/perc irrigáció fiziológiás sóoldattal). A fúrótorony beállításai és a hőmérséklet mérése a fejezet elején ismertetett adatokkal és módon történt. Minden csont és csontszimulációs anyag típusba 24 fúrást végeztünk. Ez, tekintettel a 9 csoportra, összesen 216 fúrást eredményezett.

A fúrókat tizenkét fúrás után új fúróra cseréltük, a fúrókopás hatásának kizárása érdekében. A következő experimentális csoportokat vizsgáltuk: **1)** friss sertésborda; **2)** friss marhaborda; **3)** 20 PCF sűrűségű poliuretán (PU) blokk, 3mm vastag 50 PCF denzitású „kortikális” réteggel; **4)** 20 PCF sűrűségű PU blokk, kortikális nélkül; **5)** 30 PCF sűrűségű PU, 2 mm vastag 40 PCF denzitású „kortikális” borítással; **6)** 30 PCF denzitású PU blokk, 1 mm vastag 40 PCF-es „kortikális” réteggel; **7)** 30 PCF PU blokk kortikális nélkül; **8)** kereskedelmi forgalomban kapható polimetil-metakrilát (PMMA) blokk (Acrycast, Acrylux Ltd., Tiverton, Devon, Egyesült Királyság) és **9)** friss, humán kadáver bordacsont. A poliuretán blokkok orvosi célú mechanikai tesztelekre hitelesített anyagok, amiket két gyártótól szereztünk be: 20 PCF blokk (No. 1522-440, Sawbones Europe AB, Malmö, Svédország); 30 PCF blokkok (30PCF-CP2 és 30PCF-CP1, Nacional Ossos, Sao Paolo, Brazília). A PU blokkok sűrűségét PCF-ben használjuk leginkább, a nemzetközi szakirodalmat követve. A PCF, azaz font/láb³, átváltható természetesen g/cm^3 értékekre is; $1\text{ PCF} = 0,01601846\text{ g/cm}^3$. A PU blokkokat az „American Society for Testing and Materials” hitelesítette összehasonlító mechanikai tesztelesek céljából (ASTM F-1839-08)[18].

A sertésbordák kortikális vastagságát digitális tolómérővel $2,2\text{ mm}$ -nek mértük ($\pm 0,09\text{ mm}$), a marhabordák kortikális vastagsága $2,3\text{ mm}$ ($\pm 0,13\text{ mm}$) volt. A humán bordáknál a kortikális vastagsága $1,9\text{ mm}$ ($\pm 0,15\text{ mm}$) volt. Minden bordadarabon minimum két mérést végeztünk.

V.8.c. A legoptimálisabb intraosseális hőhatással és preparációs idővel járó fúrási paraméterek meghatározása

Az előzőekben vizsgált fúróinkat vizsgáltuk tovább. Fúrási paraméterekben ezúttal viszont több fordulatszámot (4000 , 8000 , 16000 és 40000 min^{-1}) és axiális nyomásértéket is vizsgáltunk ($3N$, $10N$, és $25N$). A két fúrási paraméter együttesen tizenkét experimentális csoportot alkotott. Ezek a következők voltak: $3N-4000\text{ min}^{-1}$, $3N-8000\text{ min}^{-1}$, $3N-16000\text{ min}^{-1}$, $3N-40000\text{ min}^{-1}$, $10N-4000\text{ min}^{-1}$, $10N-8000\text{ min}^{-1}$, $10N-16000\text{ min}^{-1}$, $10N-40000\text{ min}^{-1}$, $25N-4000\text{ min}^{-1}$, $25N-8000\text{ min}^{-1}$, $25N-16000\text{ min}^{-1}$, $25N-40000\text{ min}^{-1}$. A fúrási mélység ezúttal is 5 mm volt. A hűtőfolyadék mennyiségét a maximális értéken tartottuk ($\sim 60\text{ ml/perc}$) az egész vizsgálat alatt. A fúrások során, mind a négy fordulatszámmal és mind a három axiális nyomásértékkel 8 kavitást preparáltunk ($4 \times 3 \times 8 =$), összesen 96-ot. Ezután ugyanezen fúrásokat elvégeztük kopott fúrókkal is. A kopott fúrókat a sebészi beavatkozások fúrói közül választottuk, előzetes jelölésekkel biztosítva, hogy 50 műtétben és 51 sterilizációs ciklusban vegyenek részt. Ezen fúrók makroszkopikus megjelenését makrofotókkal és operációs mikroszkóppal is dokumentáltuk. Az új fúrók összesen 8 kavitást preparáltak, mert utána újra cseréltük őket. A

fúrásokat az előző vizsgálat alapján, a humán csontszövetet legpontosabban helyettesíteni képes PU-ban végeztük (20 PCF PU blokk 3 mm 50 PCF kortikálissal). A hőmérséklet mérése a fejezet elején ismertetésre került.

V.9. A canalis mandibulae-t közelítő és azt fenesztráló csontelvételek vizsgálata

Vizsgálatunkban sertésmandibulán vizsgáltunk. Az állkapcsok kiválasztásánál szempont volt, hogy azonos korú állatokból származzanak. Összesen 10 mandibula-felet négy nagyjából egyenlő hosszú szegmenteire fűrészeltünk így összesen 38 db 2,5-3 cm hosszú csontszegmentet kaptunk. A vizsgált csontpreparációkat ezen szegmentek bukkális felszínén végeztük, mindig egy 1 cm hosszú szakaszon úgy, hogy a preparáció egyre mélyebbre („bukkálról lingvára”) hatoltak. A preparációt akkor fejeztük be, amikor a hőmérésre szolgáló és a canalis mandibulae-be vezetett szondát ezen az 1 cm-es szakaszon teljesen láthatóvá tettük.

A csont preparálását több forgó és piezosebészeti eszközzel is elvégeztük: **1)** gyémánt gömbfúró 2,7 mm átmérővel (**DD**)(801 közepes szemcseméret, Hager & Meisinger GmbH, Neuss, Németo.); **2)** vídia gömbfúró 2,7 mm átmérővel (**TCD**)(HM 141 A, Hager & Meisinger GmbH, Neuss, Németo.), **3)** 1,9 x 2,5 mm méretű gyémánt bevonatú gömb piezofej (**PT_D**)(W&H S2 végződés és W&H Piezomed készülék, W&H, Bürmoos, Ausztria); **4)** piezo-fűrész (**PT_S**)(W&H B1 végződés W&H Piezomed készülékkel, W&H, Bürmoos, Ausztria) **5)** az ún. kombinált „fúró-piezo” preparálások (**TCD+PT_D_7°C** és **TCD+PT_S_7°C**). Az utolsó esetekben a felszínes csontelvétel kb. háromnegyedét **TCD** fúróval végeztük, majd az utolsó mélyen lévő, canalist közvetlen fedő „negyedet” **PT_D** vagy **PT_S** végződésekkel.

A kombinált (**TCD+PT_D_7°C** és **TCD+PT_S_7°C** jelű) csontelvételeknél hűtött, ~7 °C-os fiziológiás sóoldat irrigációt használtunk. Ezen hőmérséklet egy átlagos hűtőszekrényben is előállítható, ezért ezt vizsgáltuk. A „piezo-preparálások” során a fej típusához a gyártó által ajánlott legmagasabb energiát használtuk és a maximális, ~75 ml/perc mennyiségű hűtőfolyadékot. A piezoelektromos preparálások során könnyed, ecsetelő mozdulatokkal preparáltunk szakirodalmi ajánlásoknak és saját tapasztalatainknak megfelelően, <4 N alatti (<400 g) axiális nyomással [5, 22]. A fúrásokhoz sebészi fiziodiszipenzert használtunk (W&H Implantmed SI-925, Bürmoos, Ausztria) és sebészi egyenesdarabot (W&H S11L, Bürmoos, Ausztria). A canalis közeli preparációkhoz 6000 min⁻¹ fordulatszámot és kb. 6 N axiális nyomást használtunk, míg a hűtést a lehető maximumán tartottuk (60 ml/perc). A mandibula-szegmenteket és a csontelvétel módját randomizáltuk, hogy minden preparálási mód „dolgozzon” minden típusú (anterior, anterior-középső, középső-disztális és disztális) hemimandibula-szegmentben, ezzel kiegyensúlyozva a kortikális vastagságnak esetleges változásait. A kombinált csontelvételi mód hűtött irrigációját leszámítva, minden preparáció szobahőmérsékletű irrigációt kapott (~24,0 ± 0,5 °C). Minden csontelvételt az értekezés szerzője végzett. A preparációkhoz szükséges időtartamokat regisztráltuk, pontosabban a hőrögzítés-grafikon időtengelyéről leolvastuk. A canalis mandibulae-ban és csontfelszínen is történtek hőmérsékletmérések, amit a fejezet elején kifejtettem. Miután a szondát elhelyeztük a canalis bukkális felszínén, a csatornából kint lévő szondaszakaszt szárnyastű gumicsövecskéjével burkoltuk. A csontszegmentek meziális és disztális végeit két réteg dentális rózsaviasszal hermetikusan zártuk. Ezen óvintézkedések után a szondák csak és kizárólag az IAN felszínén rögzítettek hőmérsékletváltozást. Sok esetben a szonda ellenőrzését még CBCT felvétellel is ellenőriztük, hogy a vizuális megítéléssel behelyezéseinket kontrolláljuk. A CBCT gép és felvételkészítés módja a klinikai fejezet CBCT képalkotás részében leírtakkal megegyező volt.

V.10. A koronektómia fogszekciók vizsgálata

A koronektómia fogszekcióit száz db, ép, eltávolítás közben nem preparált eltávolított moláris fogon vizsgáltuk. A fogakat öt csoportba osztottuk random módon, minden csoportba 20 db fogat. Az első csoport fogainál a koronektómiát sebészi egyenesdarabbal (SGS-ES, NSK Europe GmbH, Eschborn, Németo.) és sebészi vídia torpedó fűrővel [**TcT**= az angol tungsten carbide torpedo szavakból] (HM 161, Hager & Meisinger, Neuss, Németo.). A második csoportban a szekciókat ugyanazon egyenesdarabbal de ezúttal vídia gömbfűrővel végeztük [**TcR**= az angol tungsten carbide round szavakból] (HM 141A, Hager & Meisinger, Neuss, Németo.). A harmadik csoport fogait egy 45°-ban szögtört gyorsító sebészi könyökdarabbal (Ti-Max Z-SG45L, NSK Europe GmbH, Eschborn, Németo.) és benne egy vídia fissurafűrővel végeztük [**TcF**= az angol tungsten carbide fissure szavakból] (HM 21L, Hager & Meisinger, Neuss, Németo.). Ezen külső hűtési gyorsító könyökdarab 1:3-hoz áttétellel dolgozott, tehát a 40000 fordulat/perces fiziodiszipenzer kihajtásból 120000 fordulat/perc fűrőfordulatot eredményezett (SurgicPro⁺, NSK Europe GmbH, Eschborn, Németo.). A negyedik csoportban ugyanezen gyorsító könyökdarabba egy gyémánt bevonatú „spirál bevágású” torpedó fűrőt (ún. diamond-like carbon torpedo (CARBOCER®= extrém igénybevételhez) használtunk [**DT**] (879 “Black Cobra”, Hager & Meisinger, Neuss, Németo.). Az ötödik csoportban a piezoelektromos preparációt teszteltük a fogakon. A „piezo” csoportban egy H-SG1 kódnevű sebészi fűrészvégződést használtunk [**PT**= piezoelectric tip angol szavakból] egy fényes piezosebészeti kézidarabban (VarioSurg Optic kézidarab és VarioSurg3 piezokészülék (NSK Europe GmbH, Eschborn, Németo.)).

Minden fogat horizontálisan szekcionáltunk a zománc-cement vonaltól (ZC) 1 mm-el apikálisabban. A szekciók mélységét úgy igyekeztünk beállítani, hogy a fogak bukkolingvális dimenziójának 85-90%-át vágjuk át és épen hagyjunk egy kb. 0,5-1 mm vékony lingvális foganyagot, ahogy azt a klinikumban is optimálisnak tartjuk, másrésről így a hőregisztráló szondák épsége is biztosított lehetett. A fogak lingvális felszínére 0,5 mm átmérőjű K típusú termoelem szondát rögzítettünk a ZC vonalában. A szenzorok a fogfelszínre ezüst tartalmú hővezető pasztával kerültek rögzítésre (Arctic Silver 5, Scan Computers International Ltd, Bolton, Egyesült Királyság), majd két réteg transzparens ragasztószalaggal tekertük körbe a fogat (3M Transpore, 3M Hungária Kft., Bp., Mo.), hogy a szondák rögzülését végig ellenőrizhessük. Ezután további jó rögzítő erővel rendelkező ragasztószalagot használtunk (Neoplast, Pharmaplast S.A.E., Alexandria, Egyiptom) és tekertük körbe a fogat, hogy a közvetlenül érkező hűtőfolyadék áramlástól teljesen izoláljuk a hőszondát. A ZC magasságában a bukkális oldalon ezután két mm széles és teljes fogszélességet felölelő rést nyitottunk szikével. A fogakat ezután a meziális, lingvális és disztális felszínüket borítva, 2 rétegben, 5 mm vastag extrudált polisztirén hőszigetelő lapkával borítottuk és így fogattuk be egy satuba. Ezt az egészet aztán 37 ± 1 °C-os vízfürdőbe merítettük úgy, hogy a fogak kb. lingvális fele a vízbe merüljön. A víz hőmérsékletet termosztát felügyelte és tartotta konstansan, a vízszintet pedig egy túlfolyó. A szobahőmérsékletet ezúttal is 24 °C-on tartottuk. Az irrigáció mennyiségét fúrások során 65%-on tartottuk (= 40 ml/perc), és a „piezo-preparálásoknál” a maximum értéken (~75 ml/perc). Minden fogszekciót a szerző végzett. A hőmérséklet mérésének és regisztrálásának módja az experimentális módszerek rész elején ismertetettel egyezett. Amikor a fogszekcióknál a hőszonda sérült, vagy a lingvális vékony foganyag fenesztrálódott az eredményt nem vettük figyelembe és új foggal ismételtük. A vágási metszlap elemzéséhez egy cementspatulát használtunk. A spatulát ráfektettük a metszlapra és bukkális irányból, a ZC-re merőlegesen, standard távolságból, standard beállításokkal makrofotókat készítettünk. A vágási felszínt akkor értékeltük simának, ha a cementspatula teljesen felfeküdt a vágási felszínre vagy maximum a vágási vonal harmadában nem voltak kontaktban. Amikor a vágási vonal több, mint harmad hosszában látható rés képződött a spatula és a fogfelszín

között azt a vágási felszínt egyenetlennek ítéltük. Ahhoz, hogy pontosan meg tudjuk ítélni a vágási vonal mekkora hányada van kontaktban, a Microsoft Paint szoftver rács funkcióját használtuk képelemzés közben (Microsoft Corp., Redmond, USA). A kontaktban lévő és kontaktban nem lévő négyzeteket manuálisan leszámoltuk, aztán a teljes meziodisztális hossz (rácsszám) arányában kifejeztük. Ha az arányszám 66%-nál kisebb volt, akkor a felszínt egyenetlennek ítéltük. A felszín megítélését Lempel E. és Szalma J. végeztük.

Statisztikai elemzések

A statisztikai értékeléseknél szinte minden esetben az SPSS szoftver valamely verzióját (20.0-23.0) használtuk (SPSS IBM, Chicago, IL, USA). A szignifikanciaszintet minden esetben 5 %-ban ($p < 0,05$) határoztuk meg. A fűrésok során gyűjtött hőmérséklet és fűrészi idő adatok elemzését minden esetben az adatok normalitásvizsgálatával kezdtük (Kolmogorov-Smirnov vagy Shapiro-Wilk tesztek). Normális eloszlású adatoknál, amennyiben több, mint két vizsgálati csoport került összehasonlításra, egyszempontos varianciaanalízist („1-way ANOVA”, angolul) végeztünk, melyet post hoc tesztek követtek (pl.: Tukey-féle HSD post hoc teszt, vagy egyenlőtlen varianciáknál a Dunnett-féle T3 post hoc teszt). Amennyiben az adatok nem normális eloszlást mutattak, a nemparametrikus Kruskal-Wallis-próbát alkalmaztuk, post hoc páronkénti összevetéssel (Dunn-teszt). Amikor két piezosebészeti csontelvételi mód összevetését végeztük (de például eltérő hűtővíz hőmérséklettel) a hűtővíz eltérő hőmérsékletek (mint plusz bekerült változó) miatt az ANOVA tesztet nem tartottuk alkalmasnak, akkor inkább külön futtatott független mintás t-próbákat alkalmaztunk. Ugyanazon csontelvétel csontfelszíni és canalis hőmérséklet adatainak összevetésére pedig a páros t-próbát használtuk. A fogszekciók különböző preparációkkal végzett felszíni simaságát (egyenletes vs. irreguláris felszín) khi-négyzet próbával vetettük össze. Cohen-féle kappa tesztel ellenőriztük a felszíni egyenetlenséget megítélők ún. belső és egymás közötti megbízhatóságát. Ha a kappa érték kisebb volt mint 0,40, akkor a megbízhatóságot gyengének értékeltük. Ha 0,40 és 0,59 közé esett, akkor megfelelőnek, ha 0,60 és 0,75 között volt akkor jónak, és ha 0,75-nél nagyobb volt, akkor kiválónak értékeltük.

