

## **Kirjallisuuskatsaus: hampaan juurenkärjen resektio**

Lehto Valtteri  
Syventävien opintojen tutkielma  
Hammaslääketieteen tutkinto-ohjelma  
Lääketieteellinen tiedekunta  
Oulun yliopisto  
5/2018  
EHL Olli-Pekka Lappalainen

TIIVISTELMÄ

Lehto, Valtteri: Kirjallisuuskatsaus: hampaan juurenkärjen resektio  
Syventävien opintojen tutkielma: 21 sivua, 0 liitettä

---

Juurenkärjen resektio on leikkaus, jossa hampaan juuren kärki leikataan pois. Kyseinen leikkaus tulee kyseeseen, kun hampaan endodonttisia ongelmia ei saada hoidettua perinteisen juurihoidon keinoin. Myös koepalan tarve voi olla syy resektioleikkaukselle. Tässä tutkielmassa tarkastellaan juurenkärjen resektio -leikkausta oppikirjallisuuden ja tuoreen tutkimustiedon perusteella. Lähdemateriaalia haettiin Pubmed-tietokannasta sekä Oulun Yliopiston kirjaston dentoalveolaarista kirurgiaa käsittelevistä oppikirjoista.

Juurenkärjen resektion tekninen suorittaminen sisältää neljä vaihetta. Leikkaus aloitetaan ienlähän nostamisella, jolla leikkausalueen luulle saadaan hyvä pääsy ja näkyvyys. Ienlähän nostamisen jälkeen suoritetaan osteotomia, jossa poistetaan leesio ja puhdistetaan sitä ympäröinyt luu. Seuraavaksi paljastettu juurenkärki katkaistaan. Juurenkärkeen valmistetaan tiivis retrogradinen, eli apeksin suunnasta valmistettu, juurentäyte varmistamaan bakteerien haitallisten ainevaihduotuotteiden kulkemisen estyminen. Lopuksi alue ienlähä asemoidaan ja ommellaan takaisin paikoilleen. Haavansulun jälkeen tilannetta juurenkärjen alueella kontrolloidaan röntgenkuvin.

Yleisten kirurgisten tekijöiden lisäksi juurenkärjen resektion ennusteeseen vaikuttavat monet tekijät. Tärkeitä potilaaseen liittyviä muuttujia ovat potilaan sukupuolen ohella hampaaseen liittyvä luutuki, sen mahdollinen menetys ja leesion laajuus. Myös hampaan sijainti suussa (ylä- vai alaleuka, etu- vai takahammas) vaikuttaa leikkauksen ennusteeseen. Leikkausteknisistä tekijöistä ennusteeseen vaikuttaa resektiossa käytetyt materiaalit sekä leikkaustekniikka.

Avainsanat: apikoektomia, juurenkärjen resektio,

# SISÄLLYS

JOHDANTO.....	1
ENNEN LEIKKAUSTA .....	1
TEKNINEN SUORITUS .....	3
Ienläppä .....	3
Osteotomia.....	5
Juurenkärjen resektio.....	6
Retrogradinen juurentäyte .....	8
Haavan sulkeminen ja seuranta .....	10
ENNUSTE.....	11
Potilasvalinnan, hampaan ja leesion merkitys.....	12
Materiaalivalinta.....	13
Leikkaustekniikka.....	14
POHDINTAA.....	15
LÄHDELUETTELO .....	17

## **JOHDANTO**

Hampaan juurenkärjen resektio -leikkaus toimii pääasiallisena hoitona tilanteissa, jossa periapikaalinen leesio persistoi laadukkaasta perinteisestä juurihoidosta huolimatta. Tähän yleisimpään periapikaaliseen kirurgiseen leikkaukseen sisältyy ienlähän nostaminen, osteotomia, juurenkärjen resektio, retrogradinen juurentäyte sekä haavan sulkeminen. Muita resektiota muistuttavia endodontisia kirurgian leikkauksia ovat esimerkiksi ulkoisen resorption korjaaminen kirurgisesti sekä molaarin hemisektion yhteydessä suoritettava leikkaustoimenpide. Juurenkärjen resektio -leikkausta kutsutaan myös apikoektomiaksi.

Tässä syventävässä tutkielmassa tarkastellaan hampaan juurenkärjen resektiota tuoreimpien oppikirjojen ja tutkimustiedon valossa. Kirjallisuuskatsauksessa perehdytään juurenkärjen resektion tekniseen suorittamiseen oppikirjalähteitä käyttäen sekä tarkastellaan Pubmed-tietokannasta löytyviä tuoreita tutkimuksia aiheeseen liittyen. Katsauksen kohteena ovat myös suomalaiset lähteet, kuten Aikakauskirja Duodecimissä artikkeli juurenkärjen resektiosta sekä aiheeseen liittyvät käypä hoito -artikkelit. Leikkauksen teknistä suorittamista käsiteltävässä osiossa tutustutaan aiheeseen pääosin oppikirjalähteiden kautta.

## **ENNEN LEIKKAUSTA**

Juurenkärjen resektio tulee kyseeseen, kun perinteinen juurihoito ei tuota hoitotulosta, tai perinteinen juurihoito ei ole teknisesti mahdollista suorittaa, sekä hampaassa esiintyy oireilua tai persistoiva periapikaalinen leesio (Andersson L ym 2011). Perinteistä juurihoitoa voi estää hampaan ja kanavien erityisen haastavan anatomian ohella esimerkiksi hampaaseen asetettu nasta tai ruuvi jota ei voida poistaa sekä perinteisen juurihoidon aikana kanavaan katkennut instrumentti. Leikkauksen edellytyksenä on teknisesti hyvin suoritettu ja laadukas perinteinen juurihoito ja se tulisikin mielellään suorittaa juuri ennen leikkausta. Periapikaalinen leikkaus toimii usein perinteistä juurihoitoa täydentävänä toimenpiteenä. Juurikanavaa ei saada koskaan täysin desinfektoitua, jolloin laadukkaan juurentäytön tehtäväksi jää bakteerien tuottamien toksiinien eristys ja niiden periapikaalialueelle pääsemisen estäminen. Juurenkärjen resektio tulee myös kyseeseen, mikäli periapikaalisesta leesiosta halutaan ottaa koepala (Suuronen M ym 2017). Lisäksi pulpakavum- tai

juuriperforaatioiden hoito voi vaatia kirurgista hoitomuotoa, juurenkärjen resektiota erityisesti, kun perforaatio on juuren apikaalisimmassa kolmanneksessa. Myös muut perinteisellä juurihoidolla hoitamattomat tapaukset kuten sivukanavat, murtumat apikaalialueella, laajat apikaaliset pesäkkeet tai sisäiset juuriresorptiot indikoivat juurenkärjen resektiota. Kontraindikaatioina juurenkärjen resektiolle ovat esimerkiksi malignooma, keratokysta, myksooma, juuren vertikaalinen murtuma, liiallinen alveoliluun kato, apikaaliontelon yhteys ientaskuun ja poistettavan luukudoksen marginaali.

