

Navigált endodonciai mikrosebészeti beavatkozások sikerességének vizsgálata in vitro és in vivo

az azonos című PhD tézis értekezései

Dr. Nagy Eszter

Témavezető:

Dr. habil. Antal Márk Ph.D.



Szegedi Tudományegyetem

Konzerváló és Esztétikai Fogászati Tanszék

Klinikai Orvostudományi Doktori Iskola

Szeged

2022

A tézis alapjául szolgáló és a hozzá kapcsolódó publikációk

I. Nagy E, Fráter M, Antal M. Gyökércsúcs rezekciója navigált endodontiai mikrosebészeti technikával [Guided modern endodontic microsurgery by use of a trephine bur]. Orv Hetil. 2020 Jul;161(30):1260-1265. Hungarian. doi: 10.1556/650.2020.31778. PMID: 32653869. **IF: 0.540**

II. Antal M, Nagy E, Braunitzer G, Fráter M, Piffkó J. Accuracy and clinical safety of guided root end resection with a trephine: a case series. Head Face Med. 2019 Dec 21;15(1):30. doi: 10.1186/s13005-019-0214-8. PMID: 31861995; PMCID: PMC6925511. **IF:1.882**

III. Antal M, Nagy E, Sanyó L, Braunitzer G. Digitally planned root end surgery with static guide and custom trephine burs: A case report. Int J Med Robot. 2020 Aug;16(4):e2115. doi: 10.1002/rcs.2115. Epub 2020 Jun 3. PMID: 32304137. **IF: 2.547**

IV. Nagy E, Braunitzer G, Gryschka DG, Barrak I, Antal MA. Accuracy of digitally planned, guided apicoectomy with a conventional trephine and a custom-made endodontic trephine: An in vitro comparative study. J Stomatol Oral Maxillofac Surg. 2021 Sep 30:S2468-7855(21)00200-7. doi: 10.1016/j.jormas.2021.09.014. Epub ahead of print. PMID: 34601166. **IF: 1.569**

Bevezetés

A napjainkban alkalmazott modern kezelési technikák és fogászati eszközök jelentősen hozzájárultak a fogak hosszútávú megtartásához. A fogeltávolítás és az implantáció előtt végzett fogmegtartó kezelések már mind a fogorvosok, mind a páciensek számára elérhetőek. A gyökércsúcs és a környező gyulladt szövetek eltávolítása egy jól ismert terápiás lehetőség, amennyiben az ortográd gyökérkezelés nem eredményez gyógyulást. A CBCT, megfelelő nagyítás és az új anyagok megjelenésével ez a beavatkozás egyre sikeresebb és kevésbé invazív lett napjainkra. A mikrosebészeti rezekció legfontosabb újítása a rezekciós szög 90 fokra történő módosítása, mely révén a hagyományos technikával szemben kevesebb dentintubulus nyílik meg és a gyökércsúcs 3 mm-nek levágásával a járulékos csatornák és elágazódások 98%-a is eltávolítható lett. Ez a technika megfelelő retrográd preparálást és gyökértömést biztosít, ami a kezelést követően fellépő bakteriális szivárgás megelőzéséhez szükséges. A módszert Kim és mtsai írták le, kihangsúlyozva a 90-fokos levágás, a nagyítás, a piezo

eszközök és a biokerámiák- mint retrográd gyökértömő anyagok- használatának fontosságát.

Az implantológiában mindennapos navigált sebészet célja, hogy gyorsabbá és pontosabbá tegyék a beavatkozást minden sebész számára – még komplikált esetekben is. A 3D digitális tervező szoftverek és a nyomtatott sablonok teszik lehetővé, hogy a sebészet minden lépése navigált legyen.

A nyomtatott sablonok, a 3D képalkotás és tervezés, illetve a mikrosebészeti elvek kombinálásával a gyökércsúcs rezekció egy biztonságos és pontos beavatkozássá válhat. A lépések csökkentésére, az operátor-faktor kizárására és a pontosság növelésére egy egylépéses, sablonnal navigált, trepánnal végzett rezekciós technikát dolgoztunk ki. Tézisemben, az ehhez fűződő anatómiai részletekkel és a módszer pontosságának vizsgálatával foglalkozom.

Kitűzött célok

Az alábbi vizsgálatok szükségesek, hogy bizonyosságot nyerjünk a trepánnal történő rezekció pontosságáról és létjogosultságáról.