VI. EREDMÉNYEK

KLINIKAI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

VI.1. A gyökérsötétedési rizikójel műtéti háttere

Mind a vizsgálok belső mind az egymás közötti megbízhatósága kiváló (kappa érték > 0,75) volt. A prospektív vizsgálatba összesen 83 beteget tudtunk bevonni (39 férfit és 44 nőt), akik átlagéletkorát $28,1 \pm 6,7$ évnek találtuk (16-tól 48 évesig). Nem találtunk különbséget az izolált és a multiplex sötétedést mutató eseteknél életkor vagy nem tekintetében ($p=0,09$ és $p=0,13$). Összesen 47 betegnél láttunk multiplex sötétedést és 36-nál izoláltat. A 83 extrakció során, 38 esetben történt IAN-expozíció (38/83; 45,8%), részletezve: 30 esetben (30/83; 36,2%) a multiplex sötétedéseknél és 8 esetben (8/83; 9,6%) az izolált sötétedési jelet mutató betegeknél. A látható IAN lokalizációja 10,5%-ban bukkális (4/38), 39,5%-ban inferior vagy interradikuláris (15/38) és 50%-ban lingvális (19/38) volt. A gyökéri behúzódnást 25 esetben láttuk a multiplex sötétedési jelnél (25/47; 53,2%) és 6 esetben (6/36; 16,7%) az izoláltnál. Érdekes volt, hogy az összes behúzódnást a gyökerek lingvális vagy apikális felszínén vagy a gyökerek között láttuk. Az IAN-expozíció 45,8%-ban volt oka a gyökérsötétedési jelnek, az LKEF 26,5%-ban. 9,6%-ban a csalo (,becsapós”) gyökérkonformáció és 18,1%-nál egyértelműen nem volt megállapítható az ok. Mind az IAN-expozíció ($p<0,001$) mind a gyökérbehúzódnás ($p<0,001$) szignifikánsan gyakoribb volt összetett (=multiplex) gyökérsötétedés esetén. Reverzibilis paresztézia mindössze egy betegnél fordult elő (1/83=1,2%), akinél a normális beidegzés a 3. hétre helyreállt.

VI.2. A pixelintenzitás-mérések eredményei

Ezen vizsgálatunkban a belső (0,77 és 0,80) és az egymás közti megbízhatóság (0,75) is kiválónak volt mondható. Összesen 53 esetet tudtunk elemezni, ahol korábban bizonyíthatóan IAN-expozíció vagy LKEF és műtét előtt gyökérsötétedési jel volt látható. A diagnosztikailag tökéletesnek mondható röntgenek bevalogatásával összesen 38 esetet (71,7%) vizsgáltunk. A röntgenek 28,3%-át zártuk ki enyhébb vagy közepes pozicionálási hibából kifolyólag, ami során a bölcsességfog területének hibamentes megítélhetőségét tekintettük elsődlegesnek. Leggyakoribb hiba az oldalra döntött fej, a középvonaltól elforduló fej és a túl előre vagy hátraszegett fejtartás volt. Az IAN-expozícióhoz tartozó ROI mérések a pixelintenzitás-szűrkeskálán 87,0 és 154,7 (átlag: 124,7) közötti értékeket eredményeztek a sötét sávon [D] és 158,3 és 201,0 (átlag: 174,2) közötti értékeket a kontroll gyökéri [R] területen. Ugyanezen értékek az LKEF-eseteknél 57,0 és 158,0 (átlag: 125,1) közé estek a [D] területeken és 94,7 és 191,3 (átlag: 160,5) közé az [R] területeken. Az [R] és [D] területek pixelintenzitás különbségeit $49,5 \pm 7,0$ -nek találtuk az IAN-expozícióknál és $35,4 \pm 6,4$ -nek az LKEF-eseteknél. Az [R]-[D] pixelintenzitás-különbség medián értéke 45,7 volt az IAN-expozíciós csoportban és 34,3 az LKEF-csoportban, az interkvartilis terjedelem pedig 12,0 (IAN) és 18,3 (LKEF). Az [R]-[D] területek pixelintenzitás különbségei szignifikánsan nagyobbak voltak az IAN-csoportban az LKEF-csoporthoz képest ($p<0,001$). A kritikus pixelintenzitás-különbség határszámot, ahol a két műtéti kimenet IAN vs. LKEF szignifikánsan elvált, 38-nak találtuk ($p<0,001$). A határszámhoz tartozó szenzitivitást és 1-specifitást 93,3 % és 30,4 %-nak találtuk.

$$\text{IAN-expozíció} \leftarrow \text{PGV}_R\text{-PGV}_D \geq 38 > \text{PGV}_R\text{-PGV}_D \rightarrow \text{LKEF}$$

Rövidítések: IAN, nervus alveolaris inferior; PGV_R : pixel szűrkeség intenzitási érték a kontroll gyökéri területen; PGV_D , pixel szűrkeség intenzitási érték a sötétedés gyökéri területen; LKEF, lingvális kortikális elvékonyodás vagy fenesztráció.

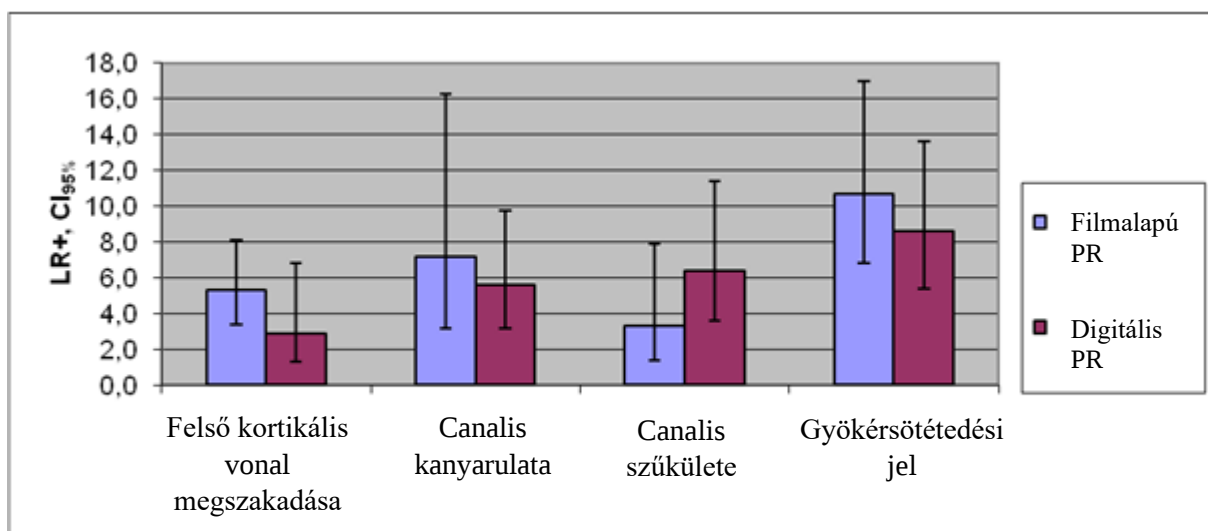
Amennyiben a kalkulált értéket a határszámnál alacsonyabbnak találtuk dominánsan több LKEF volt, ha nagyobbak (vagy egyenlőnek) akkor szignifikánsan több IAN-expozíció (esélyhányados = 32,0; 95% CI: 3,5-293,1; $p < 0,001$). Vizsgálatunk ezen szakaszában 2 betegnél fordult elő reverzibilis IAN beidegzési zavar ($2/38=5,3\%$) a varratszedéskor. Mindkét eset az IAN-expozíciós csoportban fordult elő ($2/15=13,4\%$). A neuroszenzoros működés 5 héten belül rendeződött, helyreállt.

VI.3. A digitális és filmalapú panorámaröntgenek összehasonlító értékelése

A két vizsgálati csoport összesen 672 műtéileg eltávolított bölcsességfog-esetet tartalmazott. A filmalapú röntgencsoport ($n=400$) átlagéletkora $27,4 \pm 10,1$ év volt (15-77 évesig), a digitális röntgencsoporté ($n=272$) $29,4 \pm 10,1$ (14-83 évesig). Az átlagéletkor tekintetében a két csoport különbözött, ($p < 0,001$) a digitális csoport átlagosan két évvel idősebb volt. A nemek összetételében, az angulációban és az IAN beidegzési zavar tekintetében ($p = 0,102$) a csoportok nem különböztek, de az IAN-sérültek között mindkét csoportban több nőbeteg fordult elő ($p = 0,008$). A filmalapú röntgencsoportban szignifikánsan több Pell & Gregory I osztályú impakció volt ($p=0,037$).

Az IAN-sérülések prevalenciája 1,1% (41 paresztézia a 3651 fogeltávolításból) volt a filmalapú röntgencsoportban és 1,0 % (18 paresztézia az 1739 fogeltávolításból) a digitálisban.

A digitális képalkotó csoportban a szenzitivitás 27,8% és 88,9% között, a specificitás értékek 90,2% és 94,9% között alakultak. Habár a canalis kanyarulata és canalis szűkülete csoportban szignifikánsan magasabb volt a digitális röntgen szenzitivitása ($p=0,014$ és $p=0,002$) a specificitás értékei ezeknek a jeleknek volt a legalacsonyabb ($p < 0,001$ és $p = 0,035$). A másik két röntgenjel esetében a két modalitás közötti különbségek nem voltak szignifikánsak. Az LR+ értékek és konfidenciaintervallumok ábrázolását választottuk, hogy az előbbieket szemléletesen demonstrálni tudjuk (2. ábra).



2. ábra: A valószínűségi arányszámok (LR+) és 95%-os konfidenciaintervallumok alakulása a képalkotó csoportokban a megfigyelt specifikus röntgenjelek esetén (PR, panorámaröntgen).

A specifikus röntgenjelek LR+ értékei 3,3 és 10,7 közé estek a filmalapú és 2,9 és 8,6 közé a digitális csoportban. A bináris regressziós analízis esélyhányadosai alapján a két röntgeneljárás között nem volt különbség az IAN-sérülés előrejelzése szempontjából. A vizsgálok belső (0,82 és 0,80) és egymás közötti (0,75) megbízhatósága kiváló volt ezen vizsgálatunkban is.

VI.4. A panorámaröntgen és CBCT rizikójelek összefüggései. A CBCT hatása a döntéshozatalra

A tíz dento-alveoláris megfigyelőnek $7,8 \pm 3,2$ év tapasztalata volt bölcsességfog rizikóesetekkel. Összesen 400 kezelési döntést hoztak (40 eset x 10 sebész). A sebészek belső megbízhatósága négy főnél jó volt (0,62, 0,67, 0,70, 0,73) és a további hatnál kiváló (0,75, 0,76, 0,82, 0,83, 0,84, 0,91). Az elemzett betegek átlagéletkora $29,6 \pm 5,3$ év (20–51 évig) volt, és a 37 betegből 16 (43,2%) férfi volt.

Két vagy több PR jel kombinációinak előfordulása – ami tartalmazta a *gyökérsötétedést* és vagy a *felső kortikális vonal megszakadását* is - szignifikánsan összefüggött a CBCT rizikójelek halmozódásával ($p=0,021$; OR: 7,2). A megfigyelő sebészek által adott pontszámokból kitűnt, hogy a két vagy több PR jel csoportja kapta a legmagasabb pontszámokat. A PR alapján meghozott műtéti extrakció döntés a CBCT elemzések után 289 esetben maradt fogeltávolítás a 400-ból. A PR műtéti extrakciók, 19 esetben módosultak koronektómiára. A PR alapján meghozott koronektómia döntés 53 esetben változott műtéti extrakcióra és 39 esetben változatlanul koronektómia maradt. Így, összesen 72 esetben (=19 + 53) a 400-ból (=18%), a PR döntés változott CBCT elemzés után. Összesen 92 koronektómia döntés született PR elemzés után, ami lecsökkent jelentősen 58-ra, a CBCT elemzés után ($p=0,002$, OR: 1,8). A koronektómiák aránya a teljes döntések százalékában kifejezve 23% (92/400) volt CBCT előtt és 14,5% (58/400) CBCT elemzés után. A koronektómia döntés fogeltávolításra változását leggyakrabban a *gyökérsötétedési jel* és *canalis szűkülete* PR csoportban láttuk ($p=0,009$, OR: 2,6, illetve $p=0,044$, OR: 3,4). Érdekesképpen, a *két vagy több jel* kombinációja csoportban, valamint a *felső kortikális vonalának megszakadása* és a *canalis kanyarulata* csoportokban szignifikánsan kevesebb koronektómia döntés változott extrakcióra. A válaszadók leggyakrabban az alábbiakat említették döntésük változásának hátterében: a *canalis* direkt vagy indirekt kapcsolata a gyökérrel (44,1%); *canalis* fenesztrációja (32,4%); elkeskenyedett vagy homokóra alakú, deformált *canalis* keresztmetszet szemben a kör keresztmetszetű szabályossal (14,7%); *interradikuláris canalis* lefutás (5,9%); és újonnan felfedezett gyökérgörbület (2,9%). Amikor viszont a fogeltávolítás döntés módosult koronektómiára, az csak a *két vagy több jel kombinációja* csoportban ($p<0,0001$, OR: 7,9) fordult elő. A 289 hipotetikus műtéti extrakciós eset (azaz amikor PR után és CBCT után is fogeltávolítás volt a döntés) elemzésekor láttuk, hogy a fogszekciók számában szignifikáns változás nem volt a CBCT felvételek elemzése után. A *gyökérsötétedési jel* csoport IAN paresztéziás eseténél 10 megfigyelő is extrakciót végzett volna PR után és 9 CBCT után is. A *'két vagy több PR jel együttesen'* csoportban a két paresztéziával járó esetekben 7 és 8 sebész végzett volna extrakciót PR után, és 3, illetve 4 a CBCT után.

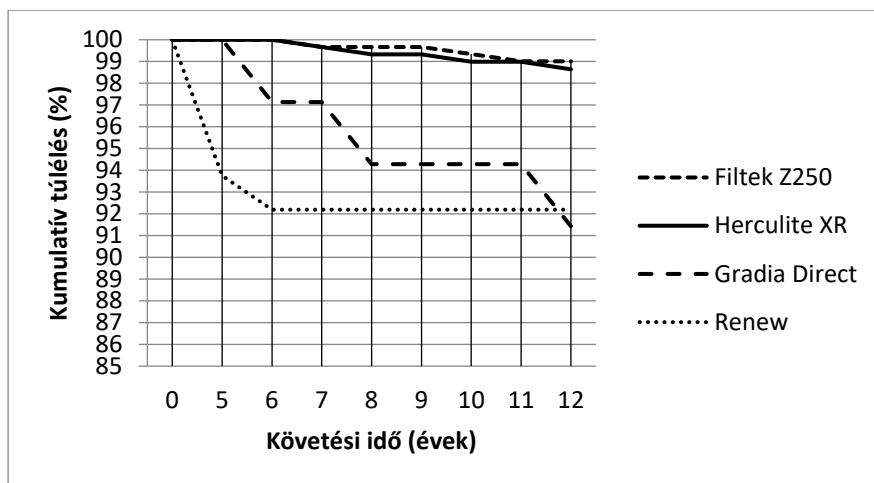
VI.5. A bölcsességfogak szerepének vizsgálata az angulus és a fejecs töréseinél

Egyoldali, izolált angulustörés 164 esetben, condylustörés 115 esetben fordult elő. Az így összesen 279 törés 279 beteghez tartozott. A vizsgálatból kizárásra került amúgy 7 beteg, akiknél kétoldali angulustörést találtunk, és 13 beteg, akiknél kétoldali condylustörés fordult

elő. További 9 betegnél mind az angulus, mind a condylus törött, őket is kizártuk az elemzésekből. Az angulustörések 34,1%-a és a fejecstörések 38,6%-a volt jobboldali. A töréseknél 122 esetben (43,7%) testi épség elleni cselekmény, 73 esetben (26,2%) esés, 37 esetben (13,3%) közlekedési baleset, 23 esetben (8,2%) háztartási baleset, 12 esetben (4,3%) sportbaleset és további 12 esetben (4,3%) egyéb, nem tisztázható ok szerepelt a háttérben. Az angulus töréseinél a fő etiológiai tényező az erőszakos cselekmény (89 eset, 54,3%) volt, míg 28 esetben esés (17,1%), 17 esetben közlekedési baleset (10,4%), ugyanennyi esetben háztartási baleset (10,4%), 6 esetben sportbaleset (3,7%), és 7 betegnél egyéb ok (4,3%). Condylustöréseknél az előbbi etiológia sorrendet tartva a számok a következők: 33 (28,7%); 45 (39,1%), 20 (17,4%), 6 (5,2%), 6 (5,2%) és 5 (4,3%). A betegek átlagéletkora az angulustörés-csoportban $31,6 \pm 12,3$ év (15-74 évig) volt, a condylustörés-csoportban $41,9 \pm 16,84$ év (17-89 évig). A két csoport átlagéletkora szignifikánsan eltért ($p < 0,001$). A férfi-nő arányt 88/27-nek találtuk (férfi= 76,5%) a condylustörés-csoportban és 137/27-nek (83,5%) az angulustörés-csoportban, mely hasonló ($p = 0,144$). 119 esetben a 164 angulustörőtnél és 63 esetben a 115 condylustörőtnél bölcsességfogot találtunk a törés oldalán. A bölcsességfog szignifikánsan több angulustörésnél volt jelen (esélyhányados (OR)= 2,18; $p = 0,002$). Angulustörésnél a Pell & Gregory II. osztályú (OR: 2,97; $p < 0,001$), vagy III. osztályú (OR: 3,42; $p = 0,03$), vagy B osztályú (OR: 5,48; $p < 0,001$) bölcsességfog-impakció szignifikánsan a leggyakoribb volt. A vizsgálatunkban alkotott 'felületes' és 'mély' impakciós csoport alapján, a mély csoportba tartozó fogak szignifikánsan gyakoribbak voltak angulustöréseknél OR: 3,60 ($p < 0,001$). Az anguláció töréstípussal való összefüggése nem volt kimutatható vizsgálatunkban. A logisztikus regressziós analízis alapján a betegek életkora (OR: 1,05; 95% CI: 1,03-1,07), a bölcsességfog jelenléte (OR: 0,46; 95% CI: 0,28-0,76), a Pell & Gregory szerinti I. osztály (OR: 1,86; 95% CI: 1,09-3,20) és A osztály (OR: 1,91; 95% CI: 1,12-3,24) jelentősen összefüggtek a condylustörések (szembe állítva az angulustörés kimenettel) előfordulásával. Ezen analízisben, az egynél kisebb esélyhányadosok az angulustörés esélyét, az egynél nagyobb esélyhányadosok a condylustörés esélyét jelentették. Az angulustörések mintegy 26,4%-ában szükség volt a bölcsességfog eltávolítására a törések korrekt repozíciója és oszteoszintézise miatt.