Ennen leikkausta tulisi hammas tutkia kauttaaltaan ja arvioida persistoivan sairauden syitä ja hampaan ennustetta myös muiden kuin endodonttisen näkökulman kannalta (Andersson L ym 2011). Tarkastelu tulisi ulottaa koko suun alueelle sisältäen niin pehmytkudosten, kuin myös hampaiden tilan. Leikattavaksi suunnitellusta hampaasta tulisi arvioida kariestilanne ja vanhojen täytteiden laatu. Potilaalta tulee kysyä, onko mahdollinen suun ulkopuolella valmistetty täyte aikaisemmin irronnut ja jouduttu uudelleen sementoimaan. Leikkauksen jälkeen hampaalle suunnitellut restauraatiot tulisi myös arvioida koko purennan tilan perusteella. Mikäli hampaalla ei ole vastinpurijaa, eikä proteettista ratkaisua kyseiseen ongelmaan ole suunnitteilla, jää myös resektion hyödyt vähäisemmiksi. Molaareissa voidaan arvioida yksittäisten juurten tila ja tarvittaessa päätyä hemisektioon, jossa molaarista poistetaan yksi tai useampi juuri. Parodontaaliligamentin tila tulee arvioida ientaskumittauksella ja liikkuvuuden sekä ienverenvuodon kirjaamisella sillä. Ikenen terveyden ohella myös sekä marginaalisen luurajan etäisyys leesioista tulee selvittää (Song M ym, 2013). Leikkauksen jälkeen ikenissä usein esiintyy ikenen vetäytymistä leikkauksen jälkeen ja siitä tulisi kertoa potilaalle (von Arx ym, 2011).

Röntgenkuvista tulee arvioida mahdollisen juurentäyteen laatu ja uudelleenjuurihoidon tarve, sekä alveoliluun tila (Andersson L ym 2011). Kaksiulotteiset kuvat antavat kohtalaisen hyvän kuvan periapikaalialueesta useissa tapauksissa. Kuitenkin esimerkiksi poskiontelon ulottuminen periapikaalialueelle voi olla vaikeasti tulkittavissa ilman kartiokeilakuvaa. Kolmiulotteisella kuvaustekniikalla saadaan myös tarkempaa kuvaa leesioista ja muodosta, sekä sen ulottumisesta esimerkiksi luiden korteksialueille. Lisäksi kolmiulotteisen kuvan yhdistäminen CAD/CAM-tulosteiseen ohjaimen voi lisätä erityisesti kokemattomamman leikkaajan osteotomian tarkkuutta (Pinsky ym, 2007). Siten kartiokeilakuvaus voi tuoda paljonkin lisäarvoa leikkauksen suunnitteluun ja toteutukseen.

Juurenkärjen resekiota suunnitellessa tulee myös ottaa huomioon paikalliset anatomiset tekijät (Andersson L ym 2011). Alaleuassa tärkein anatominen tekijä on mentaliskanavan kulku ja sen avauskohta premolaarien seudulla. Hermokanavan kulku tulee ottaa huomioon osteotomian ja ienlähän sijaintia suunnitellessa ja niiden kulku tulisi olla tiedossa koko leikkauksen ajan. Alaleuassa distaalisesti siirryttäessä bukkaalisen luun paksuus lisääntyy merkittävästi, sekä hermojen kulkureitti tulee lähemmäksi juurten apikaaliosia. Alaetualueella taas vaikeuksia tuottavat matala sulkus, erityisesti mikäli potilaalla on ulkoneva mandibulan kärki, sekä alainkisiivien anatomia. Alainkisiiveissä on pienet juuret ja jopa 40%:ssa niistä on kaksi kanavaa. Nämä tekijät yhdessä juuren apikaalipään linguaalisen kallistumisen kanssa voivat johtaa leikkauksen epäonnistumiseen.

Yläleuassa tärkein anatominen tekijä on poskiontelon pohja, joka voi olla hyvin lähellä periapikaalitallassa olevan leesioin reunaa (Andersson L ym 2011). Mikäli poskionteloperforaation riski on kohonnut, tulisi ienlähä suunnitella niin, että koko leikkausalue saadaan suljettua lähän alle. Lisäksi tulisi varmistaa, ettei poskionteloon kulkeudu leikkauksen aikana mitään ylimääräistä. Palatinaalisten juurien yhteydessä voidaan joutua nostamaan palatinaalinen ienlähä. Tällöin tulee ottaa huomioon suulaen verenkierto (arteria palatina major) ja hermojen kulku.

## **TEKNINEN SUORITUS**

### **Ienlähä**

Juurenkärjen resektion yhteydessä preparoitava luualue paljastetaan siirtämällä ientä lähä-leikkauksella (Andersson L ym 2011). Leikkauksen onnistumisen kannalta on tärkeää, että kohdealueen parodontaaliligamentti on terve. Hyvän hoitotuloksen varmistamiseksi tulehtuneet, turvonneet ja ientaskuja mitatessa vuotavat ikenet tulisi hoitaa ennen leikkausta bakteeri- ja tulehduskuorman minimoimiseksi. Bakteerikuormaa voidaan myös vähentää viikkoa ennen ja jälkeen leikkauksen käyttämällä 0,2% klooriheksidiiniliuosta alueen paranemista edistämään.

Flap-leikkauksia on suoritettu perinteisesti kolmella menetelmällä: puolikuun muotoisella marginaalisella ja submarginaalisella leikkaustekniikalla (Andersson L ym 2011). Puolikuun mallinen tekniikka ei ole enää nykyisin käytössä. Näiden ohella leikkaus voidaan suorittaa esimerkiksi papilloita säästävällä leikkaustekniikalla. Esteettisesti tärkeillä alueilla leikkaustekniikan valinnan merkitys korostuu, sillä parantuessaan ikenellä on tapana vetäytyä apikaaliseen suuntaan (von Arx ym, 2011). Marginaalisen viillon reunoille lisätään vinosti apikaalisuuntaan kevennysviilto, jolloin muodostuu luusta erotettava ienlappä. Kevennysviilto tehdään tarvittaessa marginaalisen viillon molemmin puolin, mutta myös yksi viilto voi olla riittävä näkyvyyden ja leikkausalueelle pääsyn varmistamiseksi. Kevennysviillot tulisi ulottaa tarpeeksi leveälle etäisyydelle läpän verenkierron varmistamiseksi. Periapikaalialueelle suunnatussa leikkauksessa on usein tarpeen tehdä kevennysviillot molemmin puolin (Velvart & Peters, 2005). Viillot tulisi myös ulottaa terveen luun päälle.