1) A trepánnal történő gyökércsúcs rezekció hatásosságának vizsgálatához az elágazódások és járulékos csatornák eltávolításának mértékét szükséges vizsgálni, a 90°-os egyenes levágáshoz képest fellépő szignifikáns statisztikai eltérések keresésével.

Hipotézis: Nincs szignifikáns különbség a 90 fokos és a félkörös levágási módszer között – az apikális járulékos csatornák eltávolítását nézve.

2) Tanulmányozni szükséges a 3D tervezett, nyomtatott, fogakon megtámasztott sablonnal navigált, trepánnal végzett rezekció pontosságát. Illetve elemezni kell az egyedileg gyártott, stopperrel ellátott endo-trepán hatását az oszteotómia mélységére, a rezekció szögére és a csontablak méretére.

Hipotézis:

- A túlpreparálás (overpenetration) gyakrabban jelentkezik hagyományos trepánt, kevésbé/egyáltalán nem lép fel stopperrel ellátott trepánokat alkalmazva.

- Nincs különbség a kétféle trepánnal (hagyományos és endo-trepán) végzett beavatkozás pontossága között.

3) A sablon-és-trepán módszer in vivo alkalmazhatóságának vizsgálata; a trepánnal végzett,

navigált rezekciós technika előnyeinek és hátrányainak analizálása.

Hipotézis:

- Nincs különbség az intra- és posztoperatív komplikációk gyakoriságát és súlyosságát tekintve a navigált és a szabadkézi technika között
- A módszer minden esetben lehetővé teszi a gyökércsúcs trepánnal történő eltávolítását
- Ezzel a módszerrel, a gyökércsúcs rezekció vertikális hibája, illetve az oszteotómia mélységére vonatkozó hiba nem nagyobb mint ± 1 mm
- A vizsgált módszer oszteotómiás pontossága az implantációs sablonok szögeltéréséhez hasonló pontosságot mutat.

Anyag és módszer

1) A trepánnal történő gyökércsúcs eltávolítás pontosságát mikrotomográf segítségével in vitro vizsgáltuk az eltávolított front fogakon.

A mikroCT-s előszkennelést követően, az apikális részen gyökércsatorna elágazást, járulékos csatornát tartalmazó

fogakat Krampon fogóval rögzítettük, majd a gyökér hossztengetelyére merőlegesen, a csúcstól pontosan 3mm-re egy trepánnal rezekáltuk. A megmaradó félkörös gyökéri részben lévő járulékos csatornák számát posztoperatív CT felvétel segítségével detektáltuk. Amennyiben ezen a területen járulékos csatornát találtunk, a 90 fokos levágásnak megfelelően korrigáltuk a rezekciós felszínt és újból megvizsgáltuk azt.

2) A navigált gyökércsúcs-rezekció pontosságát 11 páciens (átlag életkor: 48.9 ± 12.4 év) 13 fogán vizsgáltuk.

A kutatásban résztvevők írásos beleegyezésüket adták.

A preoperatív CBCT felvételek minden páciens esetében standard beállítással készültek, az A-szilikon lenyomatok külön lettek szkennelve. A képek rekonstrukcióját (i-CAT Vision, Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA) követően az adatok DICOM file-ban lettek elmentve, hogy a sebészi tervezéshez fel lehessen őket használni. A 3D tervezés SMARTGuide 1.25 (dicomLAB Ltd., Szeged, Magyarország) program segítségével történt. A tervezés során az alkalmazott trepánnak megfelelő méretű virtuális hengert használtunk. A sebészi sablon

szterolitográfias módszerrel került nyomtatásra, majd azt használtuk a trepánnal végzett gyökércsúcs rezekció navigálásához. A trepán segítségével a csontablak preparálása és a rezekció egy lépésben kivitelezhető volt. A további statisztikai vizsgálatokhoz az elkészült posztoperatív CBCT felvételt használtuk.

3) Az egyedi stopperrel ellátott trepánok pontosságának vizsgálatát 8 sertés mandibulán végeztük. A sebészi tervezés (SMARTGuide 1.26) és a 3D nyomtatás (ProJet MD3510, 3D Systems) a dicomLAB Dental Ltd. (Szeged, Magyarország) protokollját követte. A kontroll csoportban használt, hagyományos, 4.21 mm átmérőjű csonttrepánok (Hager & Meisinger, Neuss, Németország) egy 4.25 mm-es persellyel kapcsolódtak a sebészi sablonhoz. A vizsgálati csoportban, a 4.46 mm-es egyedi endo-trepán egy 4.50 mm átmérőjű perselyhez lett igazítva. Mindkét csoportban 20 mm-es trepánokat alkalmaztunk. A gyökércsúcs rezekciót 800 RPM fordulaton, bőséges vízhűtéssel végeztük. A szegmentáción alapuló statisztikai analízis miatt, a posztoperatív CBCT felvételhez a