VI.6. A moláris fogak direkt restaurációinak sikeressége

A 701 II. osztályú direkt kompozit restauráció értékelésekor a tömés készítésének évét és az esetleges sikertelenség előfordulásának dátumát és az arra vonatkozó egyéb információt a betegdokumentációból nyertük ki. A 701 restaurációból 15 (2,1 %) klinikailag elfogadhatatlannak bizonyult. A sikertelenséget szekunder kariesz, fraktúra és az adott fog pulpális megbetegedése okozta. Bár az endodonciai kezelés a tömés sikertelenségét jelentette, ezeket a restaurációkat kizártuk a további vizsgálatból, hiszen a USPHS kritériumrendszer ezt a szempontot nem tartalmazza. Egyéb vizsgálati szempontoknál a „C” kódot kapott tömések sikertelennek lettek ítélve. Pulpavédelemmel 29 fogat láttunk el ($n = 12$ Filtek Z250 esetén, $n = 10$ Herculite XR esetén, $n = 5$ Renew esetén és $n = 2$ Gradia Direct Posterior tömőanyag esetén). A négy tömőanyagra vonatkozó Kaplan-Meier-féle 11 éves túlélési görbét a 3. ábra mutatja.

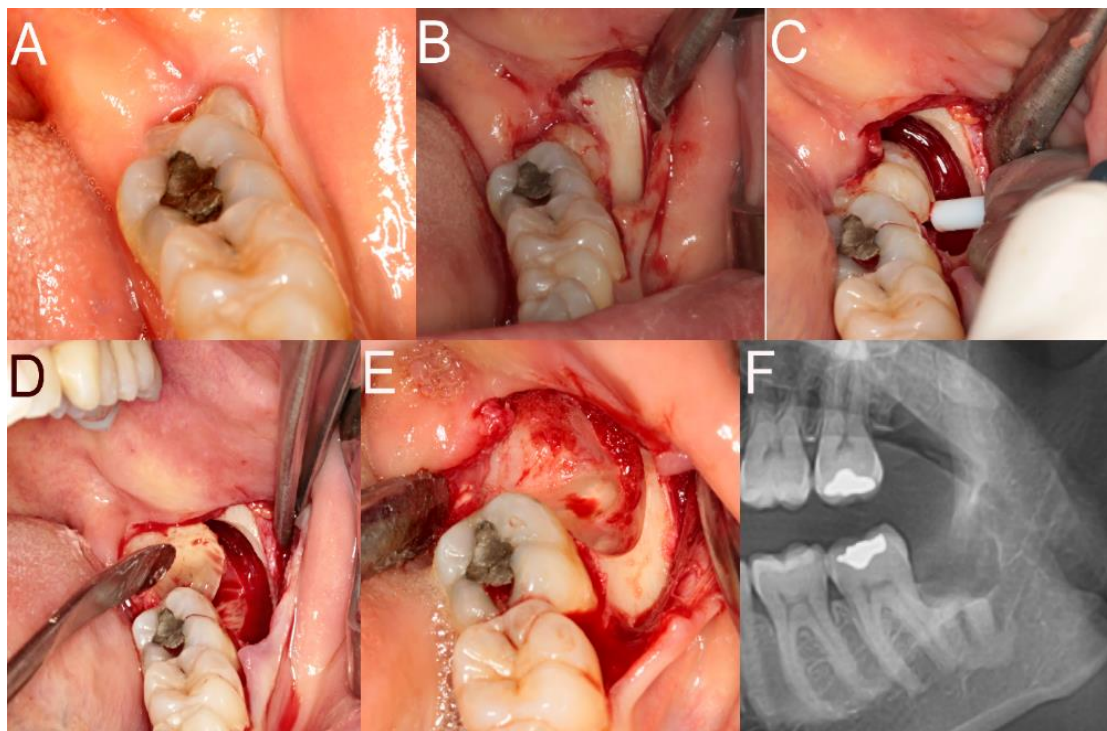


3. ábra: A négy mikrohibrid kompozitból készült tömések kumulatív túlélési görbéje vizsgálatunkban.

A sikertelenségi arány Filtek Z250 tömőanyagánál 0,9% volt, Herculite XR esetén 1,36%. Ezen értékek a 11 év vizsgálati periódus alatt konstansnak bizonyultak, szemben a Renew (7,81%) és Gradia Direct Posterior (8,57%) kompozitokkal, melyek a vizsgálati idő alatt folyamatosan növekvő sikertelenségi rátát mutattak. Utóbbi két anyag sikertelenségi aránya szignifikánsan rosszabb volt ($p < 0,05$), mint a Filtek Z250 és Herculite XR kompozitoké. Összesen 349 (50,2 %) restauráció bizonyult hibátlanul, míg 346 (49,8 %) esetben legalább 1 eltérést találtunk, mely vagy a még elfogadható (B kód), vagy már elfogadhatatlan (C kód) kategóriába esett. Az eltérések incidenciája (B és C kódok) 60% volt a Filtek Z250-ból készült töméseknél, 72% a Renew, 81% a Herculite XR és 82% Gradia Direct Posterior kompozitok esetén. A B és C kódok számában kapott eltérés Filtek Z250 és Herculite XR között ($p = 0,015$), valamint Filtek Z250 és Gradia Direct Posterior ($p = 0,013$) között statisztikailag szignifikáns volt a 11 éves megfigyelési időszakban. A khi-négyzet teszttel statisztikailag szignifikánsan több fraktúrát találtunk Renew ($p = 0,005$) esetén, míg színbeli eltérés Gradia Direct Posterior ($p = 0,02$) esetén fordult elő gyakrabban. Bár a 61 Renew tömésből 2 tömés fraktúrája már szignifikánsnak mutatkozott, azonban az alacsony esetszáma miatt ezt az eredményt kellő óvatossággal kell kezelni. A tömés felszíneinek száma alapján a Filtek Z250 tömőanyagánál szignifikánsan több eltérés adódott a háromfelszínű MOD töméseknél ($p < 0,001$). Bár hasonló tendencia figyelhető meg a másik három tömőanyagánál is, ezeknél nem volt statisztikailag kimutatható különbség. Anyagtól függetlenül szignifikánsan több B kódot találtunk a széli elszíneződést ($p = 0,001$) és az anatómiai formát ($p = 0,02$) illetően a háromfelszínű töméseket vizsgálva. Az összes értékelt szempont közül a széli elszíneződés fordult elő (B kód) ($p = 0,027$) leggyakrabban. A moláris tömések 18%-a ($n=42$) készült alsó bölcsességfogakba. A fogcsoportokat vizsgálva a moláris és premoláris fogakba készült tömések hibái hasonló arányúak voltak.

VI.7. A koronektómia fogszekciójának fűrőhüvellyel történő biztosítása

Műtétek közben a hüvely rögzülését stabilnak találtuk. Ami örömteli volt, hogy a fűrési mélységnek nemcsak egy vizuális jelzője volt, hanem annak fizikai behatárolója is. A koronai letörések könnyen, minimális erővel történhettek, a gyökerek mobilizációját nem észleltük és a lingvális kortikális sérülését sem (4-5. ábrák). Létrehoztunk ezután egy mm skálával ellátott fűrőhüvelyt is későbbi alkalmazásokhoz, amikor a műtéthez prompt, szék mellett igazítjuk, állítjuk be (egy szikével például) a hüvely megfelelő aktuális hosszát.



4. ábra: Az általunk tervezett fűrőhüvely klinikai alkalmasságának vizsgálata koronektómia közben. a) A részben előtört impaktált fog a szájbán. A műtéti diagnosztika és indikáció az 52-54. oldalakon olvasható. b) Szulkuláris mukoperioszteális lebenyes feltárás. c) A fog mellett és mögött a szokásos csontelvétele történt vídia gömbfűrővel, majd bukkális irányból a fogszekció látható a fűrőhüvely segítségével. d) A pontos szekció után (0,5 mm lingvális foganyag tökéletesen épen maradt) a korona letörése minimális erővel történt. A gyökerek luxálódására így esély nem volt. e) A vágási felszínen minimális simítás és csontnívó alá süllyesztés történt. A vitális, gyulladásmentes gyökérpulpa enyhe vérzése jól látható. f) Az intraoperatív panorámaröntgen optimális szekciós mélységet mutat, meziális és disztális „zománcütkék” nélkül.



5. ábra: Fél évvel a korábbi koronektómia után a beteg panaszmentes, a gyökér vágásfelszín felett csontosodás figyelhető meg. A gyökérmigráció feltehetően a ~180°-os görbület miatt nem kifejezett.

AZ EXPERIMENTÁLIS VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

VI.8.a. A vídia gömbfűrők kopottságának hatása az intraosszeális hőhatásokra és a preparációs időkre

A kopott fűrők jellegzetes megjelenését már a módszerek részben bemutattuk (1. ábra). A növekvő használatával egyre nagyobb darabok hiányoztak a kereszt-bevágású vágóélekből. 20 koronektómia után a fűrők csúcán lévő vágóélek is egyre tompábbnak mutatkoztak. 30 koronektómia után a vágóélek keresztirányú bevágásai majdhogynem teljesen eltűntek, és a fűrők szabályos kerek megjelenése elveszett.

A D_30 fűrők nagyobb axiális nyomással és redukált irrigációval átlagosan 20,5 °C-os hőmérséklet-emelkedést okoztak, míg a maximum hőmérséklet-emelkedések 37,8 °C körül voltak. Ezen értékeket a humán 37 °C-os környezetbe képzelve már 57,5 °C és 74,8 °C-os értékekről beszélhetünk. A szakirodalmi hőmérsékleti határérték (47 °C) feletti időtartamok nem haladták meg a 20 másodpercet. A különböző kopottságú fűrők hőtermelése szignifikánsan eltérő volt (ANOVA, $p < 0,001$). A post hoc teszt megmutatta, hogy csak a D_30-as fűrők (azonos hűtés, de eltérő nyomásértékek) és a D_10 és D_20 fűrők között nem volt eltérés ($p = 0,516$ és $p = 0,744$). A fokozott kopással magasabbak voltak a maximum értékek és lassabb volt a visszatérés a kiindulási hőmérsékletekre. Érdekes, hogy a D_10, D_20 és D_30 fűrőkkel 120 másodperc sem volt elég a kiindulási hőmérsékletekre történő visszatéréshez. A preparációs időtartamokból jól látszott, hogy a D_10 fűrővel történő fűrés nem volt lassabb, mint a D_0-val ($p = 0,294$) és hogy a D_20-as és D_10-es fűrőkkel történő fűrés is azonos időeredményeket produkáltak ($p = 0,425$). Ezzel szemben a D_0 fűrő szignifikánsan gyorsabb volt, mint a D_20 és a D_30 fűrők.

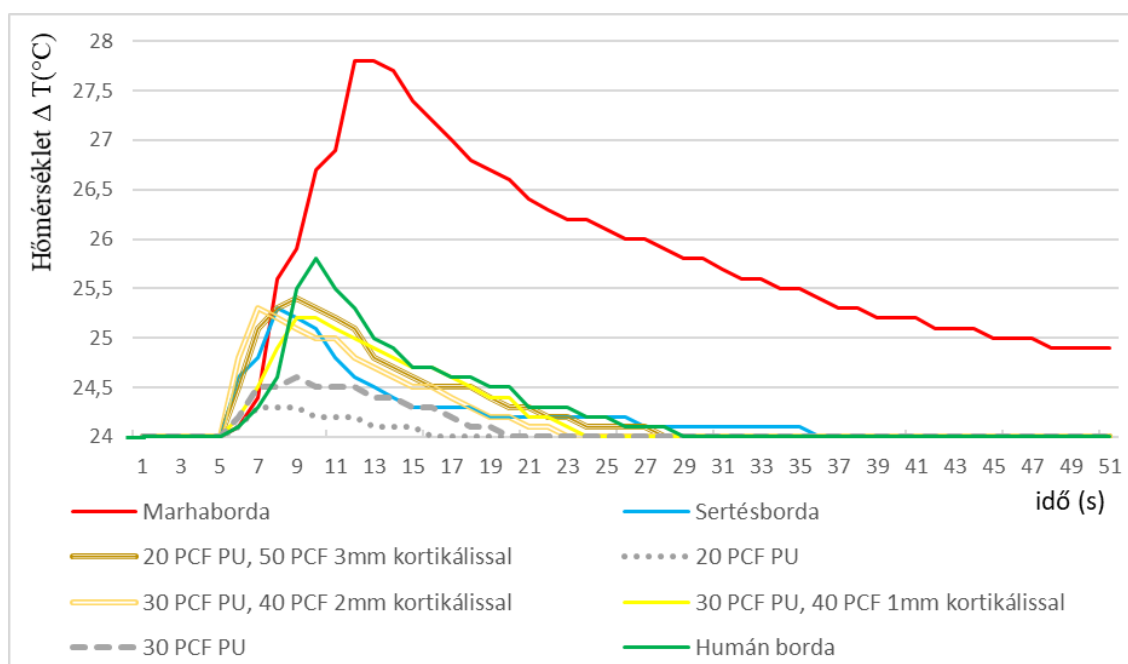
VI.8.b. Az in vitro csontszimulációs modellek összehasonlításának eredményei

A csontokban és a csontmodellekben történő fűrés átlagos hőmérséklet emelkedéseiből megállapítható volt, hogy a legmagasabb hőmérsékletek a marhabordában keletkeztek ($p < 0,001$). Semelyik másik modell nem volt képes ezen hőmérsékleteket reprodukálni.

A humán bordában mérhető hőmérsékletek teljes egészében reprodukálhatók voltak a kortikálissal borított PU blokkokkal vagy a sertésbordákkal.

A 20 PCF PU ($p < 0,001$) és a 30 PCF PU ($p < 0,001$) blokkokban szignifikánsan kevesebb hő képződött, mint a humán bordában. A kortikális nélküli PU blokkokban a kortikálissal borított PU blokkokhoz képest jelentősen kevesebb hő termelődött, ugyanakkor a két kortikális nélküli PU blokkban közel azonos ($p = 0,968$).

A fűrés időket azt mutatták, hogy a marhacsontot lehetett szignifikánsan a leglassabban preparálni ($p < 0,001$). A sertésbordában látott fűrés időket hasonlóak voltak a kortikálissal borított 30 PCF PU blokkokéhoz ($p = 0,335$ és $p = 0,973$). Érdekes volt, hogy a másik gyártó 20 PCF blokkját a 3 mm-es kortikálissal szignifikánsan gyorsabban lehetett megfűrésni, mint a sertésbordát ($p < 0,001$), viszont a humán borda és 30 PCF kortikális blokk fűrés időikkel azonosan. Nyolc vizsgált modell egy-egy random kiválasztott fűrés hőgrafikonját az idő függvényében a 6. ábrán mutatjuk be.



6. ábra: A vizsgált csontokban és csontmodellekben keletkező hőmérsékletek időbeli alakulása, nyolc, random módon kiragadott mérési görbe ábrázolásával.