Marginaalisen viillon tekniikassa veitsi viedään parodontaalirakoon hampaan juuren suuntaisesti, viiltäen periostin läpi luuhun asti (Andersson L ym, 2011). Viilto voidaan ulottaa hampaiden välissä niin, että papillat tulevat mukaan ienlappään. Tällä tekniikalla ikenen vetäytymisen riski on kuitenkin kohonnut, jolloin esimerkiksi aiemmin submarginaalisesti sijainnut kruunun sauma voi paljastua. Papilloita säästävissä leikkaustekniikassa papilla erotetaan läpistä yhdellä luuhun ulottuvalla viillolla (perinteinen papillaa säästävä tekniikka), tai kahdella viillolla (papilla base incision, PBI), joista ensimmäinen ulottuu vain epiteelin läpi ja toinen luuhun asti (Taschieri S ym, 2016). Papillaoita säästävällä tekniikalla voidaan saavuttaa vähäisempi ikenen postoperatiivinen vetäymä, joskin pitkällä aikavälillä erot sulkulaarisella tekniikalla leikattuun ienlappään häviää (von Arx ym, 2011). Submarginaalisessa leikkaustekniikassa horisontaalinen viilto sijaitsee kiinnittyneellä gingivalla, apikaalisesti marginaaliseen ienreunaan nähden (Velvart & Peters, 2005). Horisontaalisten viiltojen reunoille tehdään vertikaaliset kevennysviillot. Submarginaalisessa leikkaustekniikassa ei tapahdu kiinnityskatoa, mutta tekniikka vaatii vähintään 2 mm kiinnittynyttä ientä. Tämän menetelmän haittapuolia ovat ienlappän verenkierron puutteesta aiheutuvan nekroosin sekä arpeutumisen lisääntyminen.

Kun tilanteeseen soveltuva ienlappätekniikka on valittu ja viillot tehty, on vuorossa läpän elevointi (Andersson L ym 2011). Ienlappä tulisi saada irti luusta kokonaisuutena periostia myöten, eikä pehmytkudoksrakenteita tulisi vaurioittaa elevoinnin aikana. Ienlappä täytyy

elevoida tarpeeksi laajalta alueelta näkyvyyden ja läpän vaurioittamisen välttämiseksi. Niin pehmyt-, kuin myös kovakudoksia tulee huuhdella steriilillä keittosuolaliuoksella leikkauksen aikana.

## **Osteotomia**

Ienlähän elevoinnin jälkeen seuraavaksi paikallistetaan aloituskohta osteotomialle. Mikäli periapikaalimuutos on perforoinut korteksin läpi, aloitetaan osteotomia muodostuneen leesion kohdalta (Andersson L ym, 2011). Mikäli luussa ei ole perforoitunutta kohtaa, käytetään juurenkärjen paikallistamisen apuna röntgenkuvausmenetelmiä, kuten KKTT-kuvausta sekä eri projektiosta otettuja intraoraalikuvia. Juurenkärjen etäisyyttä kiillesementtirajalta saadaan arvioitua intraoraalikuvista. Tarvittaessa KKTT-kuvauksen voi yhdistää CAD/CAM-ohjaukseen, jossa kolmiulotteinen röntgenkuva saadaan yhdistettyä CAD-kuvaukseen (Pinsky ym, 2007). Jyrsimellä valmistetulla hampaistolle asetettavalla ohjaimella saadaan varmistettua osteotomian suuntautuminen haluttuun kohteeseen. Hampaan juuri poikkeaa ominaisuuksiltaan sitä ympäröivästä luusta. Luuhun verrattuna juuren pinta on kovempaa, väriltään kellertävämpää eikä juuri vuoda verta operoitaessa, toisin kuin luu.

Osteotomia voidaan suorittaa kahdella eri välineistöllä, perinteisillä porilla tai ultraäänilaitteella, piezovärähtelijällä (Andersson L ym 2011). Poraustekniikassa luun pinta lämpenee kitkan vaikutuksesta. Liiallisesta luun lämpenemisestä seuraa paikallista inflammaatiota ja paranemisen hidastumista, tai jopa palautumattomia muutoksia luuhun. Liiallisen lämpenemisen välttämiseksi poratessa tulisi käyttää aina steriiliä keittosuolaliuosta operoitavan alueen jäädytykseen. Lisäksi lämpenemistä saadaan vähennettyä teräviä, uusia, ja pyöreitä ruusuporia. Fissuuraporalla jäädytys ei pääse helposti ulottumaan luuhun uppoavaan terän kärkeen, jolloin luu pääsee lämpenemään enemmän. Timanttipinnoitettuihin poranteriin tarttuu pieniä luukappaleita, jotka lisäävät luun lämpenemistä.

Modernimmassa ultraäänivärähtelijää hyödyntävässä tekniikassa käytetään piezovärähtelijää joko timanttipinnoitetulla- tai paljaalla teräksisellä kärjellä (Andersson L ym 2011). Piezovärähtelijää käyttäessä luu ei lämpene, eikä pehmytkudoksiin kohdistu

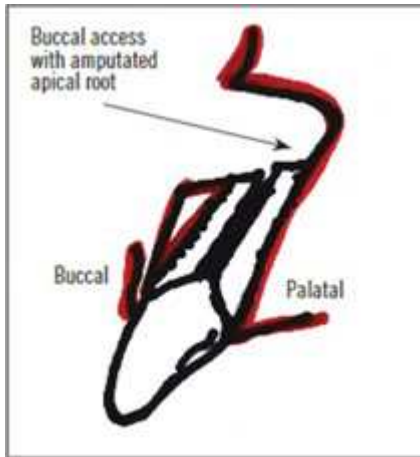


vaurioita. Näin ollen kyseinen tekniikka soveltuu erityisen hyvin, kun osteotomiaa tehdään haastavilla alueilla mandibulaarikanavan tai poskiontelon läheisyydessä. Lisäksi piezovärähtelijää käyttäessä saadaan leikkaus tehtyä vähäisemmällä osteotomialla. Piezovärähtelijän heikkous on sen hitaus, joskin uudemmilla laitteilla päästään lähemmäs poran preparointinopeuksia.

### **Juurenkärjen resektio**

Kun osteotomia on suoritettu, on aika puhdistaa periapikaalinen leesio. Periapikaalisesti sijaitseva granulaatiokudos tai kysta saadaan kaavittua luun pinnalta käyttämällä terävää, tarvittaessa kolmoistaivutettua, ekskavaattoria (Andersson L ym 2011). Leesion irrottaminen juurenpinnalta onnistuu parhaiten myös hammaskiven poistamiseen käytettävillä instrumenteilla, kuten kyreteillä. Kyseisiä instrumentteja voidaan käyttää myös leesion kaapimiseen luun pinnalta. Mikropeiliä ja mikroskooppia tai luuppeja käyttämällä saadaan leesion alue puhdistettua myös juuren takaa. Periapikaalialueelta poistettu leesio tulisi keittosuolaliuoshuuhtelun jälkeen siirtää formaliinipurkkiin ja toimittaa tutkittavaksi patologille diagnoosin varmistamiseksi.