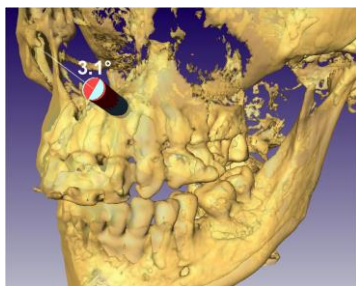
trepánoknak megfelelő méretű fém csavarokat helyeztünk a furatokba.

Statisztikai vizsgálat

1) A félkörös levágáshoz szükséges adatokat deskriptíven elemeztük. Az SNC-t (supernumerary canals – számfeletti csatornák) úgy határoztuk meg, hogy nem tettünk különbséget az oldalcsatornák és ramifikációk között, hiszen ennek nem volt jelentősége a vizsgálat szempontjából. Így minden, a fő csatornán kívül, a CT felvételen látható csatornát SNC-nek definiáltunk.

2) A tervezetthez képest eltérő szögállásokat, és a furat csúcsi részének elmozdulását az Amira 5.4.0 (Thermo Fisher Scientific, USA) szoftver segítségével elemeztük.

Az adott páciens preoperatív és posztoperatív felvételeit



vetettük össze analízis céljából. Ezen adatok közös koordináta-rendszerbe való rögzítése után a furat csúcsi elmozdulását, a furat

mélységének eltérését és a szögeltérést mértük. Minden

mérést 3 alkalommal ismételtünk meg, és a további elemzések ezek átlagával történtek. Minden statisztikai elemzést az SPSS 23.0 szoftverrel (IBM, USA) végeztünk.

3) Az egyedi, stopperes trepánok statisztikai vizsgálatához, a trepán végpozíciójának rekonstruáláshoz fém csavarokat használtunk. Így lehetővé vált a tervezett és valós végpozíció digitális összevetése. Itt is a korábban említett technológiát alkalmazva, az Amira 5.4.0 (Thermo Fisher Scientific, USA) szoftver használatával történtek az elemzések. A pontosságot, a tervezett befúrási végpont és a tényleges fúrási végpont közötti távolsággal jellemeztük.

Eredmények

1) A trepánnal történő gyökércsúcs eltávolítás pontosságának vizsgálatakor, a fogak 94%-ban eliminálásra került az összes számfeletti csatorna, mely egyben az összes számfeletti csatorna 97,3%-nak eliminálását jelentette.

2) A navigált gyökércsúcs rezekció pontosságát felmérő klinikai vizsgálatban a medián szögeltérés $3,95^\circ$ (95% CI:

2.1-5.9) volt. A legnagyobb túlpenetráció 0,51 mm, míg a legnagyobb alulpenetráció 1,56 mm volt.

3) Az endo-trepán pontosságának vizsgálata során a következő eredményeket találtuk: az alulpreparálás nagyon hasonló volt mindkét csoportban – megközelítőleg 0,7mm; míg a túlpreparálás nagy mértékben eltért. A vizsgálati csoportban az átlag túlpreparálás $0,36 \pm 0,31$ mm, míg a kontroll csoportban átlag $2,45 \pm 1,88$ mm volt.

Az átlagos szögeltérés a vizsgálati csoportban 0.92 ± 0.60 mm [95% CI: 0.64-1.18 mm], volt, amíg a kontroll csoportban ugyanez 2.45 ± 1.88 mm [95% CI: 1.66-3.05 mm] volt. Az x-tengely mentén szignifikáns eltérést találtunk a két csoport között ($F= 12.01$, $df=1$, $P= 0.001$, kétfarkú ANOVA).

Megbeszélés

A korábbiakban bemutatott műtéti technika önmagában véve is különleges, hiszen a navigált sebészetet, a trepánok használatát és a modern mikrosebészeti gyökércsúcs rezekciós elveket ötvözi. Külön-külön, ezek mind képesek a beavatkozások pontosságát növelni, ám ezek

kombinálásról szóló publikációkat nem találni a nemzetközi irodalomban. Csak néhány kutatás támasztja alá, hogy a navigált sebészet pontosabb a szabadkézinél. Mivel trepánokra vonatkozó adatot alig találni, jórészt csak a saját kutatási eredményeinket használhatjuk fel a korábban felvetett kérdések megválaszolásához.