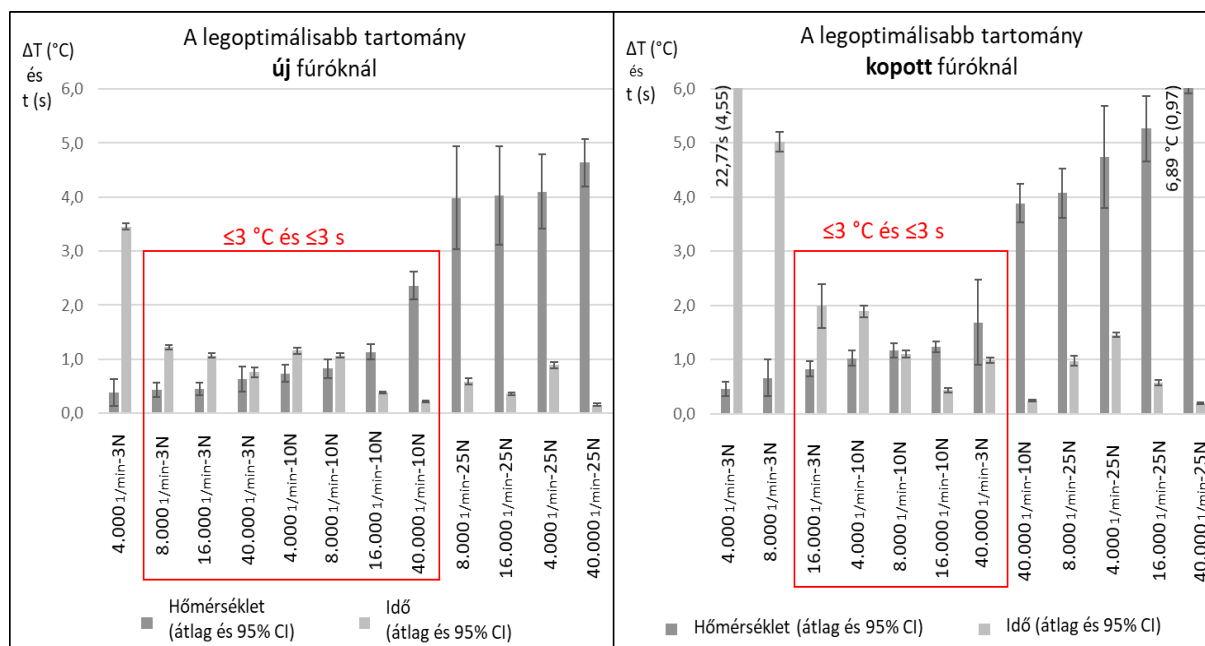
VI.8.c. A legoptimálisabb intraosseális hőhatással és preparációs idővel járó fűrési paraméterek

A hőmérsékletadatokból kitűnt, hogy egyik fűrővel sem léptük át a humán környezetre kalkulált 47 °C-os szakirodalmi határértéket. Amennyiben az Iyer-féle határértéket nézzük (4,3°C-os emelkedés), akkor látjuk, hogy 25 N axiális nyomással mind az új, mind a használt fűrővel megközelítettük vagy meghaladtuk azt. Az új fűrők esetén, a 10 N axiális nyomáson jelentős hőtermelés-eltérés mutatkozott a 16000-es és a 40000-es fordulatszámok között. A 25 N axiális nyomással történő fűrások több hőt termeltek, mint bármely más alacsonyabb nyomásértékkel. A 3 N és 10 N nyomással történő fűrások között egyedül a 40000-es percnkénti fordulatszámon mutatkozott különbség. A kopott fűrőknél minden nyomásértéken a legmagasabb fordulatszámmal történő fűrások termelték a legtöbb hőt. Amíg 25 N nyomás mellett minden fordulatszámon a legmagasabb hőmérsékletek keletkeztek, addig 10 N és 3 N nyomásnál csak a legmagasabb fordulatszámnál tért el a hőmérséklet-emelkedés. Összességében érdekes volt, hogy 3 N axiális nyomás mellett minden fordulatszámon és a fűrő használatától függetlenül az átlagos hőmérséklet-emelkedések 2 °C alatt maradtak.

A fűrési idők tekintetében kb. 5-20-szoros különbségek mutatkoztak a leglassabb és a leggyorsabb fordulatszámokon történő fűrások között, azonos axiális nyomások mellett. 40000-es fordulatszámon az új és a használt fűrők közötti különbségek minimálisak voltak. Amikor az 5 mm mély üreg klinikailag elfogadható fűrési idejének a 3 másodpercet határoztuk meg, szembejött, hogy a kopott fűrőkkel a legalacsonyabb axiális nyomással és a két legalacsonyabb fordulatszámmal sokkal több idő kellett annál (6-tól 22,5 másodpercig). Ugyanakkor a hőtermelések ezen lassú fűrásoknál teljesen elfogadhatóak voltak.

Az átlagos időtartamok, amíg a fűrásokkor keltett hőmérsékletek az eredeti értékekre visszaestek, egyedül kopott fűrőknél és 25 N esetén volt hosszabb, mint 30 másodperc. Ugyanakkor 25 N mellett a különböző fordulatszámokon nagyon eltérően alakultak ($p < 0,001$).

4000-es fordulatszámon ($92 \pm 14,41$ s) hasonló volt, mint 8000-es fordulaton ($60,4 \pm 3,85$ s), de jelentősen hosszabb volt, mint 16000-es ($40,8 \pm 2,77$ s; $p=0,045$) és 40000-es fordulaton ($29,2 \pm 4,32$ s; $p<0,001$). 16000-es és 40000-es fordulaton a csontmodell eredeti hőmérsékletre hűlésének időtartamában nem volt különbség. 3 N és 10 N értékeknél a csontmodellek visszahűléséhez szükséges idő, minden fordulatszámon 11 és 26 másodperc között volt. Fontos megjegyezni, hogy míg a két legalacsonyabb fordulatszámmal és 3 N axiális nyomással a kopott fúrók extrém hosszú ideig preparáltak, addig 25 N mellett a leghosszabb ideig tartott visszahűlni a csontmodelleknek.



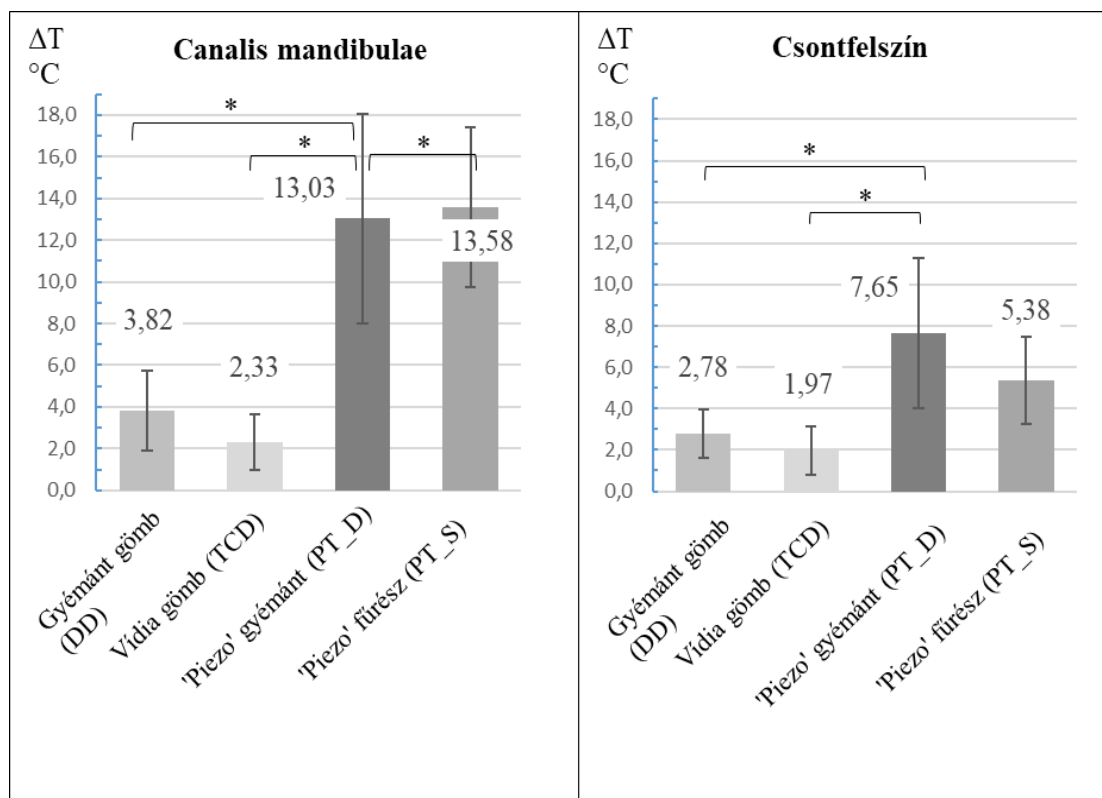
7. ábra: A fúrási paraméterek, ahol a fúrási idők és fúrási hőmérsékletek optimális tartományba estek. A piros négyzetekben az általunk optimálisnak titulált (3 °C -nál kevesebb hő termelő és 3 másodpercnél gyorsabb) preparációs paraméterekhez tartozó hőmérsékletek és időtartamok találhatóak.

Amikor az optimális fúrásokhoz a 3 °C -os és 3 másodperces értékeket társítottuk, meg tudtuk határozni, mely paraméterek együttese volt optimális (7. ábra). Az optimális és szuboptimális kategóriák között pedig statisztikailag szignifikáns különbséget sikerült kimutatni.

VI.9. A canalis mandibulae-t közelítő és fenesztráló csontelvételek

A canalison belüli és a csontfelszíni hőmérsékletek alakulását a vizsgált preparációs módokkal a 8. ábra mutatja be. A canalison belüli hőmérsékletek szignifikánsan magasabbak voltak, mint a csontfelszíni szobahőmérsékletű hűtőfolyadék esetén, ám hűtött irrigációval ezen különbség eltűnt. A legmagasabb hőmérsékleteket a PT_D és PT_S csontelvételeknél láttuk, míg a DD és TCD preparáció azonos hőt keltett (8-9. ábrák). A csontfelszínen a TCD szignifikánsan kevesebb hőt termelt, mint a PT_D ($p=0,034$). Néhány PT_D preparálásnál a csontfeszín hőmérséklete meghaladta a 10 °C -ot, ami humán környezetre kalkulálva már a 47 °C -os szakirodalmi határérték feletti, ámbar sosem tartott 20 másodpercnél tovább. Ezzel

szemben a **PT_D** és **PT_S** preparációknál a canalisban a potenciálisan káros hőmérséklet szinte mindig 30 másodpercnél tovább tartott, sokszor az egy percet is közelítve (10. ábra).

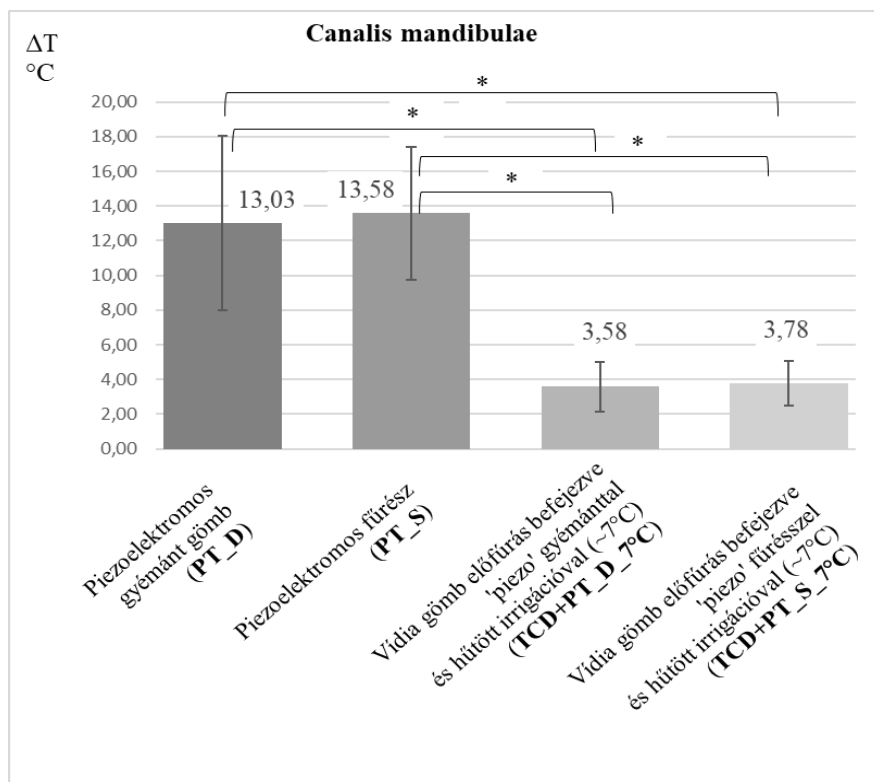


8. ábra: A különböző preparálási módoknál tapasztalt hőmérséklet-emelkedések a canalis mandibulae-ban és a csontfelszínen. Tukey-féle HSD post hoc teszt.

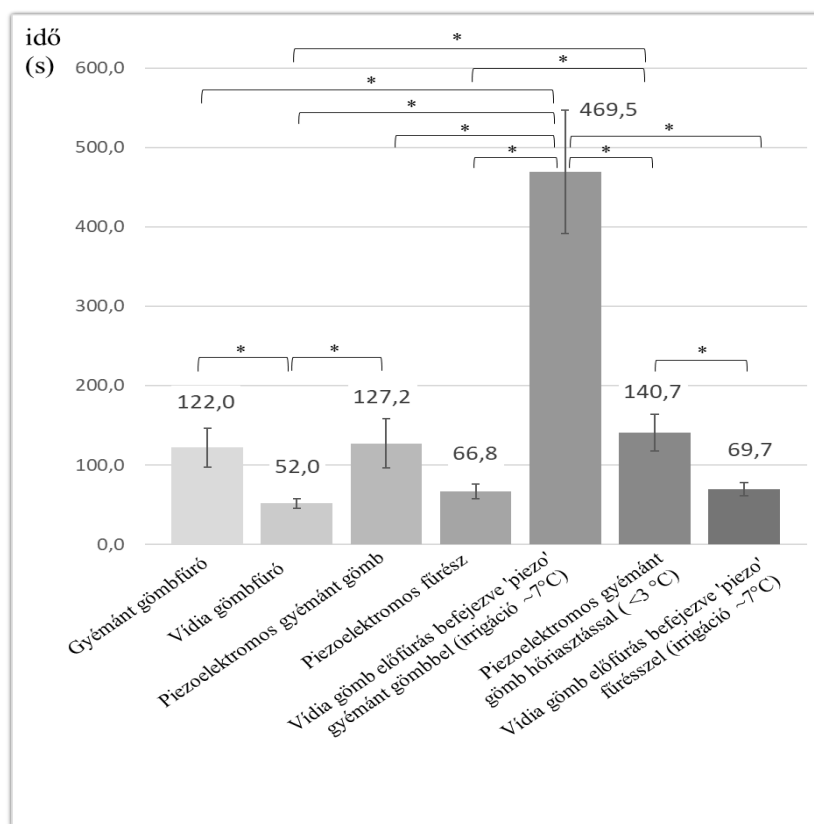
Az előfűrés **TCD**-vel majd preparálás „piezo-végződésekkkel” és a hűtött irrigáció kombinációja (**TCD+PT_D_7°C** és **TCD+PT_S_7°C**), effektíven képes volt csökkenteni a canalis hőmérsékleteket. Ezen csontelvételeket elneveztük kombinált csontelvételi módnak. Ha a kombinált módokat a **PT_D** és **PT_S** preparációkhoz hasonlítjuk, akkor annál mintegy 9,5 °C-kal alacsonyabb hőmérsékleteket produkáltak ($p=0,015$ és $p=0,003$).

A két kombinált csontelvételi mód között, azaz a **TCD+PT_D_7°C** és **TCD+PT_S_7°C** között, a canalis hőmérsékletek tekintetében nem volt különbség ($p=0,860$) (9. ábra).

A preparációs időkből láthatjuk (10. ábra), hogy a **TCD** volt a leggyorsabb a fűrők között, amihez hasonló sebességű volt a **PT_S**. A hőmérsékletben limitált **PT_D** preparáció (egy hangjelzés automatikusan szolt a szoftverben, ha a 3 °C-os hőmérséklet-emelkedést elérte a canalis-hőszonda, hogy a fűrők hőt reprodukáljuk) volt szignifikánsan a leglassabb preparáció, amúgy klinikailag teljesen elfogadhatatlan, ~7-8 perces preparációkkal (10. ábra). A kombinált preparációs mód a gyémánt „piezo-fejvel” (**TCD+PT_D_7°C**) jelentősen lassabbnak bizonyult, mint a **TCD** vagy a **PT_S** módszer. Ezzel szemben a kombinált csontelvétel a „piezo-fűrészszel” (**TCD+PT_S_7°C**) teljes mértékben összehasonlítható volt a leggyorsabb **TCD** és **PT_S** módszerekkel és szignifikánsan gyorsabb volt a másik kombinált csontelvételi módnál **TCD+PT_D_7°C** is. Habár a **PT_S** és a **TCD+PT_S_7°C** hasonló időkkel dolgozott, az előbbi jelentősen több hőt termelt a canalisban (9-10. ábrák).