Granulaatiokudoksen tai kystan poistamisen ja luunreunojen sekä juurenpinnan huolellisen puhdistamisen jälkeen on vuorossa juuren kärjen resektio (Andersson L ym 2011). Juurenkärjen katkaisussa saadaan eliminoitua juuren apikaalisesta anatomiasta johtuvat haasteet, kuten sivukanavat, useammat kanavien ulostulot ja niissä mahdollisesti olevat bakteerit. Näissä sivukanavissa ja hampaan apeksin alueella sijaitsevat bakteerit perforoivat dentiinitubuluksiin, eikä niitä saada poistettua huolellisellakaan apikaalisella preparoinnilla. Tästä syystä juurenkärjen katkaiseminen, eli infektoituneiden dentiinitubulusten poistaminen, edistää operaation onnistumista. Yleisesti hyväksytty resekoitava osuus juurenkärjestä on vakioitunut kolmeen milliin (3 mm). Tuolla pituudella saadaan poistetta suurin osa, ellei kaikki apikaalisesti sijaitsevat bakteerit. Kyseisellä resektiopituudella saadaan myös hyvä näkyvyys kanavaan, jolloin juuren apikaaliseen osaan tehtävä retrogradinen täyte saadaan valmistettua kanavan muotoiseksi. Kuviossa 1 esitetään juurenkärjen resekoinnin lopputulos kaavamaisesti.



Kuvio 1. Kaavakuva juurenkärjen resektiosta, leikkauskulma on poikkeavasti eri kuin suositeltu 90 astetta juuren suuntaan nähden (Laskin D M & Lam D, 2015).

Kuviosta 1 poiketen resektioleikkauksen tulisi olla 90 asteen kulmassa juuren apikaalisuuntaan nähden. Tällöin juuren apikaaliosan dentiinissä on vähemmän paljastuneita dentiinitubuluksia, mikä vähentää apikaalisen vuodon riskiä. Resektion leikkausjäljen tulisi olla mahdollisimman siisti ja tasainen porausjätteen sekä retrogradisen täytteen tarttumisen minimoimiseksi. Resekoidun juuren kärki tulisikin siloittaa hitaammilla kierrosnopeuksilla esimerkiksi hienolla timanttikärjellä. Preparoinnin jälkeen niin leikkausalueen luun pinnan kuin myös hampaan pinnan tulisi olla siisti, sekä näkyvyyden tulee olla tarpeeksi hyvä retrogradisen täytteen valmistamista varten (kuvio 2). Apikaalialueella tulee välttää perinteisiä ilmajähdytteisiä käsikappaleita pyemian (kystaperäisten bakteerien aiheuttama verenmyrkytys) ja emfyseeman (ilman kulkeutuminen sidekudoksen soluvälitilaan) välttämiseksi.



Kuvio 2. Kliininen tilanne periapikaalisen leesioin poiston ja alueen puhdistamisen jälkeen (Suuronen M ym, 2017)

### **Retrogradinen juurentäyte**

Apikaalisen leesioin puhdistamisen jälkeen valmistetaan retrogradinen juurentäyttö (Andersson L ym 2011). Retrogradisen täytteen tarkoitus on poistaa ja puhdistaa kontaminaatioita vanhasta juurentäytteestä ja apikaalialueelta sekä muodostaa tulppa mahdollisten myöhempien kontaminaatioiden estämiseksi. Laadukkaasti suoritettuna resektion lisäksi riittävän näkyvyyden takaamiseksi voi olla tarpeen käyttää erillisiä valolähteitä, mikroskooppia tai luuppilaseja sekä kirurgisia mikropeilejä. Perinteisesti retrogradisen täytteen kaviteetti on tehty kulmakappaleeseen kiinnitetyllä ruusuporalla, mutta nykyisin on käytössä myös juuri tähän tehtävään suunniteltuja piezovärähtelijän kärkiä. Ultraäänilaitteella saadaan ruusuporaan nähden siistimpi preparointi keskelle juurta. Timanttipäällysteiset ultraäänikärjet purevat hyvin dentiiniin sekä poistavat tehokkaasti guttaperkkaa. Aloittelevan leikkaajan käsissä kyseisen kärjen tehokkuus voi olla myös negatiivinen asia. Tasaiset teräksiset kärjet soveltuvat myös kaviteetin muotoiluun ja niiden jälki on siistimpää pienemmällä porausjätekerroksella. Jäähdytys on oleellinen osa preparointia porausjätteen poistamiseksi ja mikrofrakturoiden välttämiseksi. Frakturoita voidaan myös välttää pienemmillä tehokkuuksilla, joskin niilläkin voidaan saada frakturoita aikaiseksi. Kaviteetin tulisi olla noin kolme millimetriä syvä, eikä sen reunalla saisi

olla vanhaa juurentäytettä. Kaksikanavaisten täyttöjen välille tulisi porata tilaa täyttöä varten, jolloin vältetään täytteiden vuotoa.

Kaviteetin muotoilun ja tarkistuksen jälkeen tulee varmistaa hyvä leikkausalueen hemostaasi (Andersson L ym 2011). Tämä voidaan suorittaa esimerkiksi asettamalla steriilejä vanupalloja leesion luupinnalle. Toinen vaihtoehto on käyttää hemostaattista materiaalia, kuten oksidoitua ja regeneroitua selluloosakudosta (Surgicel®). Nämä materiaalit suojaavat myös leikkausaluetta retrogradisen täytemateriaalien ylimääriltä, jotka voisivat muuten jäädä alueelle haavansulun jälkeen. Periapikaalisen kaviteetin saa kuivattua hyvin steriileillä paperinastoilla.