A félkörös felszint hagyó trepánnal végzett rezekció hatékonysága korrelál a jelenlegi mikrosebészeti rezekciós standardokkal.

A sablonnal navigált gyökércsúcsrezekció szögeltérése várhatóan kissé nagyobb, mint a fog-megtámasztású implantátum sablonoké. Tahmaseb és mtsai 3.5° szögeltérést mértek. A részben mukóza megtámasztású endodonciai sablonoknál mért 3.95° medián szögeltérés alátámasztja ezen elképzelést.

Az egyedi, stopperrel gyártott trepánok vizsgálata során talált szignifikáns eltérés az apikális deviációt és az x tengely mentén (bukko-lingvális) lévő deviációt illetően azt sugallja, hogy a mélység szabályozása lesz a kulcsa a trepánnal végzett gyökércsúcs rezekciók pontosságának és biztonságosságának.

Következtetés

A tézisben a trepánnal végzett endodonciai mikrosebészeti beavatkozások pontosságát vizsgáltam. Ennek az új technikának az igazolásához különböző vizsgálat sorozatokra volt szükség.

A trepánnal végzett gyökércsúcs rezekcióval kapcsolatos vizsgálataink alapján, a félkörös rezekció nagy hatékonysággal távolítja el a gyökércsúcs kritikus apikális 3mm-ben lévő csatorna elágazásokat és oldalcsatornákat. Ez azonos a jelenleg érvényben lévő modern endodonciai sebészeti elveket követő 90 fokos vágás hatékonyságával.

Kijelenthetjük, hogy az implantológiai sablonokhoz hasonlóan, a sztereolitográfiával nyomtatott sablonok növelik a navigált mikrosebészeti rezekció pontosságát.

Az oszteotómia mélységét illetően, a stopperrel ellátott trepánokkal végzett beavatkozások pontossága nagyobb, mint a hagyományos trepánokkal végzetteké. Az eredmények azt sugallják, hogy a túl mélyre fúrás (túlpenetráció) megelőzhető stopperes trepánokkal.

A vizsgált 3D navigált trepán-módszerrel az intra- és posztoperatív komplikációk se nem gyakoribbak, se nem súlyosabbak, mint az irodalomban a hagyományos szabadkézi rezekcióknál dokumentáltak.

A statikus sablonnal végzett periapikális sebészet lehetővé teszi a gyökércsúcs trepánnal történő eltávolítását, további manipuláció nélkül.

A trepánnal végzett statikus navigált gyökércsúcs rezekció vertikális hibája és az oszteotómiás mélység hibája (ODE) nem nagyobb mint ± 1 mm.

A trepán maga, könnyedén beilleszthető a 3D szoftverekbe, ezáltal a csontablak preparálása, a gyökércsúcs eltávolítása és a biopsziavétel egy egylépéses műveletté alakítható át. A kezdeti prototípus hibáját (túl mélyre fúrás, mely az orális kortikális sértésével járt) a stopperrel ellátott trepánokkal sikerült orvosolni. A korábban említett technika folyamatos fejlesztésével az endodonciai mikrosebészeti beavatkozások során fellépő lehetséges kockázatokat és a posztoperatív komplikációk súlyosságát próbáltuk csökkenteni.

Köszönetnyilvánítás

Elsőként, témavezetőmnek, Dr. Antal Márknak szeretném megköszönni az évek során nyújtott segítségét, támogatását és szakmai irányítását. Nélküle ez a tudományos munka sosem készülhetett volna el.

Köszönettel tartozom Dr. Braunitzer Gábornak a publikálás és statisztikai számítások terén nyújtott kiemelkedő segítségéért.

Hálás vagyok minden Kollégámnak, akik különböző tudományos területekről adták hozzá ötleteiket és eszközeiket ehhez a kutatáshoz. Külön köszönet Prof. Dr. Dr. Piffkó Józsefnek és tanszékének a támogatásukért.

Vitathatatlan, hogy Dr. Fráter Márk segítése nélkül, ez tézis nem létezne ebben a formában. Köszönöm!

Szeretném megköszönni a Konzerváló- és Esztétikai Tanszéknek, hogy egy olyan motiváló csapat részese lehetek, ahol mindig van valaki, aki bátorítja társai gyakorlati és/vagy tudományos fejlődését.

Végezetül, a családom és közeli barátaim belém vetett hite nélkül, sosem sikerült volna ezen disszertációt elkészítenem.