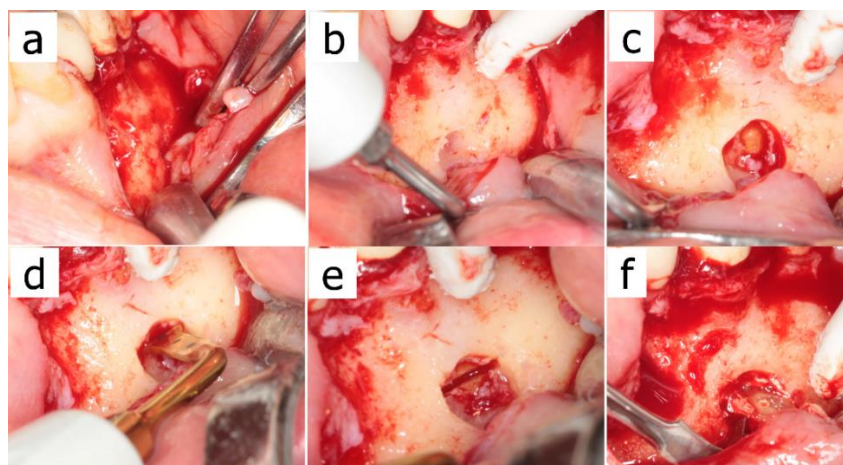
9. ábra: A piezoelektromos preparálások összehasonlítása a kombinált csontelvételi módszerekkel a canalis mandibulae-ban tapasztalható hőmérsékletek tekintetében. Független mintás t-próba.



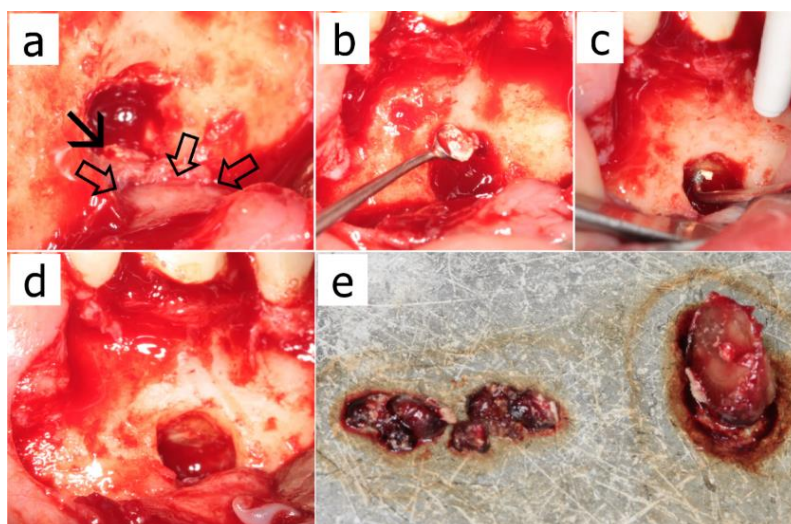
10. ábra: A különböző csontelvételi módoknál tapasztalt átlagos preparációs idők. A szignifikáns eltéréseket *-al jelöltük. Dunett-féle T3 post hoc teszt.

Az idegközei preparálás experimentális eredményeinek in vivo alkalmazása

Az idegközei preparálásoknál a korábbiakban kiderült, hogy a piezoelektromos végződések alkalmazásakor a hőmérséklet kontrollálása céljából hűtött irrigációra van szükség. Az alábbi esetben, a nervus mentalist komprimáló és teljes anesztéziát okozó sealer túltömés eltávolítását végeztük el (11-12. ábrák). Mivel a mandibula bukkális felszínétől az alsó 5-ös fog gyökércsúcsáig eljutást a nervus kraniális felszíne segítette, itt fűróval történő előfűrés nem jöhetett szóba. A beteg alsó ajkának beidegzése amúgy a harmadik posztoperatív hétre teljesen helyreállt.

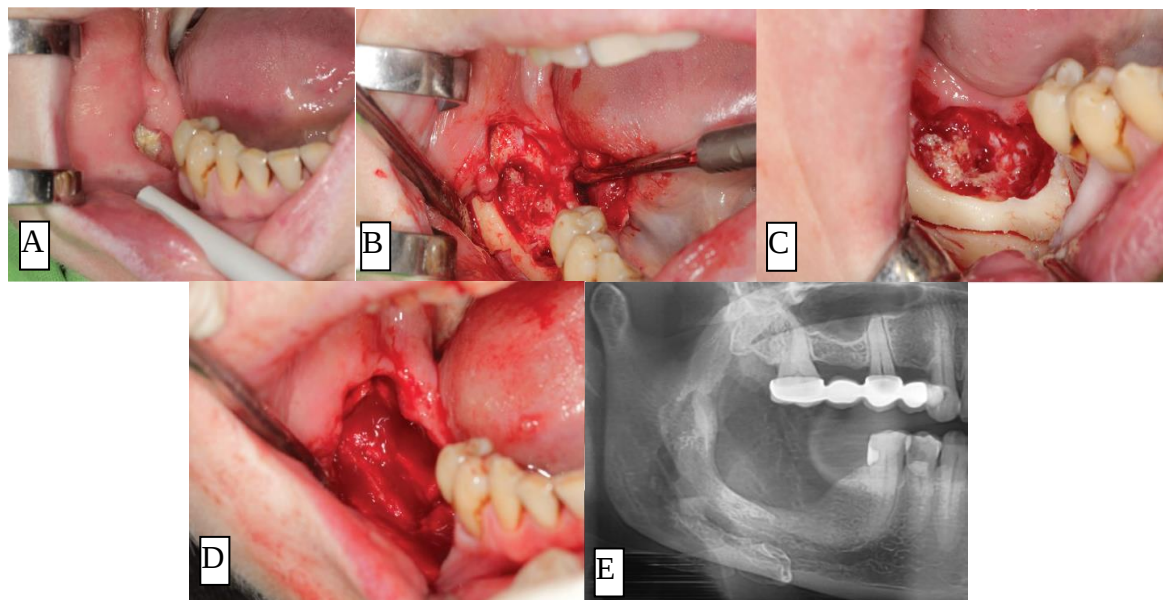


11. ábra: Az alsó 5-ös fog gyökércsúcsán kijutott és teljes anesztéziát okozó sealer túltömés eltávolításának lépései. a) Bukkális mukoperioszteális háromszöglebenyből (szulkuláris metszés kiegészítve meziálisan egy vertikális fesztelenítő metszéssel) történő feltárás után megkerestük a n. mentalis kilépési pontját. b) A nervus kraniális felszínén hatoltunk mélyebbre a gyökércsúcsig, egy „piezo-gyémántgömb” végződéssel. c) A gyökércsúcs hozzáférhető, körülötte periapikális gyulladt szövet mutatkozik. d) A gyökércsúcs apikális 3 mm-ét „piezo-fűrészszel” távolítjuk el. e) Az apikoektómia kész. f) A levágott gyökércsúcs óvatos kiforgatása a csontüregből, vigyázva, hogy apikálisan ne mozduljon.

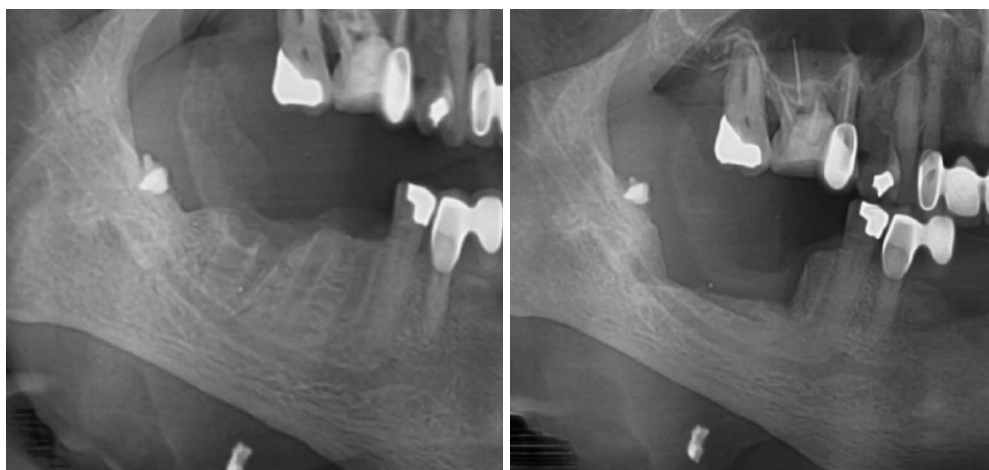


12. ábra: a) A gyökércsúcs eltávolításával láthatóvá válik a nervus felszínén (üres nyilak) a sealer-aggregátum (tömör fekete nyíl). b) A sealer óvatos eltávolítása kaparókanalakkal. c) A retrográd üreg preparálása gyémántozott kúpos „piezo-véggel”, hogy a retrográd gyökértömőanyagnak helyet adjon. d) A retrográd tömést üvegeionomer cementből készítettük. A felesleget kötés után lehet maradéktalanul eltávolítani. e) Az eltávolított gyökércsúcs, és a gyulladással vegyített sealer-aggregátum.

A piezosebészeti fűrészekkel az antireszorptív terápiában (pl.: biszfoszfonátok, denosumab, sunitinib, bevacizumab) részesülő betegcsoportban is nagyon jó tapasztalataink vannak. Az AAOMS szerinti második stádiumú (= denudált nekrotikus csont + gyulladás) csontnekrózisok esetén, több betegnél is sikeresen távolítottuk el az elhalt csontterületet, miközben az IAN funkciója sértetlen maradt (13-14. ábrák). Természetesen a célunk ilyen esetekben a hosszútávú gyulladásmentes állapot és a primer sebzárás elérése.



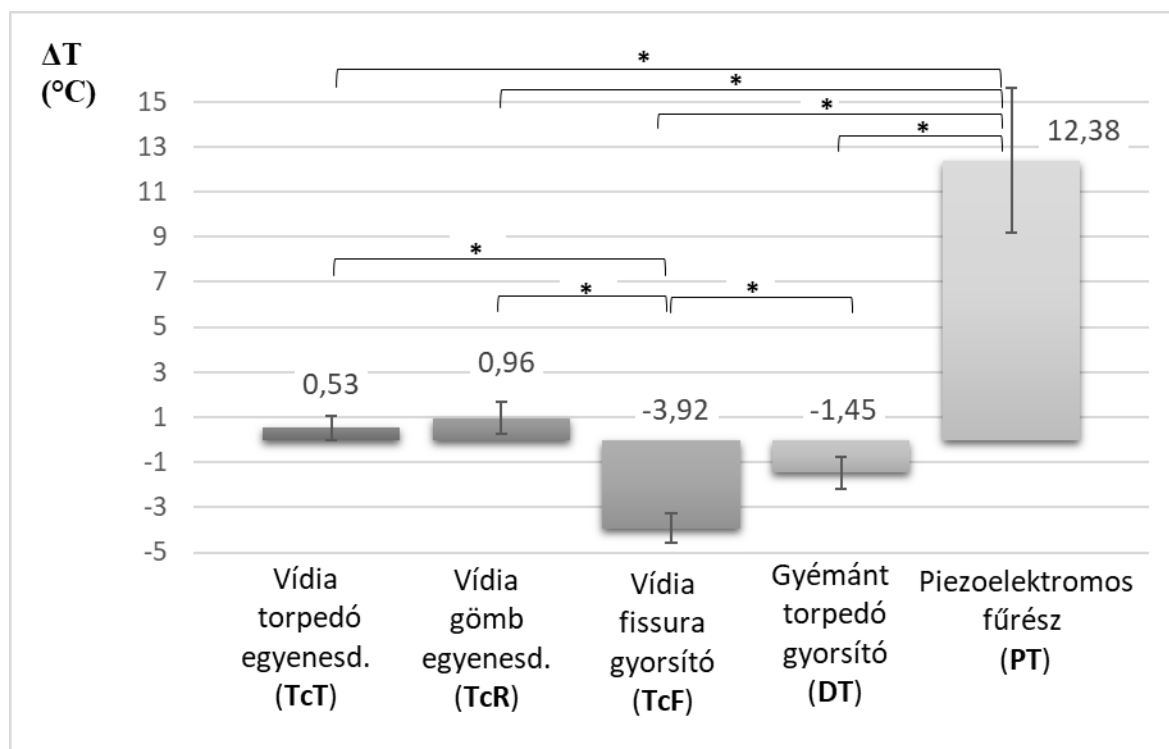
13. ábra: A-B) A hónapok óta denudált és gyulladásos panaszokat okozó csontrészt blokk-ként „piezo-fűrésszel” kimentsszük. C) A horizontális csontos vágás mélysége könnyen érintheti a canalis mandibulae-t, ezért a piezotechnika egyértelműen javasolható. D) Megfigyelhető az ép, vérző felületű rezekciós szél, mely kulcsfontosságú a hosszútávú sikerességben (E).



14. ábra: A denosumab terápián lévő prosztataadaganatos betegünk, immáron egy éve nem gyógyuló és szuppuráló extrakciós helyeit (bal kép) távolítottuk el blokk-ként (jobb oldali kép), mely után primer sebzárást és panaszmentességet sikerült elérnünk. A fémárnyékok a lágyrészekben korábbi balesetből származtak.

VI.10. A legoptimálisabb fogszekciókkal kapcsolatos eredmények

A **PT** szignifikánsan a legmagasabb hőmérsékleteket produkálta ($\Delta T = 12,38^\circ\text{C}$), és a **TcF** pedig a legkisebb átlagos hőmérséklet-emelkedéseket, $-3,92^\circ\text{C}$ -ot, azaz hűtött is a fogon. A **TcF** fűró szignifikánsan kevesebb hőt termelt, mint az egyenesdarabban használt fűrók ($p < 0,001$) vagy mint a piezoelektromos végződés ($p < 0,001$) (15. ábra). Ezzel ellentétben, a **DT** által termelt hő hasonlítható volt az egyenesdarabba fogott fűrókéhoz ($p = 0,16$ és $p = 0,053$). A preparációs időket nézve, a vídiafűrók (**TcT**, **TcR**, **TcF**) egyértelműen gyorsabban végeztek a fogszekciókkal, mint a **DT** ($p < 0,001$) vagy a **PT**. Az egyenesdarabba fogott vídiafűrók (**TcT**, **TcR**) és a gyorsítóban használt vídiafűró (**TcF**) között nem volt különbség a fűrási időket tekintve, illetve a két egyenesdarabban használt fűró között sem volt érdemi különbség ($p = 0,973$). Ugyanakkor a két, sebészi szögtört gyorsítóban használt fűró (**TcF** és **DT**) között alakult ki a legnagyobb különbség a szekciós idők tekintetében ($\Delta = 113$ másodperc; $p < 0,001$). Az elrontott szekciók száma (azaz ahányszor ismételni kellett új fogat használva) a különböző szekciós módszer csoportokban a következőképpen alakult: **TcT**: 5; **TcR**: 4; **TcF**: 0; **DT**: 2 és **PT**: 0. Az irreguláris, egyenetlen felszín előfordulása pedig, ugyanezen csoportokban a következőképpen: **TcT**: 13/20 (65%); **TcR**: 15/20 (75%); **TcF**: 2/20 (10%); **DT**: 5/20 (25%) és **PT**: 2/20 (10%). Jól látszik, hogy az egyenesdarabbal (**TcT** és **TcR**) jóval gyakrabban okoztunk egyenetlen felszínt, mint a gyorsítóba fogott fűrókkal [(**TcF**: $p < 0,001$ és $p < 0,001$) és (**DT**: $p = 0,011$ és $p < 0,0016$)] vagy a piezoelektromos végződéssel [**PT**: $p < 0,001$ és $p < 0,001$]. A **TcF** és **DT** ebből a szempontból hasonlóan teljesített ($p = 0,212$), illetve nem volt különbség a két egyenesdarabba fogott fűró között sem (**TcT** és **TcR**, $p = 0,49$). A vágási felszín kiértékelésénél és megítélésénél a két vizsgáló közötti és a belső megbízhatóságok kappa értékei a következőképpen alakultak: 0,79, illetve 0,76 és 0,78, mely értékek kiválóknak tekinthetők.

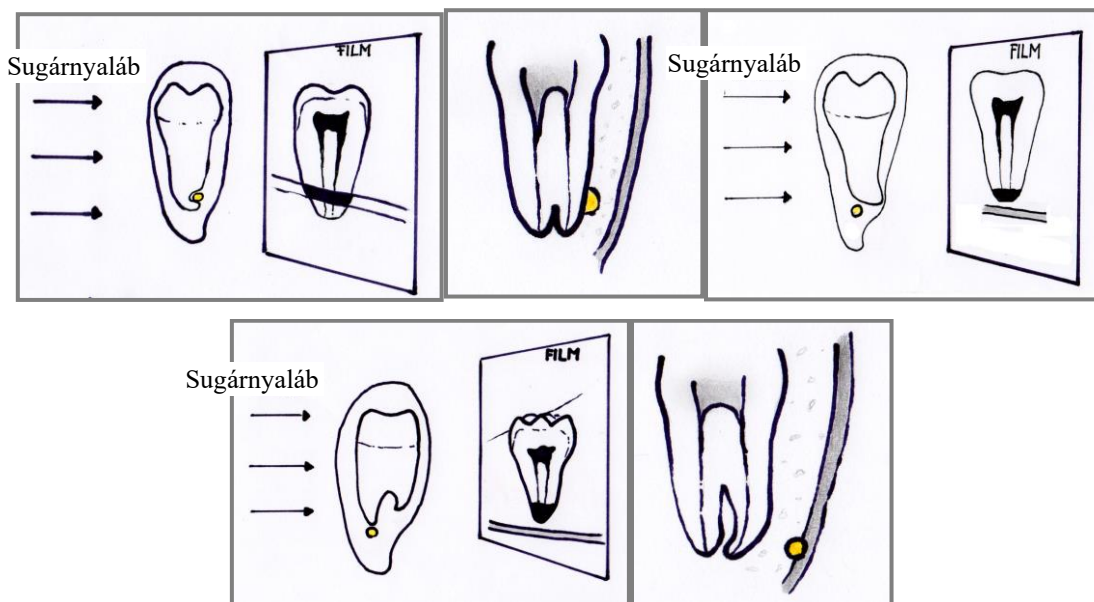


15. ábra: A fogszekcionálás közben az átellenes fogfelszínen mért hőmérsékleti értékek. Jól láthatók a piezoelektromos preparálás kiugró értékei. Tukey-féle HSD post-hoc teszt.