Retrogradiselle täytteelle tärkeitä ominaisuuksia ovat radio-opaakkiisuus, helppo applikointi ja muotoilu (Andersson L ym 2011). Lisäksi täytemateriaalin tulisi olla bio-yhteensopiva sekä sen tulee muodostaa pysyvä ja tiivis este juurentäyteen ja periapikaalitalan välillä, jotta mahdolliset bakteerit ja niiden metaboliatuotteet eivät pääsisi kulkeutumaan periapikaalialueelle. Nykyisin suositellut materiaalivalinnat ovat mineraaltrioksidiaagregaatti (MTA) ja sinkkioksidi-eugenolipohjaisia sementtejä. MTA on näistä materiaaleista yleisimmin käytössä. Sen koostumus on aikojen saatossa kehittynyt mahdollistaen sen applikoinnin ja muotoilun ja sen bio-yhteensopivuus on erinomainen. MTA viedään kaviteettiin erilisen viejäinstrumentin avulla. Materiaali tiivistetään kevyesti ja viimeistellään steriilissä vedessä kastellulla vanupallolla. Kovettuaakseen MTA vaatii kosteutta, jota periapikaalialueella on sopivasti. Retrogradiseen täytteeseen suositellaan 3-4 millimetrin paksuista MTA-kerrosta tiiviyn varmistamiseksi. Tällä hetkellä käytössä on pääosin kahta erilaista sinkkioksidi-eugenolipohjaista sementtiä, IRM® (Intermediate Restorative Material) ja SuperEBA®. Molemmat näistä materiaaleista sekoitetaan jähmeäksi pastaksi, joka täpätään tiiviisti kuivaan ja puhtaaseen kaviteettiin. Jotkin klinikot tapaavat huuhdella kaviteetin EDTA-liuoksella ennen näiden materiaalien asettamista, mutta tämän käytännön eduista ei ole laadukkaita kliinisiä tutkimuksia. Sinkkioksidieugenolipohjaisilla sementeillä saadaan MTA:han verrattavissa olevia onnistumistodennäköisyyksiä, joskin ne eivät MTA:n tavoin stimuloi dentiinin tai hampaan sementin regeneraatiota.

Ennen retrogradisen täyteen valmistamisessa käytettiin amalgaamia, mutta sen käyttöä ei enää suositella parempien materiaalien kehittelyn vuoksi. Täytevaihtoehtona on myös tutkittu resiinipohjaisia materiaaleja, kuten resiinivahvisteisia lasi-ionomeereja,

kompomeereja sekä resiinipohjaisia yhdistelmämuoveja. Leikkausalueen kosteus ja se eliminoiminen ovat kuitenkin suuria riskejä kyseisten materiaalien sidostumisen ja tiiviynen kannalta, eikä niiden käyttöä suositella retrogradisten täytteiden valmistamisessa (Kohli MR ym, 2018).

Endodonttien kirurgian yhteydessä on tutkittu erilaisten kudosparanemista ohjailevien tekijöiden (guided tissue generation, GTR) vaikutusta leesioiden paranemiseen (Andersson L ym, 2011). Erityisesti parodontologisen leesioiden paranemisissa käytetyillä kalvoilla ei ole saatu kliinisesti merkittäviä hyötyjä paranemisen suhteen pienissä leesioissa (Tsesis I ym, 2011). Myöskään erilaisilla luun kasvua indusoivilla aineilla tai kalsiumsulfaatilla ei ole saatu aikaan myönteistä paranemisennustetta. Ainoa poikkeus tässä joukossa on molemmilta puolilta (through-and-through) perforoinut leesio, joissa GTR kalvoilla saavutetaan parempi hoitotulos kontroleihin verrattaessa.

### **Haavan sulkeminen ja seuranta**

Mikäli retrogradinen täyte on valmistettu MTA:lla, tulee se suojata, kun leikkausalue huuhdellaan keittosuolaliuoksella ja puhdistetaan mahdollisista vierasaineista (Andersson L ym 2011). Kun leikkausalue on tarkastettu ja todettu puhtaaksi, voidaan luuseinämää kyretoimalla varmistaa verenhiyytymän muodostuminen. Tämän jälkeen ienlappä tulisi asemoida haavan päälle ja sitä tulisi painaa kevyesti keittosuolaliuoksella kostutetulla steriilillä sideharsotaitoksella. Ompelun jälkeen leikkausalueelle tulisi samalla tavalla suunnata painetta ainakin viiden minuutin ajan ikenen ja luun välisen fibriinikerroksen muodostumisen varmistamiseksi. Yksisäikeisiä (monofilament) ommelmateriaaleja käyttäessä on havaittu vähäisempiä inflammaatioreaktioita useampisäikeisiin (multifilament) ommelmateriaaleihin verrattuna (Velvart & Peters, 2005). Bakteerit pääsevät invasoitumaan ompeleihin leikkauksen jälkeen ja monisäikeisissä ompeleissa esiintyvä kapillaari-ilmiö edistää niiden invaasiota yksisäikeisiin materiaaleihin verrattuna. Endodonttisiin leikkauksiin hyvin soveltuvia yksisäikeisiä ommelmateriaaleja ovat nylon (esimerkiksi Linex®), polypropeeni (esimerkiksi Prolene®) ja polytetrafluorieteeni eli Teflon® (esimerkiksi Coreflon PTFE®) Itsestään resorboituvia materiaaleja tulisi välttää, paitsi jos potilas ei pääse tulemaan kontrollikäynnille. Resorboituviksi ompeleiksi sopii hyvin Polyglaktiini 910 (Vicryl®), joka resorboituu 7-10 vuorokaudessa eikä aiheuta

voimakasta inflammaatiota kudoksessa. Ienlähän reunat tulisi ommella ensin, jonka jälkeen keskiosa saadaan asemoitua tarkasti ennen sen ompelemista.

Potilaalle olisi hyvä antaa kotihoidon ohjeet kirjallisesti ja suullisesti (Andersson L ym 2011). Ohjeistus on vastaavanlainen, kuin leikkauksellisen tai tavanomaisen hampaanpoiston yhteydessä annettava ohjeistus. Klooriheksidiini-huuhteen käyttöä tulisi jatkaa myös leikkauksen jälkeen bakteerikuorman vähentämiseksi ompeleiden poistoon saakka. Potilailla ilmenee usein leikkauksenjälkeistä kipua, joka on pahimmillaan leikkauksenjälkeisten kahden vuorokauden aikana. Kipu on yleisempää, mikäli potilaalla oli oireita ennen toimenpidettä, tai mikäli potilaalla on huono suuhygieniä tai hän tupakoi. Tulehduskipulääkkeet, kuten ibuprofeeni, (esimerkiksi Burana®) ovat tehokkaita leikkauksenjälkeisen kivun hoidossa. Potilaan tulisi ottaa kipulääkettä joko ennen leikkausta tai heti leikkauksen jälkeen, sekä seuraavina 3 vuorokautena. Jotkut potilaat voivat tarvita myös voimakkaampia kipulääkkeitä, jolloin tulehduskipulääkitykseen voidaan kombinoida heikko opioidi (kodeiini, esimerkiksi Burana Comp®, jossa on ibuprofeenia ja kodeiinia). Antibiootit eivät ole rutiinisti tarpeen, ellei niiden käyttöön ole esimerkiksi potilaan yleisterveyteen liittyviä indikaatioita. Ompeleet voidaan poistaa 3-4 vuorokauden kuluttua leikkauksesta, mikäli paraneminen on sujunut ongelmitta. Ompeleiden poiston jälkeen tulisi ottaa leikkauksenjälkeinen intraoraaliröntgenkuva. Kontrolliröntgenkuvat tulisi ottaa yhden vuoden jälkeen leikkauksesta. Leikkausaluetta tulisi kontrolloida röntgenkuvilla tarvittaessa neljän vuoden ajan, periapikaalialueen paranemisen varmistamiseksi.

## **ENNUSTE**

Hampaan juurenkärjen resektion onnistumiseen vaikuttavat monet niin potilaaseen, kuten myös leikkaustekniikkaan liittyvät tekijät. Toimenpiteen ennuste on kuitenkin hyvä, 85-90%, kun toimenpiteeseen sisällytetään laadukas perinteinen (ortogradinen) ja retrogradinen juurentäyte (Suuronen M ym 2017). Hampaan periapikaalitalan paranemista arvioitaessa röntgenologisesti voidaan paranemistulokset jaotella neljään eri ryhmään. Täydellisessä paranemisessa apikaalialueen ympärillä on ehyt ja yhtenäinen lamina dura eikä paradontaaliligamentti kuvaudu tavallista leveämpänä. Epätäydellisessä paranemisessa apikaalialueen ympärillä havaitaan radiolusentti alue, jossa on arpimuodostuksen myötä sidekudosta. Tällöin luussa todetaan säteittäisiä trabekkeleita. Epätäydellinen paraneminen

liittyy monesti laajempiin, yli 1 cm halkaisijaltaan oleviin leesioihin. Epäilyttävässä paranemisessa lamina duraa ei ole havaittavissa, eikä leesio enää pienene ensimmäisen vuoden jälkeen leikkauksesta. Parantumattomaksi luokitellaan leikkauksen jälkeen suureneva leesio. Lisäksi epäonnistuneeksi leikkaukseksi luokitellaan tapaukset, joissa leikkausalueella ilmenee myöhäisvaiheen kipua, fistelöintiä tai turvotusta.

Epäonnistuneiden resektioleikkausten jälkeen erityisesti yksijuurisissa hampaissa voidaan harkita juurikanavan kautta tehtyä MTA-tulppausta (Mente ym, 2015). Tässä toimenpiteessä vanha juurentäyte puretaan, kanava preparoidaan ja puhdistetaan kemiallisesti. Apikaaliseen osaan valmistetaan MTA-tulppaus, jonka jälkeen kanava täytetään normaalisti. Aiheesta ei ole kuitenkaan paljon julkaisuja ja tässäkin aineistossa on pieni määrä potilaita.

### **Potilasvalinnan, hampaan ja leesion merkitys**

Juurenkärjen resektion onnistumiseen vaikuttaa leikkausteknisten tekijöiden lisäksi potilaaseen ja hampaaseen liittyviä tekijöitä (Lui ym, 2014). Tutkimuksessa seurattiin kuuden vuoden aikana tehtyjä juurenkärkien resektioita, joiden kirurgian tarve oli arvioitu endodontin toimesta ennen leikkausta. Mukaan ei otettu tapauksia, joissa oli aiemmin tehty resektioleikkaus, vertikaalinen fraktuura, resorptioita tai perforaatioita. Kaikki leikkaukset suoritettiin samanlaisella perinteisellä poratekniikalla ja leikkauksissa käytettiin endodontista mikroskooppia. Leikkauksen onnistumiseen vaikuttaviksi muuttujiksi valittiin potilaaseen liittyvät tekijät (ikä, sukupuoli ja hammastyppi), preoperatiiviset muuttujat (kuten koronaalinen restaurointi, mahdolliset nastat juurikanavissa,  $\leq 3$ mm taskusyvytykset, liikkuvuus, turvotus, koputus- ja palpaatioarkuus sekä periapikaalisen leesion koko röntgenkuvassa), kirurgiset tekijät (alveoliluun ominaisuudet, kuten fenestraatiot ja avaukset, halkeamalinjat, retrogradisen täytteen materiaalit sekä mahdollisesti käytetyt kalvot) ja histologiset tulokset. Tilastollisissa analyysissä havaittiin, että naisilla paranemistulokset olivat parempia (OR 9,3,  $p=0,001$ ). Maksillan hampailla oli myös useammin paranemista alaleukaan verrattuna (OR 2,8,  $p=0,03$ ), erityisesti maksillan etuhampailla oli selvästi parempi todennäköisyys parantua alaetuhampaisiin verrattuna (OR 8,3,  $p=0,03$ ). Alhainen taskusyvyys ( $\leq 3$ mm) oli myös selvä positiivinen ennustetekijä paranemiselle (OR 3,8,  $p=0,05$ ).

Taskusyvyyden ohella myös bukkaalisen luun marginaalireunan ja leesion etäisyydellä on merkitystä hoitotuloksiin (Song M ym, 2013). Tutkimuksessa havaittiin paranemisen olevan selvästi heikentynyt, mikäli marginaalisen luurajan ja leesion etäisyys on alle 3 mm (yli 3 mm 95,3%, alle 3 mm 68,8%,  $p < 0,001$ ). Marginaalisen luun menetys taas ei tulosten perusteella vaikuttanut lopputulokseen.

## **Materiaalivalinta**

Materiaalivalinta on yksi tärkeä tekijä juurenkärjen resektion onnistumisessa. Leikkauksen ennuste on selvästi parempi, mikäli operaation jälkeen suoritetaan retrogradisen juurentäytön valmistaminen pelkän apikaaliosan ja perinteisen täytön siloitukseen sijaan (Kruse ym 2016). Pelkän apikaalialueen siistimisen sijaan tehdyllä MTA-täytteellä saatiin hoitotulokset erityisesti kuuden vuoden seurannassa, jossa retrogradiset MTA-täytteet olivat onnistuneet paremmin kuin pelkkä siloittelu (MTA 86%, siloittelu 55%,  $P=0,04$ ). Lyhyemmällä aikavälillä siloittelulla saatiin lähes yhtä hyvät tulokset (MTA 90%, siloittelu 80%).

MTA:n on havaittu erinomainen materiaalivalinta hoitotulosten kannalta (Tsesis ym, 2013). Yhdistelmämuovilla ei päästä yhtä hyviin tuloksiin kuin MTA:sta valmistetulla retrogradisella täytteellä (von Arx ym 2014). Tutkimuksessa vertailtiin viiden vuoden seurannalla saatuja tuloksia MTA-täytteellä (ProRoot®, Dentsply) sekä resiinipohjaisella yhdistelmämuovitäytteellä (Retroplast®, Retroplast Trading). Tutkimukseen valittiin hampaita, joissa ei ollut bukko-palatinaalisesti alveoliluun korteksia perforoivia leesioita, marginaaliseen luurajaan ulottuvia leesioita tai juuriperforaatioita. Viiden vuoden seurannassa havaittiin hoitotuloksissa selvä ero MTA:n eduksi (MTA 92,5%, yhdistelmämuovi 76,6,  $P=0,0003$ ). Viiden vuoden seurannassa havaittiin röntgenkuvissa selvästi enemmän röntgenologisesti ”täydelliseksi” luokiteltua parantumista MTA:lla (88,1% MTA, 70,8 yhdistelmämuovilla,  $p=0,0005$ ). Yhdistelmämuovitäytteet luokiteltiin myös useammin ”epävarmasti parantuneiksi” (5,2% MTA, 12,4% yhdistelmämuovi). Lisäksi vuoden seurannan jälkeen epätäydellisesti parantuneissa hampaissa havaittiin enemmän parantumista viiden vuoden seurannassa MTA:lla, kuin yhdistelmämuovilla (MTA 53,8%, yhdistelmämuovi 24,1%,  $P=0,08$ ), joskin tulokset eivät yltäneet tilastolliseen merkittävyyteen.