VII. KÖVETKEZTETÉSEK

KLINIKAI VIZSGÁLATOK KÖVETKEZTETÉSEI

VII.1. A gyökérsötételési rizikójel műtéti háttere



16. ábra: A gyökérsötételési jel háttérben húzódó általunk látott és feltételezett etiológiai faktorok illusztrálva [szerző kérésére rajzolta Lempel E.]. Balról jobbra és fentről le: 1) gyökéri behúzóadás canalisfal hiányával, 2) canalisfal hiánya, gyökéri behúzóadás nélkül, 3) lingvális kortikális elvékonyodás/fenezstráció, 4) speciális „becsapós” gyökérkonformáció, 5) lingválisan transzpozicionált canalis.

Következtetésképpen elmondhatjuk, hogy a gyökérsötételési jel az esetek majdnem felében a canalisfal hiánya miatti IAN-expozíció miatt jön létre (45,8%), melyhez ezen esetek 81,6%-ában a gyökerek behúzóadása is társul. Az LKEF-t a gyökérsötételési jelek 26,5%-ában találtuk és a speciális gyökérkonformációt (ami sötétedést imitál) az esetek 9,6%-ában. A multiplex sötétedést szignifikánsan nagyobb eséllyel követte intraoperatíván az IAN expozíciója, mint az izolált sötétedést. Találatainkat ábrán is összefoglaltuk (16. ábra). Eredményeink ellentmondanak a releváns korábbi szakirodalmaknak.

VII.2. A pixelintenzitás méréseinek kivitelezése és használhatósága

Következtetésképpen elmondható, hogy a digitális panorámaröntgenek szűrkeskálája pixelintenzitás mérése korrekt eljárásnak tekinthető azon célzattal, hogy a gyökérsötételési jelet létrehozó IAN-expozíciós és LKEF-eseteket elkülöníthessük műtét előtt. A relatív kis esetszámokat is figyelembe véve, egy működőképes módszert dolgoztunk ki, mellyel extra sugárterhelés nélkül lehetett egy specifikus röntgenjel diagnosztikai értékét növelni, annak kvantitatív mérésével.

VII.3. A digitális és a filmalapú panorámaröntgenek összehasonlító értékelései

A korábbi vizsgálatainkhoz hasonlóan, ez a vizsgálat is a gyökérsötételési jelet találta diagnosztikailag a legerősebbnek, még akkor is, ha a képalkotó modalitások között különbség

nem adódott. Természetesen limitáció volt, hogy egy-egy konkrét típusú röntgenberendezés alapján történt az összehasonlítás, tehát általánosítanunk ugyanannyira szabad, mint szakirodalmi elődeinknek. Következtetve, azt mondhatjuk, hogy a digitális PR technika diagnosztikailag hasonló értékű, mint a filmalapú PR, a négy, vizsgálatunkban megfigyelt klasszikus specifikus rizikójel értékeléseinek összehasonlítása alapján. A korábbi és jelen vizsgálatunkban látott pozitív prediktív értékek alapján ugyanakkor világosan látható, hogy az IAN beidegzési zavarok előrejelzésében korlátokkal bírnak.

VII.4. A klasszikus panorámaröntgen-jelek és a CBCT rizikójelek összefüggései, illetve a CBCT hatása a klinikai terápiás döntéshozatalra

Összefoglalva eredményeinket, jelentős csökkenést találtunk a koronektómia döntések számában a CBCT-k elemzése után. A szignifikáns csökkenést a *gyökérsötétedési jel* (a koronektómia döntések itt kb. a felére csökkentek) és a *canalis szűkülete* (kb. 66%-kal csökkent a koronektómia döntések száma) csoportokban láttuk. Ezzel szemben a CBCT elemzése után az extrakció döntés módosítását koronektómiára szignifikánsan a leggyakrabban a *két vagy több PR rizikójel együttesen* csoportban láttuk. Jelen eredmények és a korábbi szakirodalmi javaslatok alapján amennyiben a kezelési terv döntése koronektómia már a panorámaröntgen alapján is, további CBCT egyáltalán nem javasolható. Amennyiben a beteg és vagy a kezelőorvos fogeltávolítás párti, egy kiegészítő CBCT a *gyökérsötétedés* és *canalis szűkülete* csoportokban fogja leginkább a fogeltávolítás döntését támogatni. Amennyiben *két vagy több PR rizikójel van együttesen* jelen (tartalmazva a *gyökérsötétedés* és vagy a *kortikális vonal megszakadás* jeleket), akkor van a legnagyobb esély, hogy a fogeltávolítás döntésünket koronektómiára módosítjuk. Véleményünk szerint az indikációs kör leszűkítésével így kevesebb beteget kell kitennünk további invazív sugárzásnak.

VII.5. A bölcsességfogak szerepe az angulus és fejecs töréseinél

Az eredményeink ismeretében elmondható, hogy a Pell & Gregory II., vagy III. és B osztályú bölcsességfogak szignifikáns faktorok voltak az állkapocsszöglet töréseknél. Az ún. mély impakciók mintegy 3,6-szoros kockázatot jelentettek ezen törésre. A fog angulációja nem befolyásolta a töréstípust. A logisztikus regressziós analízis szignifikáns paramétereknek a következőket találta, amikor az angulustörés a fejecstöréssel lett szembe állítva: életkor (OR: 1,05), bölcsességfog jelenléte (OR: 0,46), Pell & Gregory I. (OR: 1,86), A (OR: 1,91), és B (OR: 0,287) osztályok. Az egynél kisebb OR jelentette az angulus-, az egynél nagyobbak a condylustörések előfordulásának esélyét. Eredményeinket mindenképpen javasoljuk figyelembe venni, amikor tünet- és panaszmentes bölcsességfogak eltávolítását mérlegeljük, főként mandibulatörésnek hatványozottan kitett betegcsoportnál (pl.: sportolók [kerékpár, korcsolya, kontakt harcművészek], bizonyos munkakör [kalauz, őrző-védő szolgálat, fegyveres testületek], testi, szellemi korlátozottak).

VII.6. A moláris fogak direkt restaurációinak sikeressége

Következtetésképpen a következőket mondhatjuk el. Mind a négy mikrohibrid kompozit elfogadható klinikai eredményeket produkált tízéves időszakban a másodosztályú kavitások restaurációjánál. Kumulatív túlélésüket 97,9%-nak találtuk. A USPHS kritériumrendszer szerint a B és C kódokat gyakrabban láttuk Renew anyagnál (főként tömésfraktúra) és a Gradia Direct Posterior anyagnál (színbeli eltérés). Tekintettel arra, hogy a moláris fogak direkt tömésterápiájával, jó anyagválasztással még háromfelszínű töméseknél is akár 99,1%-os és 11 évnél is hosszabb túlélés érhető el (pl.: *Filtek Z250*), a szuvasodással diagnosztizált teljesen előtört bölcsességfogak profilaktikus extrakciója ezen megközelítés alapján nem javasolható.

VII.7. A koronektómia fogszekciójának fűrőhüvellyel történő biztosítása

A vizsgált fűrőhüvely relatíve olcsón (~500-1000 Ft) és egyszerűen előállítható volt, ugyanakkor nagyon hatékony eszköznek gondoljuk a mélységében behatárolandó fogszekciós eljárásoknál. A használatát lehetségesnek láttam akár a kevesebb tapasztalattal bíró kollégák körében is (rezidensek, végzős hallgatók képzése során) akár koronektómiákhoz, akár horizontálisan beékelte bölcsességfogak szekciójához is, amikor az IAN közvetlenül a fogtól apikálisan fut. Fahmy (2018) úgy vélte, hogy a rezidensek képzésekor az aktív cselekvés és a beavatkozás aktív elvégzése az igazán értékes a tanulás szempontjából [9]. Véleményem szerint ez az eszköz a kezdeti önbizalmat növelve és a beavatkozás elvégzéséhez „lendületet” adva járulhat hozzá aztán a tanulási folyamatokhoz. Körülbelül 40 esetben használtuk részlegünkön a fűrőhüvelyt, ami alapján elmondhatjuk, hogy csökkentette a beavatkozás idejét és a gyökérluxációk előfordulását, de természetesen prospektív klinikai vizsgálatra lesz szükség a tényleges előnyök objektív, illetve a hátrányok megismeréséhez. Etikai engedélyek birtokában ilyen vizsgálat jelenleg is zajlik irányításom alatt. A fűrőhüvely technikájával kapcsolatban el kell mondani, hogy a fűrő és a fogfelszín által bezárt szög és a CBCT mérések, valamint a valós szekciós sík közötti eltérések az optimálisan tervezett fűrőhüvely alkalmasságát is korlátozhatják. Emellett a fogfelszín konvexitása miatt, amennyiben kifejezett ez a görbület, elképzelhető, hogy szükségessé válik egy extra fűrőhüvely is; egy a centrális mélyebb és egy a periférikus sekélyebb részekhez. Összefoglalva elmondható, hogy a 3D nyomtatott fűrőhüvely kiválóan használható eszköze a fogszekciók hatékony mélységi kontrolljának.

AZ EXPERIMENTÁLIS EREDMÉNYEK KÖVETKEZTETÉSEI

VII.8.a. A vídia gömbfűrők kopottságának hatása az intraosseális hőhatásokra és a preparációs időkre

Eredményeink alapján elmondható, hogy a koronektómia által okozott fűrőkopás után a kopott fűrők szignifikánsan több intraosseális hőt termeltek csontelvétnél, jelentősen megnyúlt preparációs idők mellett. A D_30 fűrő 12-szer lassabban preparálta a standard csontkavitást, miközben 3-6-szor annyi hőt termelt, mint egy új fűrő. Azt fontos megjegyeznünk, hogy a megfigyelt fűrőkopások már jelentősen kevesebb beavatkozás után is megjelenhetnek, ha többször is a koronán (fogzománccon keresztül) kell szekciókat ejtenünk. Az összes általunk vizsgált fűrő hőtermelése a kritikus 47 °C érték alatti volt (humán miliőre kalkulálva), viszont a hűtőfolyadék harmadára csökkentésével (20 ml/perc) és az axiális nyomásérték emelésével, 57,5 °C-os humán környezetre kalkulált hőmérsékleti átlagokat produkáltunk, mely egyértelműen káros értéknek tekinthető és nagy eséllyel a bölcsességfog műtéti sebének gyógyulását is hátráltatná. Ezt *in vivo* is vizsgálni lenne érdemes. A fűrési paraméterek változtatásával (más fordulatszámok, más axiális nyomásértékek is) értékes adatokkal egészíthetők ki megfigyeléseink, hiszen azokra sem ismerünk szakirodalmi ajánlást.

VII.8.b. Az *in vitro* csontszimulációs modellek összehasonlítása

Következtetesként a limitációk figyelembevételével a következőket mondhatjuk. **1.** A marhabordában szignifikánsan több hő termelődött fűrások során, mint a humán és a sertésbordában, miközben jelentősen lassabban lehetett preparálni bármely más vizsgált modellnél. **2.** A sertésborda a termelődött átlagos hőmérsékletek szempontjából hasonlított a humán bordához, de annál szignifikánsan lassabban lehetett megfűrni. **3.** A PMMA a dento-alveoláris csontelvételek fűrési paramétereivel inadekvát csontszimulációs modellnek tűnik. **4.** Egyedül a 20 PCF denzitású és 50 PCF kortikálissal borított PU modell volt képes a humán csonthoz hasonló fűrési időket és hőmérséklet-emelkedéseket produkálni dento-alveoláris csontelvétnélünk során.

VII.8.c. A legoptimálisabb intraosseális hőhatással és preparációs idővel járó fúrási paraméterek

Az intraosseális hőtermeléseket és a fúrási időket figyelembe véve, a következő ajánlást tehetjük a sebészi vídia gömbfúrók használatával kapcsolatban, azaz az optimális működési tartomány tekintetében, ha a hűtőfolyadék mennyiséget maximális értéken tartjuk. Új, 3,1 mm átmérőjű fúróknál optimális eredményt kapunk, ha 3 N axiális nyomással 8000-16000-40000 percenkénti fordulattal, vagy 10N-nál 4000-8000-16000-40000 percenkénti fordulatszámot használjuk. Nagyobb axiális nyomásnál a hőmérsékletek szignifikánsan emelkednek, de a fúrási idők rövidüléséből klinikailag már nagy valószínűséggel nem profitálunk. Használt fúróknál, 3 N mellett 4000-8000 fordulatszámokkal túl lassú preparációt kapunk, 10N és 40000 fordulatszámmal, illetve 25 N-nál bármely fordulatszámot pedig elfogadhatatlan (10 °C-t tizedekkel közelítő) csúcshőmérsékleteket kapunk. Méréseink szerint az axiális nyomásérték a meghatározóbb a hőmérséklet-emelkedésekre, különösen 25 N mellett volt mindegy milyen fordulatszámot alkalmazunk.

VII.9. A canalis mandibulae-t közelítő és fenesztráló csontelvételek

Következtetesképpen elmondhatjuk, hogy a nervus alveolaris inferior felszínén a canalis mandibulae-ban, amikor a csontelvétel közelíti és aztán fenesztrálja azt, akkor a piezoelektromos preparálás termeli a legmagasabb – potenciálisan káros- hőmérsékleteket. Figyelembe véve azonban a „piezopreparálás” lágyrészprotektív tulajdonságát és a „piezo-fűrészvégződés” hatékonyságát, az ún. kombinált csontelvétellel (előfúrás vídia gömbfúróval majd befejezve „piezo-fűrésszel”) és a 7 °C-ra hűtött irrigációval megkaphatjuk a hőmérsékleti és preparációs időket tekintve is optimális megoldást.

VII.10. A legoptimálisabb fogszekciók

Elmondhatjuk, hogy a szimulált koronektómiák során keletkező lingvális fogfelszíni hőmérsékletek, mind a konvencionális mind a gyors fordulatszámú forgóeszközökkel teljesen elfogadhatóak voltak, de a piezoelektromos végződéssel a PDL és a csont szempontjából is elfogadhatatlan hőmérsékletek keletkeztek. A fúrási időtartamokat tekintve a vídiafúrók a megforgató kézidarabtól függetlenül a leggyorsabbnak bizonyultak. Amennyiben a vágási felszínt is nézzük, akkor a sebészi könyökdarabba fogott vídia fissurafúró marad egyértelműen a legoptimálisabb (lásd alább, 17. ábra).



17. ábra: A koronektómához javasolt eszköz. A piramisok piros sávjában az abból a szempontból elfogadhatatlannak talált eszközök szerepelnek.