Kohlin ryhmän tutkimussarjan kolmannessa osassa tarkasteltiin resiini- ja kalsiumsilikaattipohjaisten (SuperEBA©, IRM©, MTA) materiaalien eroja retrogradisen täytteen materiaalivalintana. Tässä metakatsauksessa vahvistettiin jo aiemmin havaittua resiniinipohjaisten materiaalien heikompaa ennustetta (Kohli MR ym, 2018). Kalsiumsilikaattipohjaisten materiaaleja käyttäessä hoitotulokset olivat selvästi paremmat (hoidon onnistuminen 94,42 kalsiumsilikaattipohjaisilla, 82,20% resiniinipohjaisilla,  $p < 0,0005$ ).

GTR-tekniikassa itsestään resorboituvalle kalvolla saavutetaan parempia tuloksia verrattuna resorboitumattomaan kalvoon ( $p=0,02$ ) tai pelkkään luusiirteeseen ( $p < 0,001$ ). Pelkän luusiirteen ( $p=0,006$ ) tai resorboitumattoman kalvon ( $p=0,007$ ) käytöllä saatiin parempia paranemistuloksia kontroleihin verrattuna. Kalvon käytölle saatiin selvemmat erot kontroleihin nähden erityisesti suurissa ja luun läpi kulkevissa leesioissa. Neliseinämisissä leesioissa kalvon käytöllä ei saatu tilastollisesti merkittäviä hyötyjä.

## **Leikkaustekniikka**

Modernilla piezovärähtelijää hyödyntävällä leikkustekniikalla voidaan saavuttaa hieman parempia tuloksia perinteiseen osteotomiatekniikkaan nähden (Tortorici S ym, 2014). Tutkimuksessa vertailtiin täytemateriaalin ja leikkaustekniikan vaikutusta vuoden seurannalla, jonka jälkeen pelkän materiaalin vaikutusta seurattiin vielä viiden vuoden seurannassa. Tutkimuksessa muodostettiin kolme potilasryhmää: ryhmän 1 potilaille leikkaus tehtiin perinteisellä menetelmällä (resektio 45 asteen kulmassa, perinteiset porat, amalgaamitäyte), ryhmän 2 potilaille leikkaus tehtiin modernilla tekniikalla (resektio 90 asteen kulmassa, retrogradisen kaviteetin muotoilu ultraäänilaitteella, MTA-täyte ja käytössä mikroskooppi) käyttäen osteotomiaan pyörivää ruusuporaa keittosuolajähdytyksellä ja ryhmän 3 potilaille leikkaus tehtiin modernilla tekniikalla osteotomiaan käytettiin piezovärähtelijää. Vuoden seurannassa ryhmien välille saatiin tilastollisesti merkittävät erot ( $P < 0,0001$ ). Ryhmässä 2 (poraosteotomia) parantuneiden ja osin parantuneiden osuus oli 71% ja 19%, kun taas ryhmässä 3 (piezovärähtelijällä toteutettu osteotomia) osuudet olivat 73% ja 21%. Vastaavasti epävarman ja huonon paranemisen osuudet ryhmässä 2 olivat 7% ja 3% ja ryhmässä 3 ne olivat 5% ja 1%.

Endodonttiseen käyttöön suunnitellulla mikroskoopilla voidaan saada parempia tuloksia verrattuna leikkaukseen, joka tehdään luupeilla tai ilman mikroskooppia (Setzer F C, 2011). Tutkimuksessa analysoitiin sata tutkimuksista eri tietokannoista ja useista endodontian alan lehdistä. Koko data huomioon ottaen perineinen ilman mikroskooppia tehty leikkaus onnistui 88% tapauksista (95% luottamusväli, 0.8455–0.9164), kun taas endodontista mikroskooppia käytettäessä onnistui 95% leikkauksista (95% luottamusväli, 0.8889–0.9816),  $p < 0,0005$ . Seitsemässä tutkimuksessa otettiin kantaa operoituun hammastyyppiin. Näiden tutkimusten kootusta datasta tilastollisesti merkittävä ero leikkauksen onnistumisessa saatiin molaarien kohdalla,  $p = 0,011$ ).

Toisessa hammaslääkärin käyttämää optiikkaa tarkastelevassa tutkimuksessa havaittiin endoskoopin ja mikroskoopin käytöllä selkeä ero pelkkiin luuppeihin verrattaessa (Tsesis ym, 2013). Vuoden seurannassa luupien avustuksella tehdyissä leikkauksissa havaittiin selvästi enemmän huonoja hoitovasteita (9,2%) verrattuna endoskooppiin (5,4%) ja mikroskooppiin (4,2%). Tulokset olivat tilastollisesti merkittäviä verrattaessa luuppeja endoskoopilla ( $p = 0,010$ ) tai mikroskoopilla ( $p = 0,005$ ) toteutettuihin leikkauksiin. Endoskoopin ja mikroskoopin välillä ei havaittu tilastollisesti merkittävää eroa.

## **POHDINTAA**

Hampaan juuren kärjen resektio -leikkauksen kustannustehokkuus on tulevaisuudessa tärkeä tarkastelun kohde. Oikeilla indikaatioilla leikkaus on ennusteeltaan erinomainen. Kuitenkin esimerkiksi suurempien kystaleesioiden tapauksissa, alveolaarisen luun menetys voi olla niin suurta, että paraneminen heikkenee sekä alveoliharjanteen leveyttä menetetään merkittävästi. Tällaisissa tilanteissa alveoliluun bukkaalisen luun korteksista osuutta menetetään reilusti, jolloin leikkausalueen paraneminen voi johtaa sidekudosmuodostukseen. Tällöin esimerkiksi implanttihoito on vaativampaa ja voi vaatia luusiirteen. Piezovärähtelijät mahdollistavat leikkaustekniikan, jossa osteotomian vaiheessa leikkattavalta alueelta irroitetaan ehjää korteksia, joka voidaan haavansulun yhteydessä asetella takaisin leesioon suojaksi ienlähän alle (Hirsch V ym, 2016). Tällöin bukkaalinen luunmenetys voidaan saada minimoitua verrattuna perinteiseen osteotomiaan.

Tulevaisuudessa hammasta ja sen periapikaalitalaa tutkiessa voidaan käyttää myös ydinmagneettinen resonanssi -kuvaustekniikkaa (nuclear magnetic resonance, NMR) (Di Nadro ym. 2018). Kyseisessä kuvaustekniikassa käytetään hyväksi voimakasta magneettikenttää, jonka vaikutuksia saadaan mitattua kohteen vesimolekyyliipitoisuuden perusteella. Tekniikka mahdollistaa erityisesti pehmytkudosten kuvantamisen niiden suuremman vesipitoisuuden vuoksi, sekä niiden erottelemisen kudostyyppin mukaan. Kuvausmenetelmällä saadaan tarkkoja kuvia myös kariesleesioista ja fraktuuroista käyttämättä ionisoivaa säteilyä. Endodontiseen käyttöön tekniikka vaikuttaa erittäin lupaavalta, sillä sen avulla voidaan erottaa kiinteämpiä periapikaalisia muutoksia todellisista kystaleesioista sekä vitaali hammas devitaalista. Kuvausmenetelmällä voidaan havaita periapikaalisia muutoksia jo ennen kuin ne olisivat nähtävissä perinteisillä radiologisilla tutkimuksilla. Erityisesti epäonnistuneiden juurihoitojen diagnostiikassa voidaan saada selvää etua perinteisiin kuvausmenetelmiin nähden, sillä pehmytkudoksia kuvaava kuvausmenetelmä voi havaita juurihoidon jälkeen hampaaseen jäänyttä pehmytkudosmateriaalia. NMR-tekniikan huomattavimpia rajoitteita ovat erityisesti kuvausartefaktat, joita aiheuttaa erityisesti amalgaami-, kulta- ja nikkelititaanitäytteet. Guttaperkka, lasi-ionomeerisementit, zirkoniumdioksidit sekä jotkut yhdistelmämuovit kuvautuvat hyvin. Tätä kuvaustekniikkaa hammaskohtaisesti hyödyntäviä laitteita on kehitteillä, mutta ei vielä kliinisessä käytössä.

## LÄHDELUETTELO

Andersson L, Kahnberg K-E & Anthony Pogrel M A. Oral and Maxillofacial Surgery 09 December, 2011, 293-312

Di Nardo D, Gambarini G, Capuani S & Testarelli L (2018). Nuclear Magnetic Resonance Imaging in Endodontics: A Review. Journal of Endodontics Volume 44, Issue 4, April 2018, 536-542

Hirsch V, Kohli MR & Kim S (2016). Apicoectomy of maxillary anterior teeth through a piezoelectric bony-window osteotomy: two case reports introducing a new technique to preserve cortical bone. Restorative dentistry and Endodontics 2016 Nov;41 (4):310-315

Kruse C, Spin-Neto R, Christiansen R, Wenzel A & Kirkevang L-L. Periapical Bone Healing after Apicectomy with and without Retrograde Root Filling with Mineral Trioxide Aggregate: A 6-year Follow-up of a Randomized Controlled Trial. Journal of Endodontics Volume 42, Issue 4, April 2016, 533-537

Kohli MR, Berenji H, Setzer FC, Lee SM & Karabucak B. Outcome of Endodontic Surgery: A Meta-analysis of the Literature-Part 3: Comparison of Endodontic Microsurgical Techniques with 2 Different Root-end Filling Materials. Journal of Endodontics Volume 44, Issue 6, June 2018, 923-931

Laskin D M & Lam D. Oral and Maxillofacial Surgery Review. Hanover Park, IL: International Quintessence Publishing Group. 2015.

Lui J-N, Khin, M-M & Krishnaswamy G. Prognostic Factors Relating to the Outcome of Endodontic Microsurgery. Journal of Endodontics Volume 40, Issue 8, August 2014, 1071-1076

Mente J, Leo M, Michel A, Gehrig H, Saure D & Pfefferle T. Outcome of orthograde retreatment after failed apicoectomy: use of a mineral trioxide aggregate apical plug. Journal of Endodontics Volume 41, Issue 5, May 2015, 613-620

Pinsky HM, Champlébox G & Sarment DP. Periapical surgery using CAD/CAM guidance: preclinical results. Journal of Endodontics Volume 33, Issue 2, February 2007, 148-151

Setzer F C, Kohli M R, Shah S B, Karabucak B & Kim S. Outcome of Endodontic Surgery: A Meta-analysis of the Literature—Part 2: Comparison of Endodontic Microsurgical Techniques with and without the Use of Higher Magnification Journal of Endodontics Volume 38, Issue 1, January 2012, 1-10

Song M, Kim S G, Shim S-J, Kim H-C & Kim E. The Influence of Bone Tissue Deficiency on the Outcome of Endodontic Microsurgery: A Prospective Study. Journal of Endodontics Volume 39, Issue 11, November 2013, 1341-1345

Suuronen R, Lindqvist C, Kontio R, Autti H & Rihtiniemi J. Juurenpään resektio (EBA40, EBA45), Therapia Odontologica 17.1.2017 Terveysportti. Luettu 27.4.2018

Taschieri S, Del Fabbro M, Francetti L, Perondi I & Corbella S. Does the Papilla Preservation Flap Technique Induce Soft Tissue Modifications over Time in Endodontic Surgery Procedures? *Journal of Endodontics* Volume 42, Issue 8, August 2016, 1191-1195

Tortorici S, Difalco P, Caradonna L & Tetè S. Traditional Endodontic Surgery Versus Modern Technique: A 5-Year Controlled Clinical Trial *Journal of Craniofacial Surgery*. Volume 25 Issue 3, May 2014, 804–807

Tsesis I, Rosen E, Tamse A, Taschieri S & Del Fabbro M. Effect of guided tissue regeneration on the outcome of surgical endodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics* Volume 37, Issue 8, August 2011, 1039-1045

Tsesis I, Rosen E, Taschieri S, Strauss Y T, Ceresoli V & Del Fabbro M. Outcomes of Surgical Endodontic Treatment Performed by a Modern Technique: An Updated Meta-analysis of the Literature. *Journal of Endodontics* Volume 39, Issue 3, March 2013, 332-339

Velvart P & Peters C I. Soft Tissue Management in Endodontic Surgery, *Journal of Endodontics* Volume 31, Issue 1, January 2005, 4-16

von Arx T, ALSaeed M % Salvi GE. Five-year Changes in Periodontal Parameters after Apical Surgery. *Journal of Endodontics* Volume 37, Issue 7, July 2011, 910-918

von Arx T, Hänni S & Storgård Jensen S. 5-year Results Comparing Mineral Trioxide Aggregate and Adhesive Resin Composite for Root-end Sealing in Apical Surgery. *Journal of Endodontics* Volume 40, Issue 8, August 2014, 1077-1081