VIII. AZ ÚJ MEGÁLLAPÍTÁSOK ÖSSZEFOGLALÁSA

KLINIKAI VIZSGÁLATOK

1. Megállapítottuk, hogy *a gyökérsötétedési jel az esetek 45,8%-ában* a canalisfal hiánya miatti *IAN-expozíció miatt*, *26,5%-ban a lingvális kortikális elvékonyodása vagy fenesztrációja (LKEF) miatt*, illetve *9,6%-ban* gyökérsötétedést imitáló és korábban nem leírt *speciális gyökérkonformáció miatt jön létre. A multiplex gyökérsötétedések háttérében szignifikánsan gyakrabban látható intraoperatív IAN-expozíció*, mint izolált, egyszerű sötétedéseknél.
2. Megállapítottuk, hogy *a digitális panorámaröntgenek szűrkeskála pixelintenzitásának mérésével a gyökérsötétedési jel kvantitatív, objektív értékelése lehetséges és a módszer alkalmas a gyökérsötétedési jelet létrehozó IAN-expozíciós és LKEF-esetek műtét előtti elkülönítésére.*
3. Meghatároztuk, hogy *a digitális panorámaröntgen* technika *diagnosztikailag hasonló értékű, mint az analóg filmalapú*, ha a klasszikus specifikus kockázati jelek értékeléséről van szó bölcsességfogak műtéti eltávolítása előtt.
4. A *CBCT kockázati jelek halmozódásáról* megállapítottuk, hogy az *leggyakrabban* akkor látható, *ha két vagy több panorámaröntgen kockázati jel együttesen van jelen*. A panorámaröntgent követő *CBCT elemzése után, jelentősen kevesebb koronektómia döntés születik*, mely *a gyökérsötétedési jel* (50%-os csökkenés) és *a canalis szűkülete* (66%-os csökkenés) kockázati jelek esetén szignifikáns. *Ha két vagy több panorámaröntgen kockázati jel együttesen látható*, akkor a *legnagyobb az esély ellenben, hogy döntésünk fogeltávolításról koronektómiára módosul*. A kockázati jelekhez társuló terápiás döntések elemzésének eredményei alapján a CBCT vizsgálatra küldött betegeink számát érdemben csökkenthetjük.
5. Megállapítottuk, hogy a *Pell & Gregory II., III. és B* osztályú *bölcsességfogak* jelentősen *növelik az angulustörések esélyét*, és melyre *a mély impakciók 3,6-szoros kockázatot jelentenek*. Az *idősebb életkor* (OR: 1,05), *a Pell & Gregory I.* (OR: 1,86) és az *A* (OR: 1,91) *osztály a fejecstörések esélyét növeli*, melyet javasolt figyelembe vennünk, amikor a tünet- és panaszmentes bölcsességfogak eltávolítását mérlegeljük.
6. A *négy megvizsgált mikrohibrid kompozit kumulatív túlélését* tízéves követési időszakban *97,9%-nak találtuk. Jó anyagválasztással* még háromfelszínű töméseknél is *akár 99,1%-os és 11 évnél is hosszabb túlélés érhető el a moláris fogak restaurációjakor, így a szuvasodással diagnosztizált előtört bölcsességfogak rutinszerű extrakcióját nem tudjuk javasolni.*
7. Experimentális eredményeinkre alapozva új elgondolásként és technikai újításként az additív technikával előállított *fűrőhüvelyről megállapítottuk*, hogy *működőképes és optimális eszköze a bölcsességfog-szekciók hatékony mélységi kontrolljának.*

EXPERIMENTÁLIS MEGÁLLAPÍTÁSOK

1. Megállapítottuk, hogy *a kopott fűrők 30 koronektómia után* szignifikánsan több intraosseális hő termelnek csontelvétnél, jelentősen megnyúlt preparációs idők mellett. **20 ml/perc hűtőfolyadék mennyiséggel és 25 N axiális nyomásértékkel egyértelműen káros** – humán környezetre kalkulált- **hőmérsékleti átlagokat (~57,5 °C) és hőcsúcsokat (~75 °C) produkáltunk**, mely a csontgyógyulást és sebgyógyulást hátráltató értéknek tekinthető szakirodalmi adatok alapján.
2. Megállapítottuk, hogy *egyedül a 20 PCF denzitású és 50 PCF kortikálissal borított poliuretán modell* volt **képes a humán csontéhoz hasonló fűrési időket és hőmérsékleti értékeket produkálni, dento-alveoláris csontelvétnélünk során.**
3. Eredményeinkre alapozva **ajánlást tehetünk a sebészi vídia gömbfűrők legoptimálisabb klinikai használatára. Új fűrőknél** optimális eredményt kapunk, ha **3 N axiális nyomással 8000-16000-40000 percenkénti fordulatszámon**, vagy **10N-nal 4000-8000-16000-40000 percenkénti fordulatszámon használjuk** azokat. **Használt fűrőknél, 3 N mellett 4000-8000 fordulatszámokkal túl lassú preparációt** kapunk, **10 N és 40000 fordulatszámmal, illetve 25 N-nál bármely fordulatszámon pedig elfogadhatatlan (~10 °C) csúcs hőmérsékleteket kapunk.** Méréseink szerint az axiális nyomásérték a domináns faktor a hőmérséklet-emelkedés szempontjából.
- 4.1. Megállapítottuk, hogy a nervus alveolaris inferior felszínén **a canalis mandibulae-ban**, amikor a csontelvétel közelíti és aztán fenesztrálja a csontos csatornát, akkor **a piezoelektromos preparálás** termeli a legmagasabb – **potenciálisan káros**- hőmérsékleteket. Figyelembe véve azonban a piezoelektromos preparálás lágyszövetprotektív mivoltát és a „piezo-fűrészek” csontelvételi hatékonyságát, **az ún. kombinált csontelvétellel** (előfűrés vídia gömbfűrővel majd befejezve „piezo-fűrésszel”) **és a 7 °C-ra hűtött irrigációval** megkaphatjuk a hőmérsékleti és preparációs időket is tekintve **az ajánlható és optimális megoldást.**
- 4.2. A csontfelszíni **non-kontakt hőmérési mód nem volt képes a canalis mandibulae-ban** szondákkal **mérhető** hőmérsékleti **értékeket kimutatni.**
5. Meghatároztuk, hogy a **koronektómiák során** a lingvális fogfelszínen keletkező hőmérsékletek, mind a konvencionális mind a gyors fordulatszámú forgóeszközökkel teljesen elfogadhatók, de a piezoelektromos végződés a parodontium és a csont szempontjából is elfogadhatatlan hőmérsékletek keletkeznek. A fűrési időtartamokat tekintve a vídiafűrők a megforgató kézidarabtól függetlenül a leggyorsabbak. Amennyiben a vágási felszín simaságát is nézzük, akkor **a sebészi gyorsító könyökdarabba fogott vídia fissurafűrő** marad **egyértelműen a legoptimálisabb.** A fűrőhüvely innovációkor így ezt a fűrőt és könyökdarabot tekintettük kiindulási alapnak.

IX. AZ ÉRTEKEZÉS ALAPJÁUL SZOLGÁLÓ KÖZLEMÉNYEK

IX.1. Az értekezésben felhasznált közlemények

PhD előtti közlemények (*felhasználva, mint előzmények*)

1. **Szalma J**, Lempel E, Jeges S, Szabó G, Olasz L: The Prognostic Value of Panoramic Radiography of Inferior Alveolar Nerve Damage after Mandibular Third Molar Removal. Retrospective study of 400 cases.
ORAL SURGERY, ORAL MEDICINE, ORAL PATHOLOGY, ORAL RADIOLOGY AND ENDODONTICS 2010; 109: 294-302.
Scimago: **Q1** IF **1.499** független/összes MTMT idézés: 73/86
2. **Szalma J**, Lempel E, Csuta T, Vajta L, Jeges S, Olasz L: A jellegzetes panorámaröntgen jelek szerepe a nervus alveolaris inferior sérülések várható megítélésében alsó bölcsességfogak eltávolításakor.
FOGORVOSI SZEMLE 2011; 104: 27–33.
Scimago: **Q4** IF - független/összes MTMT idézés: 3/6
3. **Szalma J**, Lempel E, Csuta T, Bártfai D, Jeges S, Olasz L: A panorámaröntgen szerepe a nervus alveolaris inferior sérülések várható megítélésében alsó bölcsességfogak eltávolítása előtt. A gyökérgörbület és a gyökércsúcs- canalis mandibulae átfedésének hatása a rizikóbecslésre.
FOGORVOSI SZEMLE 2010; 103: 43-48.
Scimago: **Q4** IF - független/összes MTMT idézés: 7/10
4. **Szalma J**, Lempel E, Jeges S, Olasz L: Darkening of Third Molar Roots: Panoramic Radiographic Associations with Inferior Alveolar Nerve Exposure.
JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY 2011; 69: 1544-1549.
Scimago: **Q1** IF **1.64** független/összes MTMT idézés: 22/31

PhD utáni közlemények (*a tematika sorrendjében*)

5. **Szalma J**, Vajta L, Lempel E, Jeges S, Olasz L: Darkening of Third Molar Roots on Panoramic Radiographs: Is it really predominantly Thinning of the Lingual Cortex?
INTERNATIONAL JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY 2013; 43: 483-488.
Scimago: **Q1** IF **1.359** független/összes MTMT idézés: 10/16
6. **Szalma J**, Bata Zs, Lempel E, Jeges S, Olasz L: Quantitative pixel gray measurement of the “high-risk” sign, darkening of third molar roots: a pilot study.
DENTOMAXILLOFACIAL RADIOLOGY 2013; 42: 20130160.
Scimago: **Q1** IF **1.271** független/összes MTMT idézés: 0/3
7. **Szalma J**, Lempel E, Jeges S, Olasz L: Digital versus conventional panoramic radiography in predicting inferior alveolar nerve injury after mandibular third molar removal.
JOURNAL OF CRANIOFACIAL SURGERY 2012; 23: e155-e158.
Scimago: **Q2** IF **0.686** független/összes MTMT idézés: 10/15
8. **Szalma J**, Vajta L, Lovász BV, Kiss C, Soós B, Lempel E: Identification of specific panoramic high-risk signs in impacted third molar cases in which cone beam computed tomography changes the treatment decision.
JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY 2020; 78(7): 1062-1071. doi: 10.1016/j.joms.2020.03.012
Scimago: **Q1** IF₂₀₁₈ **1.781** független/összes MTMT idézés: 0/0

9. Soós B, Janovics K, Tóth Á, Di Nardo D, **Szalma J**: Association between third molar impaction status and angle or condylar fractures of the mandible - A retrospective analysis. *JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY* 2020; Epub. doi: 10.1016/j.joms.2020.02.005
Scimago: **Q1** IF₂₀₁₈ **1.781** független/összes MTMT idézés: 0/0
10. Soós B, Janovics K, Tóth Á, **Szalma J**: A bölcsességfog és az occlusio szerepének vizsgálata a mandibula angulus és condylus töréseinél. *ORVOSI HETILAP* 2020; [Közlésre elfogadva 2020.03.31.] doi: 10.1556/650.2020.31791
Scimago: **Q3** IF **0.564** független/összes MTMT idézés: 0/0
11. Lempel E, Tóth Á, Fábíán T, Krajczár K, **Szalma J**: Retrospective evaluation of posterior direct composite restorations: 10-Year findings. *DENTAL MATERIALS* 2015; 31(2): 115-122.
Scimago: **D1** IF **3.931** független/összes MTMT idézés: 46/49
12. **Szalma J**, Lovász BV, Lempel E, Maróti P: Three-dimensionally printed individual drill sleeve for depth-controlled sections in third molar surgery. *JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY* 2019; 77(4): 704.e1-704.e7.
Scimago: **Q1** IF₂₀₁₈ **1.781** független/összes MTMT idézés: 0/2
13. **Szalma J**, Kiss Cs, Gurdán Zs, Tóth Á, Olasz L, Jakse N: Intraosseous heat production and preparation efficiency of surgical tungsten carbide round drills: The effect of coronectomy on drill wear. *JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY* 2016; 74 (3): 442-452.
Scimago: **Q1** IF **1.916** független/összes MTMT idézés: 1/6
14. **Szalma J**, Lovász BV, Vajta L, Soós B, Lempel E, Möhlhenrich SC: The influence of the chosen in vitro bone simulation model on intraosseous temperatures and drilling times. *SCIENTIFIC REPORTS* 2019; 9(1): 11871.
Scimago: **D1** IF₂₀₁₈ **4.011** független/összes MTMT idézés: 3/3
15. **Szalma J**, Klein O, Lovász BV, Lempel E, Jeges S, Olasz L: Recommended drilling parameters of tungsten carbide round drills for the most optimal bone removals in oral surgery. *BIOMED RESEARCH INTERNATIONAL* 2018; 2018: 3108581.
Scimago: **Q2** IF **2.197** független/összes MTMT idézés: 2/3
16. **Szalma J**, Vajta L, Lempel E, Tóth Á, Jeges S, Olasz L: Intracanal temperature changes during bone preparations close to and penetrating the inferior alveolar canal: Drills versus piezosurgery. *JOURNAL OF CRANIOMAXILLOFACIAL SURGERY* 2017; 45: 1622-1631.
Scimago: **Q1** IF **1.96** független/összes MTMT idézés: 1/5
17. **Szalma J**, Soós B, Krajczár K, Lempel E: Piezosurgical Management of Sealer Extrusion Associated Mental Nerve Anesthesia: A Case Report. *AUSTRALIAN ENDODONTIC JOURNAL* 2019; 45(2): 274-280.
Scimago: **Q1** IF₂₀₁₈ **1.714** független/összes MTMT idézés: 1/1
18. Soós B, Vajta L, **Szalma J**: Sunitinib és zolendronsav által indukált állcsont-osteonekrózis: Esetismertetés. *ORVOSI HETILAP* 2015; 156 (46): 1865–1870.
Scimago: **Q3** IF **0.291** független/összes MTMT idézés: 8/8

19. **Szalma J**, Vajta L, Olasz L, Lempel E: Tooth sectioning for coronectomy: How to perform?
CLINICAL ORAL INVESTIGATIONS 2019; 23(2): 519-527.
Scimago: **Q1** IF₂₀₁₈ **2.453** független/összes MTMT idézés: 0/2
20. **Szalma J**, Lempel E: A nervus alveolaris inferior védelmében: Alsó bölcsességfogak coronectomiája. Irodalmi áttekintés.
ORVOSI HETILAP 2017; 158(45): 1787-1793.
Scimago: **Q4** IF **0.322** független/összes MTMT idézés: 4/7

Az értekezés alapjául szolgáló közlemények impakt faktora: 31.12, az ezekre kapott független/összes idézések: 184/253. A PhD után született közlemények (5-20. közlemények) impakt faktora: 28.02, az ezekre kapott független/összes idézések: 79/120*.*

**egyéb és disszertáció típusú idézések nélkül*

IX.2. Az értekezés tárgyköréhez kapcsolódó közlemények

1. Möhlhenrich SC, Heussen N, Modabber A, Bock A, Hölzle F, Wilmes B, Danesh G, **Szalma J**: Influence of bone density, screw size and surgical procedure on orthodontic mini-implant placement - Part A: Temperature development.
INTERNATIONAL JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY 2020 (közlésre elfogadva)
Scimago: **Q1** IF **1.961** MTMT idézés: 0
2. Möhlhenrich SC, Heussen N, Modabber A, Bock A, Hölzle F, Wilmes B, Danesh G, **Szalma J**: Influence of bone density, screw size, and surgical procedure on orthodontic mini-implant placement - Part B: Implant stability.
INTERNATIONAL JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY 2020 (közlésre elfogadva)
Scimago: **Q1** IF **1.961** MTMT idézés: 0
3. Gurdán Zs, Gelencsér G, Lengyel Zs, **Szalma J**: Gorlin-Goltz szindrómás beteg komplex fogorvosi, szájsebészeti kezelése és 8 éves követése. Esetismertetés.
ORVOSI HETILAP 2020; 161(2):67-74.
Scimago: **Q3** IF **0.564** MTMT idézés: 0
4. Lempel E, Lovász BV, Bihari E, Krajczár K, Jeges S, Tóth Á, **Szalma J**: Long-term clinical evaluation of direct resin composite restorations in vital vs. endodontically treated posterior teeth – Retrospective study up to 13 years.
DENTAL MATERIALS 2019; 35(9): 1308-1318.
Scimago: **D1** IF **4.44** MTMT idézés: 3
5. Möhlhenrich SC, Kniha K, **Szalma J**, Ayoub N, Hölzle F, Wolf M, Modabber A, Raith S: Stress distribution in mandibular donor site after harvesting bone grafts of various sizes from the ascending ramus by finite element analysis.
CLINICAL ORAL INVESTIGATIONS 2019; 23(5): 2265-2271.
Scimago: **Q1** IF **2.453** MTMT idézés: 0
6. **Szalma J**, Soós B: Coronectomy of third molars: concerns, when the roots of teeth surround the inferior alveolar neurovascular bundle. *Letter to the editor*.
BRITISH JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY 2019; 57(10): 1165-1166.
Scimago: **Q2** IF **1.164** MTMT idézés: 1

7. Gurdán Zs, Vajta L, Lempel E, Tóth Á, Joób-Fancsaly Á, **Szalma J**: Effect of pre-drilling on intraosseous temperature during self-drilling mini-implant placement in a porcine mandible model.
JOURNAL OF ORAL SCIENCE 2017; 59 (1): 47:53.
Scimago: **Q3** IF **0.853** MTMT idézés: 5
8. Cziriák NB, **Szalma J**, Vág J, Bogdán S: Piezosebészeti eszköz és a sagittalis csontfűrész intraossealis hőtermelésének in vitro összehasonlító vizsgálata.
FOGORVOSI SZEMLE 2016; 109 (3): 88-93.
Scimago: **Q4** IF - MTMT idézés: 1
9. **Szalma J**: Inferior alveolar nerve injuries and impacted lower third molars: The importance of the "third dimension". *Editorial*.
EDORIUM JOURNAL OF SURGERY 2015; 2:12–15.
Scimago: - IF - MTMT idézés: 1
10. **Szalma J**: Is early extraction really the silver bullet to avoid nerve injury in lower third molar removal? *Letter to the editor*.
INTERNATIONAL JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY 2012; 41: 1587-1588.
Scimago: **Q1** IF **1.521** MTMT idézés: 0
11. Lempel E, **Szalma J**, Jeges S, Kende D, Krajczár K, Nagy ÁK, Tóth V: Direkt kompozit restaurációk retrospektív vizsgálata USPHS kritériumrendszer alapján.
FOGORVOSI SZEMLE 2012; 105: 47-52.
Scimago: **Q4** IF - MTMT idézés: 1
12. **Szalma J**, Olasz L: Response to "Localization of mandibular canal by buccal object rule".
Letter to the editor.
ORAL SURGERY, ORAL MEDICINE, ORAL PATHOLOGY, ORAL RADIOLOGY AND ENDODONTICS 2010; 109: 799-800.
Scimago: **Q1** IF **1.499** MTMT idézés: 0

Könyv

Antal G; Katona K; Kiss Cs; Kolarovszki B; Lempel E; Manesh ME; Mátyás M; Soós B; **Szalma J (szerk.)**; Szép F et al.: A fogorvosi és szájbélszeti ellátásokhoz társuló idegsérülés szövődmények. Pécs, Magyarország: Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar (PTE ÁOK) (2020), 50 p. Könyv/Felsőoktatási tankönyv/Oktatási ISBN: 978-963-429-518-1

IX.3. További lektorált közlemények listája

1. Lempel E, Óri Zs, **Szalma J**, Lovasz BV, Kiss A, Tóth Á, Kunsági-Sándor M: Effect of extended exposure time and pre-heating on the conversion degree of conventional, bulk-fill, fiber reinforced and polyacid-modified resin composites in 8 mm deep cavities. *Dent Mater* 2019; 35(2): 217-228.
IF₂₀₁₈ 4.44 ; D1
2. Gurdán Z, **Szalma J**: Evaluation of the success and complication rates of self-drilling orthodontic mini-implants. *Nig J Clin Pract* 2018; 21(5): 546-552. **IF 0.43 ; Q3**
3. Gurdán Z, **Szalma J**: Az ortodonciai mini-csavarok előhűtésének hatása az in vitro behajtási hőterhelésre. *Fogorv Szle.* 2017; 110(2): 37-42. **Q4**

4. Lempel E, Lovász BV, Meszarics R, Jeges S, Tóth Á, **Szalma J**: Direct resin composite restorations for fractured maxillary teeth and diastema closure: A 7 years retrospective evaluation of survival and influencing factors. *Dent Mater* **2017**; 33(4): 467-476. **IF 4.039 ; D1**
5. Tordai B, Stáczér N, Vajta L, **Szalma J**: Óriás nyálkövek. Esetismertetés. *Orv Hetil* **2016**; 157 (49): 1967–1972. **IF 0.349 ; Q4**
6. Szepesi Á, Matula Zs, Szigeti A, Várady Gy, **Szalma J**, Szabó Gy, Uher F, Sarkadi B, Német K: In vitro characterization of human mesenchymal stem cells isolated from different tissues with a potential to promote complex bone regeneration. *Stem Cells Int* **2016**; 3595941. **IF 3.54 ; Q3**
7. Lukács D, Stáczér N, Vajta L, Olasz L, Joób-Fancsaly Á, **Szalma J**: A gyógyszer indukálta vérzékeny betegek fogorvosi, szájsebészeti ellátása: A 2015-ös hazai szakmai ajánlás alkalmazása és értékelése. *Orv Hetil* **2016**; 157 (43): 1722-1728. **IF 0.349 ; Q4**
8. Lempel E, Czibulya Zs, Kovács B, **Szalma J**, Tóth Á, Kunsági-Máté S, Varga Z, Böddi K: Degree of Conversion and BisGMA, TEGDMA, UDMA Elution from Flowable Bulk Fill Composites. *Int J Mol Sci* **2016** May 9. **IF 3.226 ; Q1**
9. Vajta L, Nagy Á, Kálovics J, **Szalma J**: Magas inhibitor titerű B-haemophiliás beteg fogorvosi-szájsebészeti ellátása. Esetismertetés. *Fogorvosi Szle.* **2015**; 108(2): 61-64. **Q4**
10. **Szalma J**, Joób-Fancsaly Á: A vérzékeny betegek fogorvosi ellátása. *Fogorvosi Szle* **2015**; 108(2): 57-60. **Q4**
11. Lempel E, Czibulya Zs, Kunsági-Máté S, **Szalma J**, Sümegi B, Böddi K: Quantification of Conversion Degree and Monomer Elution from Dental Composite Using HPLC and Micro-Raman Spectroscopy. *Chromatographia* **2014**; 77:1137–1144. **IF 1.411 ; Q1**
12. Olasz L, Orsi E, Gelencsér G, Markó T, **Szalma J**: The influence of OSCC metastasis for chemotherapy response and surgical margin status. *J Proact Med.* **2012**; 1: 21-27. **Q4**
13. Lempel E, **Szalma J**, Jeges S, Kende D, Krajczár K, Nagy ÁK, Tóth V: Direkt kompozit restaurációk retrospektív vizsgálata USPHS kritériumrendszer alapján. *Fogorv Sz.* **2012**; 105: 47-52. **Q4**
14. Olasz L, Orsi E, Gelencsér G, Markó T, **Szalma J**: Induction chemotherapy response- and recurrence rates in correlation with N0 or N+ stage in oral squamous cell cancer (OSCC). *Cancer Metastasis Rev.* **2010**; 29: 607-611. **IF 7.14 ; D1**
15. Olasz L, **Szalma J**, Lempel E, Orsi E, Nyárády Z: An application of platysma based transpositional flap for through and through facial defect when the facial artery circulation is blocked or compromised. *J Oral Maxillofac Surg.* **2011**; 69: 1242-1247. **IF 1.64 ; Q1**
16. Olasz L, **Szalma J**, Orsi E, Tornóczky T, Markó T, Nyárády Z: Neoadjuvant Chemotherapy: Does It Have Benefits for the Surgeon in the Treatment of Advanced Squamous Cell Cancer of the Oral Cavity? *Pathol Oncol Res.* **2010**; 16: 207-212. **IF 1.483 ; Q1**
17. **Szalma J**, Orsi E, Nyárády Z, Szabó Gy, Olasz L: Nagyméretű submandibularis nyálkő és sialo-oralis fistula. Esetismertetés és irodalmi áttekintés. *Fogorv Szle.* **2008**; 101:219-223. **Q4**
18. Göbel Gy, Németh Á, Szanyi I, Bauer M, Pytel J, Gerlinger I, **Szalma J**, Ember I: A fej-nyaki daganatok molekuláris epidemiológiájának aktuális kérdései különös tekintettel a nyálmirigy tumorokra. *Magyar Epidemiológia* **2008**; 5:31-40. **Q4**
19. **Szalma J**, Olasz L, Tóth M, Ács P, Szabó Gy: Röntgen- és ultrahang vizsgálatok értékelése sialoadenitises és sialolithiasisos betegcsoportokban. *Fogorv Szle.* **2007**; 100: 53-58. **Q4**
20. Lempel E, Tóth V, **Szalma J**, Szabó Gy: Minőségi követelményrendszer alkalmazása kerámia restaurációk ellenőrző vizsgálatában. *Fogorv Szle.* **2006**; 99: 3-8. **Q4**

IX.4. MTMT V. osztály táblázat

Szalma József tudományos és oktatási közleményeinek összefoglalása
MTA V. Orvostudományi Osztály (2020.05.14)

Tudományos és oktatási közlemények	Szám		Hivatkozások ¹	
	Összesen	Részletezve	Független	Összes
I. Folyóiratcikkek²	44	---	---	---
szakcikk nemzetközi folyóiratban, idegen nyelvű	---	26	195	251
szakcikk, hazai idegen nyelvű	---	0	0	0
szakcikk, magyar nyelvű	---	10	8	20
szakcikk, sokszerzős, érdemi szerzőként ³	---	0	0	0
összefoglaló közlemény	---	3	11	15
rövid közlemény	---	5	7	7
II. Könyv	1	---	---	---
a) Szakkönyv, kézikönyv, tankönyv szerzőként	0	---	---	---
idegen nyelvű	---	0	0	0
magyar nyelvű	---	0	0	0
aa) Felsőoktatási tankönyv	---	0	0	0
b) Szakkönyv, kézikönyv, konferenciakötet, tankönyv szerkesztőként	1	---	---	---
idegen nyelvű	---	0	---	---
magyar nyelvű	---	0	---	---
bb) Felsőoktatási tankönyv	---	1	---	---
III. Könyvrészlet	3	---	---	---
idegen nyelvű	---	0	0	0
magyar nyelvű	---	0	0	0
cc) Felsőoktatási tankönyvfejezet	---	3	0	0
IV. Konferenciaközlemény⁴	0	---	0	0
Oktatási közlemények összesen (II.aa,bb-III.cc)	---	4	0	0
Tudományos közlemények összesen (I-IV.)	---	44	221	293
Tudományos és oktatási közlemények összesen (I-IV.)	48	---	221	293
V. További tudományos művek	20	---	---	---
További tudományos művek, ide értve a nem teljes folyóiratcikkeket és a nem ismert lektoráltságu folyóiratokban megjelent teljes folyóiratcikkeket is	---	17	0	0
Szerkesztőségi levelezés, hozzászólások, válaszok	---	3	0	1
Öltalmak, szabadalmak	---	0	0	0
VI. Hivatkozott absztraktok⁵	1	---	1	1
Összes hivatkozás¹	---	---	222	295
Hirsch index⁶	11	---	---	---
g index⁶	19	---	---	---

Speciális tudományometriai adatok	Száma	Összes hivatkozás
Első szerzős teljes folyóiratcikkek száma ²	20	155
Utolsó szerzős teljes folyóiratcikkek száma ²	13	71
A tudományos fokozat (PhD) elnyerése utáni (2011) teljes tudományos folyóiratcikkek száma	33	171
Az utolsó 10 év (2010 - 2020) tudományos, teljes, lektorált tudományos folyóiratcikkeinek száma	40	283
A legmagasabb hivatkozottságu közlemény hivatkozásainak száma (az összes hivatkozás százalékában)	62	21,02%
Hivatkozások száma, amelyek nem szerepelnek a WoS/Scopus rendszerben	---	187
Jelentés, guideline	0	0
Csoportos (multicentrikus) közleményben kollaborációs közreműködő ⁷	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

Készült: 2020. május 14. 16:30

X. A FELHASZNÁLT IRODALOM JEGYZÉKE

1. Alling C, Alling R. Indications for management of impacted teeth. In: Alling C, Helfrick J, Alling R (ed). Impacted teeth. Philadelphia: WB Saunders Co.; **1993**. p. 43–64.
2. Anyanechi CE, Saheeb BD, Okechi UC. Is prophylactic removal of impacted mandibular third molar justified in all patients? A prospective clinical study of patients 50 years and above. *Afr Health Sci*. **2019**; 19: 1789-1794.
3. Bouloux GF, Steed MB, Perciaccante VJ. Complications of third molar surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. **2007**; 19: 117-128.
4. Bundy MJ, Cavola CF, Dodson TB. Panoramic radiographic findings as predictors of mandibular nerve exposure following third molar extraction: digital versus conventional radiographic techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. **2009**; 107: e36-40.
5. Cziriák NB, Szalma J, Vág J, Bogdán S: In vitro comparison of the effect of piezosurgery and conventional bone preparation technique on intraosseous heat generation. *Fogorv Szle*. **2016**; 109: 88-93.
6. de Figueiredo EL, Aires CCG, Neres BJCM, de Araújo BL, de Arruda JAA, de Holanda Vasconcellos RJ. Persistent Necrotizing Mediastinitis after Dental Extraction. *Case Rep Dent*. **2019**; 2019: 6468348.
7. de Toledo Telles-Araújo G, Peralta-Mamani M, Caminha RDG, de Fatima Moraes-da-Silva A, Rubira CMF, Honório HM, Rubira-Bullen IRF. CBCT does not reduce neurosensory disturbances after third molar removal compared to panoramic radiography: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. **2020**; 24: 1137-1149.
8. Dobó NCs, Pataki L. A canalis mandibulae és a bölcsességfog viszonya. *Fogorv Szle*. **2010**; 103: 25-26.
9. Fahmy MD. Teaching in Oral and Maxillofacial Surgery Training Programs: A Resident Perspective. *J Oral Maxillofac Surg*. **2018**; 76: 2461-2462.
10. Frenkel B, Givol N, Shoshani Y. Coronectomy of the mandibular third molar: A retrospective study of 185 procedures and the decision to repeat the coronectomy in cases of failures. *J Oral Maxillofac Surg*. **2015**; 73: 587-594.
11. Hatami A, Dreyer C. The extraction of first, second or third permanent molar teeth and its effect on the dentofacial complex. *Aust Dent J*. **2019**; 64: 302-311.
12. Kaposvári I, Körmöczy K, Horváth F, Buglyó A, Turai AR, Joób-Fancsaly Á. Incidence and case-control study of delayed-onset infection after lower third molar surgery. *Orv Hetil*. **2018**; 159: 1278-1283.
13. Kelly D, Harrigan W. A survey of facial fractures: Bellevue Hospital, 1948-1974. *J Oral Surg*. **1975**; 33: 146.
14. Lempel E, Szalma J, Jeges S, Kende D, Krajczár K, Nagy ÁK, Tóth V. Retrospective study of direct composite restorations according to the USPHS criteria. *Fogorvosi Szle*. **2012**; 105: 47–52.
15. Libersa P, Roze D, Cachart T, Libersa JC. Immediate and late mandibular fractures after third molar removal. *J Oral Maxillofac Surg*. **2002**; 60:163-165.
16. Long H, Zhou Y, Liao L. Coronectomy vs. total removal for third molar extraction: a systematic review. *J Dent Res*. **2012**; 91: 659-665.
17. Marques J, Montserrat-Bosch M, Figueiredo R, Vilchez-Pérez MA, Valmaseda-Castellón E, Gay-Escoda C. Impacted lower third molars and distal caries in the mandibular second molar. Is prophylactic removal of lower third molars justified? *J Clin Exp Dent*. **2017**; 9: e794-e798.
18. Möhlhenrich SC, Abouridouane M, Heussen N, Hölzle F, Klocke F, Modabber A. Thermal evaluation by infrared measurement of implant site preparation between single and gradual drilling in artificial bone blocks of different densities. *Int J Oral Maxillofac Surg*. **2016**; 45: 1478-1484.
19. Pell G, Gregory G: Impacted mandibular third molars, classification and modified technique for removal. *Dental Digest*. **1933**; 39: 330–338.
20. Rood JP, Shehab BA. The radiological prediction of inferior alveolar nerve injury during third molar surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg*. **1990**; 28: 20-25.
21. Sedaghatfar M, August MA, Dodson TB. Panoramic radiographic findings as predictors of inferior alveolar nerve exposure following third molar extraction. *J Oral Maxillofac Surg*. **2005**; 63: 3-7.
22. Stelzle F, Neukam FW, Nkenke E. Load-dependent heat development, thermal effects, duration, and soft tissue preservation in piezosurgical implant site preparation: an experimental ex vivo study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. **2012**; 27: 513-522.
23. Szalma J, Lempel E, Csuta T, Vajta L, Jeges S, Olasz L. The specific panoramic radiographic signs and their relation with inferior alveolar nerve injuries after mandibular third molar surgery. *Fogorv Szle*. **2011**; 104: 27–33.
24. Szalma J, Lempel E, Jeges S, Olasz L. Darkening of third molar roots: panoramic radiographic associations with inferior alveolar nerve exposure. *J Oral Maxillofac Surg*. **2011**; 69: 1544-1549.
25. Szalma J, Lempel E, Jeges S, Szabó G, Olasz L. The Prognostic Value of Panoramic Radiography of Inferior Alveolar Nerve Damage after Mandibular Third Molar Removal. Retrospective study of 400 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. **2010**; 102: 294-302.
26. Winter GB. Principles of exodontia as applied to the impacted mandibular third molar. St. Louis, American Medical Book Co., **1926**: 127-131.

XI. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Először is köszönettel tartozom **Olasz Lajos** professzor úrnak, hogy tudományos munkásságom kezdeti időszakában felhívta a figyelmem arra, hogy az akadémiai pályafutás és a doktori cím egyik nagyon fontos szempontja a munkásság homogén, témájában egységes ívet leíró mivolta. Bármikor fordulhattam hozzá problémáimmal, ötleteimmel, melyeket mindvégig támogatott és segített. Köszönet illeti **Szabó Gyula** professzor urat is, aki már kezdő klinikus időszakomban felhívta a figyelmemet a kutatás szerepére és fontosságára és aztán mindvégig, a mai napig ebben ösztönzött és segített. Köszönetem fejezem ki **Jeges Sára** tanárnőnek és Tóth Ákosnak, hogy a statisztikai útmutatásukkal segítették publikációimat. Köszönet illeti intézetvezetőmet, munkatársaimat, szerzőtársaimat, akik közül ki kell emelnem **Lempel Edinát**, akivel számtalan közös kutatás tervezését, illetve a rengeteg eredményünk logikus prezentálását beszélhettem meg, illetve művészi képességeivel nagyon sok ábrát alkotott tökéletes precizitással. Sajnos PhD fokozatában témavezetőként egyetemi szabályzatunk alapján nem szerepelhettem, de szoros kutatási együttműködésünk megkérdőjelezhetetlen. Meg kell említenem Soós Balázst és Vajta Lászlót, dento-alveoláris sebész szakorvosokat, akik a kutatások megvalósításában rengeteget segítettek, illetve Soós Balázssal PhD témavezetőként is együttműködhettem. Köszönettel tartozom a PTE Fogászati és Szájsebészeti Klinika, szájsebészeti ambulanciájának minden dolgozójának, valamint a röntgen-asszisztenseknek is, hogy kutatásaimban mindenben a segítségemre voltak.

Nagyon köszönöm támogatásukat, jó tanácsaikat és iránymutatásukat **Dóczi Tamás, Gerlinger Imre, Pintér Erika és Reglódi Dóra** professzoroknak.

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

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm **családomnak**, hogy tolerálták a megannyi tőlük elvett és munkára fordított szabadidőt. Habár már 2012-ben történt, de mi sem bizonyítja jobban Zsófia lányom elhivatott támogatását, mint alábbi témába vágó rajza:

