

RETENTIO ORTODONTIASSA

Lasse Vartiainen

Syventävien opintojen opinnäytetyö

Itä-Suomen yliopisto

Terveystieteiden tiedekunta

Hammaslääketieteen yksikkö

Kesäkuu 2020

Ohjaajat: Tiina Ikävalko (EHL, HLT), Minna Kämäräinen (EHL)

ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO

Terveystieteiden tiedekunta

Hammaslääketieteen yksikkö

VARTIAINEN, LASSE M. Retentio ortodontiassa

Syventävä opinnäytetyö, 36 sivua

Ohjaajat: EHL, HLT Tiina Ikävalko, EHL Minna Kämäräinen

Kesäkuu 2020

Asiasanat: oikomishoito, retentio, hammaslääketiede

Retentio on tärkeä osa oikomishoitoa, koska sillä pyritään estämään oikomishoidon aktiivisen vaiheen aikana saavutetun purennan ja hampaiden tilan relapsoituminen. Retentio on pitkäaikainen vaihe oikomishoitoa ja hammaslääkärin tulee varmistaa potilaan sitoutuminen hoitoon.

Jotta oikomishoitoa toteuttava hammaslääkäri pystyy suunnittelemaan oikomishoitoon kuuluvan retentiovaiheen, tulee hänen ymmärtää relapsin syntymekanismit ja hoidettavan potilaan relapsoitumisriski. Tärkein retentiotavan valintaan vaikuttava tekijä on potilaan alkuperäinen purentavirhe.

Alaleuassa suositaan yleensä kiinteitä retentiolankoja. Korkean relapsiriskin potilailla voidaan kiinteään retentiolankaan yhdistää irrotettava retentiokoje. Jos potilaan suuhygienin taso on puutteellinen, voidaan alaleuan retentioksi harkita pelkkää irrotettavaa kojetta.

Yläleuassa kiinteiden retentiolankojen ja irrotettavien kojeiden tehossa estää relapsia ei ole havaittu merkittävää eroa. Irrotettavia kojeita tulisi kuitenkin suosia, jos potilaan yläleuan hammaskaaren leveyttä on muutettu. Kiinteiden retentiolankojen kohdalla yläleuassa tulisi myös kiinnittää huomiota potilaan purentaan. Kiinteä retentiolanka saattaa irrota, jos potilaan purenta osuu retentiolankaan. Korkean relapsiriskin potilailla voidaan suosia yhdistelmäretentiota. Yhdistelmäretentiota voidaan myös harkita, mikäli potilaan purenta saattaisi irrottaa kiinteän retentiolangan.

Kiinteät retentiolangat pidetään yleensä koko eliniän ajan. Syitä irrottaa kiinteä retentiolanka voivat olla potilaan huono omahoito tai hoidon tarve hampaassa, johon lanka on kiinnitetty.

Irrotettavien kojeiden käyttöajoissa on kiinteiden retentiolankojen käyttöaikoihin verratessa paljon vaihtelua. Irrotettavaa kojetta suositellaan ensin käytettäväksi kokoaikaisesti ja 3-12 kuukauden kulluttua siirtyä osa-aikaiseen käyttöön. Yhteensä irrotettavaa kojetta tulisi käyttää vähintäänkin vuoden ajan. Sitä pidempiä aikoja harkitaan, mikäli retention kontrolleissa todetaan edelleen merkittävä riski relapsille.

Retentiota tulisi kontrolloida säännöllisesti. Ensimmäinen kontrolli on suositeltavaa olla kolmen kuukauden sisällä retention aloittamisesta ja ensimmäisen vuoden aikana kontrolleja tulisi olla 2-4. Kontrolleissa tulisi arvioida kojeen kunto, tapahtunut relapsi ja riski relapsin lisääntymiselle. Kontrollivälejä voi tarvittaessa tihentää. Tulevina vuosina suun perustutkimusten yhteydessä tulisi arvioida potilaan retentiolangan kiinnitys, sen vaikutus omahoitoon sekä retentiokojeen kunto.

UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND

Faculty of Health Sciences

School of Medicine

Dentistry

VARTIAINEN LASSE M.: Retention in orthodontics

Thesis, 36 pages

Tutors: Ikävalko Tiina, DDS, Ph.D., Kämäräinen Minna, DDS

June 2020

Keywords: orthodontics, retention, dentistry

Retention is an important part of orthodontic treatment because it prevents the achieved occlusion to relapse to its former position. Retention is a long process and the dentist should ensure patient's cooperation and commitment to this process before treatment.

The original malocclusion should be taken account when planning patient's retention and evaluating patients' risk on relapse. The most important factor in choosing the retention is the original malocclusion.

Fixed retention is usually preferred in the mandible. Removable retainer may be combined to it with patients with a high risk for relapse. Using only a removable retainer in the mandible can be considered with patients who have poor oral hygiene.

There is no clear evidence which procedure prevents more effectively relapse in maxilla, removable or fixed retention. Removable retainers should be used if there has been changes in the upper arch width. Occlusion should be noted when using fixed retainer in the maxilla. The fixed retainer might debond if the patient's incisors are in contact with the retainer. Dual retention should be favored if patient has a high risk of relapse. Dual retention should also be considered if patient's occlusion easily debonds the fixed retainer.

Fixed retainers are usually lifelong. Reasons to remove a fixed retainer are poor oral hygiene or need for dental treatment in the retained teeth.

Removable retainers should be used at least for a year. Longer period should be considered if the risk for relapse is still noted during check-ups. There are lots of different guidelines for how often and how long removable retainers should be used. In general, it is recommended to use removable retainers full-time for the first 3-12 months and after that use them part-time.

Retention should be controlled regularly. The first check-up should be in the first three months. During the first year there should be 2-4 check-ups in total. In these check-ups the dentist should evaluate the condition of the retainer, the possible relapse and the risk for more relapse. During annual dental check-ups the bonding of the fixed retainer and its impact on oral hygiene should be evaluated. Also, the condition of the removable retainer should be checked.

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO.....	2
2	HAMPAIDEN SIIRTYMINEN	4
3	RELAPSI.....	6
3.1	Relapsin syyt.....	6
3.1.1	Parodontaaliset ja gingivaaliset syyt	6
3.1.2	Okklusaaliset syyt	7
3.1.3	Pehmytkudoksista johtuva relapsi.....	7
3.1.4	Fysiologisista muutoksista johtuva relapsi	8
3.1.5	Muut relapsia aiheuttavat tekijät	9
3.2	Relapsin histologia	9
4	RETENTIOTAVAT	11
4.1	Kiinteät retentiolangat	12
4.1.1	Kiinteän retentiolangan rakenne	12
4.2	Irrotettavat retentiokojeet.....	13
4.2.1	Retentiolevyt.....	13
4.2.2	Retentiokalvot.....	15
4.3	Retentiotapojen vertailua	15
4.4	Retentiotavan valinta	16
4.4.1	Relapsiriskin arviointi	17
4.4.2	Yläleuan retentiotapoja.....	17
4.4.3	Alaleuan retentiotapoja.....	18
4.4.4	Retentiolangan materiaali, malli ja kiinnitys	18
5	RETENTION KESTO	20
6	RETENTION KOMPLIKAATIOT	25
6.1	Kiinteiden retentiokojeiden komplikaatiot	25
6.2	Irrotettavien retentiokojeiden komplikaatiot	27
7	POHDINTA	28
8	LÄHDELUETTELO	31

1 JOHDANTO

Ortodontia on hammaslääketieteen erikoisala, joka käsittelee kasvojen rakenteiden kasvua, hampaiston ja purennan kehittymistä sekä purentavirheiden diagnosointia, ennaltaehkäisyä ja hoitoa. Oikomishoito toteutetaan yleensä 9-12 vuoden iässä, mutta varhaishoitoa voidaan tehdä jopa 5-vuotiaasta alkaen, minkä lisäksi oikomishoitoa voidaan tehdä myös aikuisille (*Suomen Hammaslääkäriliitto, Oikomishoito, 2013*).

Purentavirheet voivat aiheuttaa toiminnallisia ongelmia, jotka hoitamattomana voivat aiheuttaa aikuisiällä ilmaantuvia TMD-oireita tai muita purentafunktion häiriöitä. Esteettiset ongelmat voivat lisätä ulkonäköön sekä sosiaaliin tilanteisiin liittyviä paineita. Purentavirheiden hoidolla on todettu olevan potilaalle myös merkittävä positiivinen sosiaalinen ja psykologinen vaikutus (*Suomen Hammaslääkäriliitto, oikomishoito, 2013; Meurman ym., 2018*).

Kasvuiässä oikomishoitoa toteutetaan kahdella eri tavalla – irrotettavilla ja kiinteillä kojeilla. Kojoiden avulla voidaan muokata leukojen suhdetta toisiinsa ja siirtää pysyvien hampaiden asentoa. Irrotettavat kojeet koostuvat yleensä akryylista sekä metallilangoista taivutetuista pinteistä. Irtokojeiden tarkoituksena on usein auttaa leuan kasvua suotuisaan suuntaan. Toteutettavan hoitotavan mukaan irtokojia voidaan pitää jatkuvasti tai ainoastaan öisin. Kiinteät kojeet koostuvat hampaiden labiaaliselle/bukkaaliselle tai linguaaliselle/palatinaaliselle pinnalle kiinnitettävistä kiinnikkeistä, kaarilangasta sekä nämä kaksi yhdistävistä kumilenkeistä tai jousista (Mitchell ym., 2013; *Suomen Hammaslääkäriliitto, Oikomishoito, 2013*).

Kiinteillä kojeilla hoidon aktiivinen vaihe kestää yleensä noin kaksi vuotta (Meurman ym., 2018). Kun hammas on saatu siirrettyä haluttuun sijaintiin ja asentoon, kestää kiinnityskudoksilla jonkin aikaa muokkautua hampaan ympärillä. Tämän uudelleenmuokkautumisen aikana hammas yleensä pyrkii siirtymään takaisin alkuperäiselle paikallensa, jolloin puhutaan relapsista. Relapsilla tarkoitetaan yleensä hampaan palautumista kohti alkuperäistä asentoa, mutta sillä voidaan tarkoittaa myös siirtymistä erilaiseen asentoon tai sijaintiin verrattuna oikomishoidolla saavutettuun tilaan. Tällaista siirtymistä tapahtuu esimerkiksi ihmisen ikääntyessä ja hänen leukansa koon muuttuessa (Littlewood ym., 2017). Relapsia tapahtuu jossain määrin lähes aina oikomishoidon jälkeen (Dyer ym., 2012; Andriekute ym., 2017).

Retentiolla tarkoitetaan oikomishoidon viimeistä vaihetta, jolloin pyritään pitämään hampaat samassa asennossa ja sijainnissa mihin ne on aktiivisen vaiheen aikana siirretty, eli pyritään estämään relapsin tapahtumista. Tämän takia retentio on lähes aina välttämätön vaihe ortodonttisessa hoidossa. Retentiovaihe voi olla joskus jopa elinikäinen, minkä takia sen kestosta on tärkeää kertoa potilaalle hoidon alussa (Johnston ja Littlewood, 2015).

Retentio voidaan toteuttaa irrotettavilla retentiokojeilla, jotka potilas saa helposti itse poistettua, tai kiinteillä retentiolangoilla, jotka ovat yleensä kiinnitetty hampaiden palatinaaliselle/linguaaliselle pinnalle. Irrotettavilla retentiokojeilla toteutettavan retention kestolle ei ole yksiselitteistä linjausta, koska retention kesto riippuu merkittävästi hoidettavasta purentavirheestä. Retention kesto sekä kontrollivälit tulee suunnitella potilaskohtaisesti. Kiinteiden retentiokojeiden pidon kestosta sekä kontrolliväleistä on yhtenäisempi linja eri tutkimusten välillä, kun taas irrotettavien retentiokojeiden kohdalla on huomattavissa useita erilaisia toimintamalleja. Koska irrotettavien retentiokojeiden käyttäjälle ei ole selkeää linjausta, on retentiota kontrolloitava yksilöllisellä aikavälillä. Kiinteät retentiolangat ovat yleensä pitkäaikaisempi tai jopa elinikäinen vaihtoehto retention toteutukseen ja niiden yhteydessä ei vaadita potilaalta yhtä paljon yhteistyökykyä kuin irrotettavien retentiokojeiden kanssa. Lisäksi kiinteiden retentiolankojen on todettu estävän relapsia tehokkaammin lisääntyneen relapsiriskin potilailla (Andriekute ym., 2017).

2 HAMPAIDEN SIIRTYMINEN

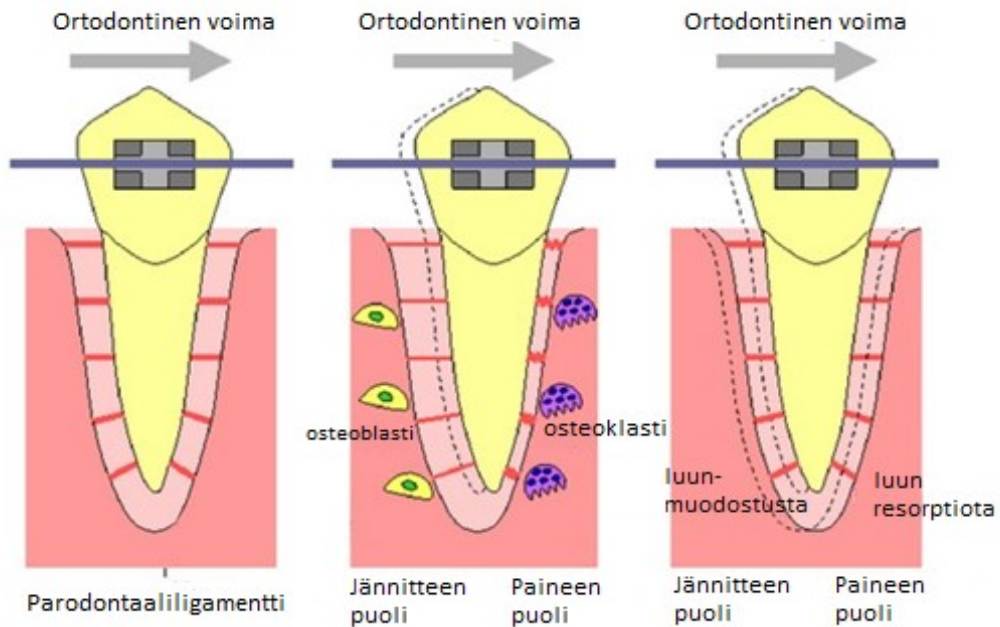
Kun hampaaseen kohdistetaan ortodonttinen voima, hammas siirtyy voiman suuntaan. Siirtymisen aikana havaitaan hammasta ympäröivän luun resorptiota ja appositiota. Tarkkoja biologisia mekanismeja hampaan siirtymisen taustalla ei tunneta tarkkaan, mutta seuraavat kolme teoriaa on esitetty: paine-jännitysteoria, pietsosähköinen teoria, ja luuntaipumisteoria (Asiry, 2018).

Paine-jännitysteorian mukaan hammas liikkuu parodontaaltilassa muodostaen hampaan siirtymän puolelle painepuolen ja vastakkaiselle puolelle jännityspuolen (kuva 1). Painepuolella parodontaaliligamentin verenkierto ja hapensaanti vähenevät ja jännityspuolella verenkierto ja hapensaanti lisääntyvät (Asiry, 2018). Molemmilla puolilla havaitaan viestimolekyylien vapautumista, minkä takia painepuolella osteoklastien toiminta lisääntyy ja luussa havaitaan resorptiota. Jännityspuolella viestimolekyylien vapautuminen saa aikaan osteoblastien aktivoitumista ja luun appositiota (Mitchell *ym.*, 2013; Li *ym.*, 2018). Luun resorpoituessa hammas pääsee liikkumaan pidemmälle kohti suunniteltua sijaintia, ja samalla vapautuneeseen tilaan muodostuu uutta luuta. Lasse siirrä kuva 1 tähän väliin.

Pietsosähköisen teoriaan mukaan leukaluuhun kohdistuvan voiman ansiosta luun sisältämät kristallirakenteet taipuvat. Tämä aiheuttaa pietsosähköisen ilmiön, jolle on ominaista sen nopea heikentymisnopeus sekä vastakkaiseen suuntaan kulkeutuva signaali voiman poistuksessa. Ilmiön oletetaan johtuvan elektronien vaeltamisesta kristallirakenteen sisällä, mikä havaitaan sähkövirtana (Proffit *ym.*, 2013). Elektronit vaeltavat ionien reagoiessa toisiinsa, jolloin ne tuottavat sähköisiä signaaleja ja lämpötilanmuutoksia. Nämä sähköiset signaalit aiheuttavat muutoksia solumetaboliassa, mikä johtaa solujen eriytymiseen (Asiry, 2018). Tämä teoria ei kuitenkaan selitä hampaiden siirtymistä tasaisen voiman vaikutuksesta, koska havaittava sähkövirta heikkenee nopeasti eikä sitä havaita uudestaan ennen voiman loppumista. Siitä huolimatta teorian mukaan sähkövirralla selitettäviä ilmiöitä, eli hampaan siirtymistä, havaitaan sähkövirran puuttuessakin (Proffit *ym.*, 2013).

Luuntaipumisteoria on ensimmäisen kerran esitetty 1800-luvun loppupuolella. Sen mukaan kohdistettaessa hampaisiin ortodonttisia voimia, välittyvät nämä voimat myös ympäröiviin kudoksiin. Koska luukudos on muita kudoksia elastisempaa, se taipuu helpommin, jolloin

hampaiden siirtyminen kiihtyy (Asiry, 2018). Tätä teoriaa kuitenkin tuetaan hyvin vähän, eikä sitä mainita monissa viime vuosina ilmestyneissä tutkimuksissa hampaan siirtymisestä.



KUVA 1. Paine-jännitysteorian malli (mukailtu, Kitaura ym., 2014)

3 RELAPSI

Oikomishoidon jälkeen tapahtuvaa hampaan siirtymistä epätoivottuun asentoon tai sijaintiin kutsutaan relapsiksi (Dyer ym., 2012; Mitchell ym., 2013; Littlewood ym., 2017). Relapsin ja sen etiologisten syiden ymmärtäminen on retention kannalta tärkeää, koska retentiolla pyritään estämään relapsin tapahtumista.

Oikomishoidon jälkeinen relapsoituminen on jossain määrin arvaamatonta ja hyvin yksilöllistä. Relapsia käsittelevissä tutkimuksissa on tutkittu aktiivisen oikomishoidon jälkeen tapahtuvia muutoksia korkeintaan kaksi vuosikymmentä aktiivisen oikomishoidon päätyttyä (Zinad ym., 2016). Tähän mennessä ei ole kuitenkaan pystytty muodostumaan yksimielistä mielipidettä relapsiin vaikuttavista syy-seuraussuhteista. Tieteellisen tutkimuksen rajoittuneisuudesta huolimatta on yleisesti todettu relapsia tapahtuvan lähes jokaisen hoidon jälkeen, joten relapsin estämisestä retention avulla on tullut yleinen käytäntö (Dyer ym., 2012; Littlewood ym., 2017; Padmos ym., 2018). Relapsia voidaan havaita jopa vuosia kestäneen retentiovaiheen loputtua, minkä takia elinikäinen retentio on joissain tapauksissa suositeltavaa. Elinikäistä retentiota tulee erityisesti harkita, jos saavutettu hoitotulos halutaan pitää mahdollisimman samanlaisena kuin se on ollut aktiivisen vaiheen lopussa (Steinnes ym., 2017; Padmos ym., 2018).

3.1 Relapsin syyt

Relapsilla ei ole yksittäistä etiologista tekijää, vaan sen epäillään tapahtuvan monen tekijän summana. Relapsiin vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi parodontaaliset ja gingivaaliset syyt, okklusaaliset syyt ja pehmytkudokset. Relapsia voi tapahtua myös fysiologisista syistä, kuten kasvusta (Littlewood ym., 2017). Retention epäonnistumiseen vaikuttavat myös hoitoon liittyvät ongelmat sekä potilaan yhteistyökyvyn puute (Dyer ym., 2012).

3.1.1 Parodontaaliset ja gingivaaliset syyt

Oikomishoidon aktiivisen vaiheen päätyttyä uusien parodontaalisten säikeiden muodostuminen ja jo olemassa olevien säikeiden muokkautuminen uuteen asemaansa vie 7-8 kuukautta, minkä takia usein suositellaan vähintään 12 kuukauden retentiovaihetta (Johnston ym., 2008; Littlewood ym., 2017). Reitan (1967) on esittänyt aiemmin parodontaaliligamenttien olevan merkittävässä roolissa relapsin syntymiseen. Tämän yleisesti hyväksytyn

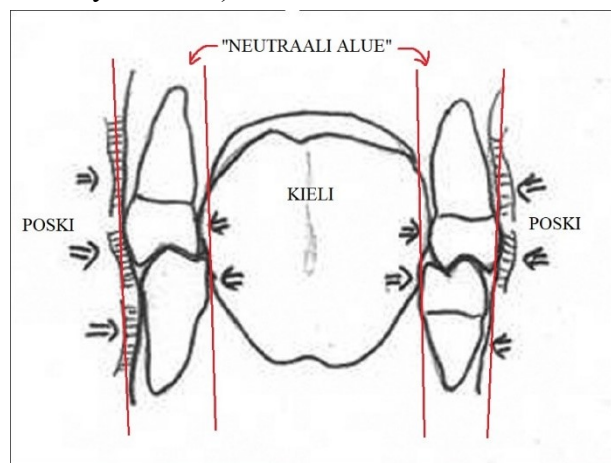
teorian mukaan parodontaaliligamenttien jännittyneisyys aiheuttaa relapsin. Relapsia voidaan silti havaita, vaikka kyseiset ligamentit eivät olisikaan jännittyneessä tilassa. Tämä tukee nykyistä ymmärrystä, että relapsi on monitekijäinen prosessi (Franzen ym., 2013).

3.1.2 Okklusaaliset syyt

Purentavoimat vahvistavat retentiota, mikäli purenta saadaan hoidon aktiivisen vaiheen aikana stabiiliksi (Lyotard ym., 2010). Mikäli hampaistossa on hoidon lopuksi tasaisesti purentakontakteja ja kuspidaatio sekä transversaalisuhteet ovat täsmälliset, voidaan havaita vähemmän relapsia (Dyer ym., 2012; Littlewood ym., 2017). Toisaalta, purentakontaktien epätasapainoisuus ja väärin suuntautuvat purentavoimat voivat osaltaan vaikuttaa relapsia lisäävästi (Littlewood ym., 2017). Purenta voi aiheuttaa relapsia myös sekundaarisesti, jos purentavoimat muokkaavat retentiokojetta muuttaen sen aktiiviseksi oikomiskojeeksi (Padmos ym., 2018).

3.1.3 Pehmytkudoksista johtuva relapsi

Pehmytkudokset, eli huulet, posket ja kieli, aiheuttavat jatkuvan sivuttaissuuntaisen voiman hampaisiin. Kieli aiheuttaa hampaisiin ulospäin työntävän voiman linguaaliselta puolelta ja posket työntävät hampaita bukkaliselta puolelta sisään päin. Aluetta, jossa voimat ovat tasapainossa, kutsutaan ”neutraaliksi alueeksi” (kuva 2). Mikäli hampaat ovat oikomishoidon seurauksena tämän alueen ulkopuolella, pehmytkudoksista johtuvat voimat pyrkivät siirtämään hampaita (Littlewood ym., 2017).



KUVA 2. Neutraali alue (mukailtu, Mohan ja Sihivahanan, 2012)

Alakulmahampaiden etäisyyden muokkaamisen jälkeen hampaat ovat herkempiä relapsoitumaan pehmytkudosten vaikutuksesta (Littlewood ym., 2017; El Helou ym., 2019). Ylähuulen aiheuttama paine voi toisaalta myös estää yläinkisiivien protrusiivisen relapsin (El Helou ym., 2019).

3.1.4 Fysiologisista muutoksista johtuva relapsi

Fysiologiset muutokset tarkoittavat leukojen kasvun myötä tapahtuvia muutoksia, kuten esimerkiksi hammaskaaren leveyden muutosta tai leukojen välisen suhteen muuttumista. Leukojen koon muuttuessa myös pehmytkudosten aiheuttama paine muuttuu, mikä voi aiheuttaa neutraalin alueen siirtymistä (Littlewood ym., 2017).

Hammaskaaren leveyden muutosta on tutkittu mittaamalla kulmahampaiden välistä etäisyyttä ja molaarien välistä etäisyyttä. Sekä kulmahampaiden, että molaarien välisen etäisyyden on todettu kasvavan, kunnes kaikki hampaat ovat puhjenneet. Sen jälkeen näissä etäisyyksissä havaitaan pienentymistä. Eli toisin sanoen hammaskaaren voidaan havaita kaventuvan kaikkien hampaiden puhjettua. Kaventuminen on nopeampaa hammaskaaren etuosassa ja koko hampaiston kaventumista on havaittavissa useiden vuosikymmenien ajan. Hampaistossa tämä kaventuminen nähdään etualueen ahtautumisena (Littlewood ym., 2017).

Potilaan leukojen kasvutapa tulisi ottaa huomioon sekä hoidon aikana, mutta myös retention suunnittelussa. Huomionarvoisia kasvutyyppisiä, jotka vaativat tarkempaa kontrollia, ovat kasvokorkeuden ääripäät (erittäin matala tai korkea kasvokorkeus), syväpurenta, etualueen avopurenta sekä Angle III-luokan purentavirheet (Littlewood ym., 2017).

Zinad ryhmineen (2016) tutki hampaiston muutoksia eri ikäryhmillä. Tutkimusryhmät oli jaettu tutkittaviin, joille oli tehty oikomishoitoa ja tutkittaviin, jotka eivät olleet olleet oikomishoidossa. Ilman oikomishoitoa olleen ryhmän miehillä todettiin merkittävästi enemmän muutoksia hampaistossa nopean kasvun vaiheessa (12-22-vuotiailla), kun taas naisilla hampaiston muutoksia havaittiin enemmän aikuisiällä (19-39-vuotiailla). Oikomishoidossa olleilla henkilöillä oli samanlaisia relapsin merkkejä 10 vuotta retention loputtua riippumatta sukupuolesta. 10 vuoden jälkeen miesten hampaiston muutokset vähentyivät ja naisilla havaittiin yhä hampaiston muuttumista 15 vuotta retention loputtua.

3.1.5 Muut relapsia aiheuttavat tekijät

Potilaiden puutteellinen yhteistyökyky retentiovaiheessa voi aiheuttaa relapsia (Dyer ym., 2012). Tällainen potilaasta johtuva relapsi voi olla seurausta retentiokojeen käyttämättä jättämisestä.

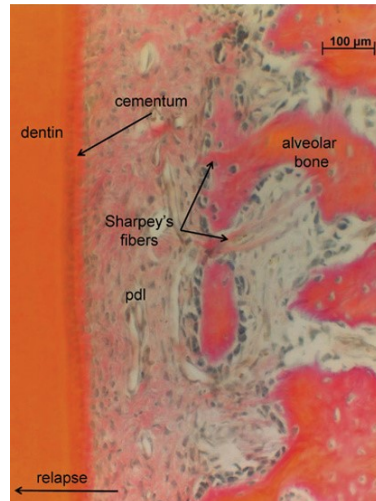
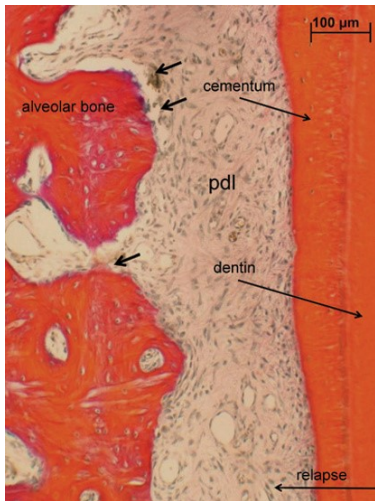
Hoitosuunnitelmaan liittyvät ongelmat, kuten puutteelliset diagnoosit ja puutteellinen hoito, voivat vaikuttaa potilaan hampaistossa relapsin syntymiseen (Dyer ym., 2012). Hoitosuunnitelmassa tulisi ottaa huomioon, mikäli potilaan hampaisto on epävakaassa tilassa oikomishoidon aktiivisen vaiheen päätyttyä. Retentio tulisi suunnitella ottaen huomioon potilaan relapsoitumisriski (Johnston ja Littlewood, 2015).

3.2 Relapsin histologia

Aktiivisen oikomishoidon aikana tapahtuvia biologisia muutoksia hampaassa ja sen ympäröivissä kudoksissa on tutkittu paljon, mutta sen jälkeen tapahtuvia relapsin aikaisia muutoksista on rajallisesti tietoa. Useita tutkimuksia relapsin kliinisesti havaittavista tapahtumista on olemassa, mutta niistä vain harvat kuvaavat tarkasti histologisia tapahtumia relapsin aikana. Ihmisistä peräisin olevia histologisia näytteitä relapsiin liittyen on rajallisesti saatavilla. Tämän takia histologiset näytteet, jotka tutkivat oikomishoidon jälkeistä relapsia, ovat pääasiassa eläinperäisiä.

Krishnan ja Davidovitch (2015) julkaisemattomassa tutkimuksessa tutkittiin hampaan relapsia koirilla. Tutkimuksessa todettiin, että se puoli hampaasta, joka on aktiivisen oikomishoidon aikaan jännitteen puoli, on relapsin aikaan paineen puoli ja vastaavasti aktiivisen oikomishoidon aikainen paineen puoli on jännitteen puoli. Tämä johtuu hampaan taipumuksesta liikkua takaisin alkuperäiseen sijaintiinsa. 18 päivää aktiivisen oikomishoidon päätyttyä havaittiin paineen puolella parodontaaliligamentin (PDL) normaalin rakenteen hävinneen (kuva 3). PDL muodostuu yleensä alveoliluuhun kiinnittyvästä tyypin I kollageenista. Sen sijaan PDL koostui tässä vaiheessa pääasiassa järjestäytymättömästä tyypin III-kollageenista.

Vastakkaisella jännitteen puolella havaittiin samanaikaisesti PDL:n muodostuvan osittain alveoliluuhun kiinnittyvästä tyypin I kollageenistä (kuva 4). Seuraavien viikkojen aikana kiinnittyneiden tyypin I kollageenisäikeiden määrä lisääntyi molemmilla puolilla (kuva 5). Nämä muutokset olivat hyvin samanlaisia mitä hampaistossa havaitaan myös aktiivisen oikomishoidon aikana vastaavilla jännitteen ja paineen puolella. Tutkimuksen johtopäätöksissä painotettiin, ettei tutkimustulosten pohjalta voi tehdä yleisiä johtopäätöksiä ja lisätutkimusta tarvitaan.



KUVA 3. Relapsin aikainen paineen puoli 18 päivää aktiivisen hoidon päätyttyä. (Krishnan ja Davidovitch 2015)

KUVA 4. Relapsin aikainen jännitteen puoli 18 päivää aktiivisen hoidon päätyttyä. (Krishnan ja Davidovitch 2015)

KUVA 5. Useita viikkoja oikomishoidon aktiivisen hoidon päätyttyä. (Krishnan ja Davidovitch 2015)

Järjestätymätön tyypin III kollageeni, joka ei ole kiinnittynyt hampaan pinnalle tai alveoliluuhun, ei anna samanlaista tukea hampaalle kuin kiinnittynyt tyypin I kollageeni. Sen lisäksi kiinnittyneiden säikeiden määrä on suoraan yhteydessä hampaan tukevaan kiinnittymiseen. PDL:n uudismuodostusta havaitaan kuitenkin suhteellisen nopeasti (1-2 kuukautta) verrattuna ajanjaksoon, jolloin relapsia voidaan vielä havaita, joka voi olla useita kuukausia aktiivisen oikomishoidon jälkeen. Tämän perusteella kollageenin muuttuminen tyypin III kollageenista tyypin I kollageeniin ei ole tärkeimpiä tekijöitä relapsin selittämisessä (Krishnan ja Davidovitch, 2015).

4 RETENTIOTAVAT

Oikomishoidon jälkeinen retentio voidaan toteuttaa erilaisin tavoin. Suoritetuista toimenpiteistä ja purentavirheestä riippuen potilaalle valmistetaan joko kiinteä tai irrotettava retentiokoje. Irrotettavia kojeita suositellaan käytettävän, jos hammaskaarien leveyttä on muutettu tai potilaalta on poistettu oikomishoidon aikana hampaita (Renkema ym., 2009; Vandevska-Radunovic ym., 2013; Lai ym., 2014). Sen lisäksi ne mahdollistavat paremman suuhygienian, koska potilas voi itse irrottaa kojeen ja puhdistaa hampaansa paremmin. Kiinteät retentiolangat sen sijaan tarjoavat pysyvemmän ja pidempiaikaisemman ratkaisun ja potilaan ei tarvitse itse erityisesti muistaa käyttää niitä (Dyer ym., 2012). Oikojan vastuulla on ottaa huomioon potilaan hampaiston relapsoitumisriski ja suunnitella retentio sen mukaan (Johnston ja Littlewood, 2015; Andriekute ym., 2017; Littlewood ym., 2017; Padmos ym., 2018). Oikomishoitoa toteuttavien hammaslääkärien mielestä merkittävin retentiotavan valintaan vaikuttava tekijä on alkuperäinen purentavirhe (Vandevska-Radunovic ym., 2013).

Joskus kiinteä retentio yhdistetään irrotettavaan retentiokojeeseen. Näin voi olla esimerkiksi silloin, kun alaeualueella on kiinteä retentiolanka ja yläkaarella retentiolevy. Joissain tapauksissa yläkaarelle voidaan laittaa myös retentiolanka retentiolevyn lisäksi. Yleensä yhdistelmäretentiota käytetään korkean riskin potilailla, koska sillä varmistetaan retention onnistuminen, jos toinen retentiotapa epäonnistuu (Johnston ja Littlewood, 2015; Wouters ym., 2019).

Norjassa tehdyn katsausartikkelin mukaan Norjassa ja Alankomaissa eniten käytetty yläleuan retentiotapa on kiinteän retention ja irrotettavan kojeen yhdistelmä, kun taas muissa tutkituissa maissa irrotettavat kojeet ovat yleisimmät. Alaleuassa yleisin retentiotapa on kiinteä retentio, vaikkakin Australiassa/Uudessa-Seelannissa, Yhdysvalloissa ja Yhdistyneessä Kuningaskunnassa useammat yhdistivät siihen myös irrotettavan kojeen (Vandevska-Radunovic ym., 2013).

4.1 Kiinteät retentiolangat

Kiinteät retentiolangat (kuva 6) ovat useimmiten hampaiston etualueelle yhdistelmämuovilla sidostettuja lankoja tai lankayhdistelmiä. Niiden etuna irrotettaviin retentiokojeeisiin verrattessa on muun muassa esteettisyys, helppokäyttöisyys ja sopivuus elinikäiseen käyttöön. Huonoina puolina ovat hyvän sidostamisen tarve kiinnittämisvaiheessa ja taipumus aiheuttaa parodontaaliongelmia (Kartal ja Kaya, 2019).



KUVA 6. Alahampaiden linguaalipuolelle kiinnitetty kiinteä retentiolanka. (Johnston ja Littlewood, 2015)

Jotta vältetään tulevilta suun terveyden ongelmilta, tulee retentiolangan asettamiseen kiinnittää tarkkaa huomiota. Virheellisesti asetettu retentiolanka kerää helposti plakkia ja hammaskiveä ja hankaloittaa puhdistamista. Erityisesti approksimaaliväleihin jääneet yhdistelmämuoviylimäärät keräävät helposti biofilmiä. Retention kontrollien ja suun perushoidon tutkimusten yhteydessä olisi hyvä tarkastaa aina retentiolangan kunto ja muovin kiinnittyminen kiilteeseen (Johnston ja Littlewood, 2015). Parodontiittipotilailla tulisi kiinteitä retentiolankoja välttää, koska ne voivat lisätä tulehdusta parodontaalikudoksissa (Vandevska-Radunovic ym., 2013; Andriekute ym., 2017; Kartal ja Kaya, 2019).

4.1.1 Kiinteän retentiolangan rakenne

Käytettävänä lankana voi olla yhtenäinen tai useammasta säikeestä yhteen punottu metallilanka, joka taivutetaan hammaskaaren muotoon (Johnston ja Littlewood, 2015). Lanka voi olla muodoltaan pyöreä, kulmikas tai litteä ja yleensä materialina käytetään ruostumatonta terästä, mutta myös muita metalleja ja metalliseoksia voidaan käyttää, esimerkiksi titaania (Padmos ym., 2018). Metallilanka voi olla kovetettua tai se voi olla pehmeää. Pehmeän metallin etuina valmistajien mukaan on sen helpompi muokattavuus ja sen kyky vähentää haitallisia hampaiden liikkeitä (Baysal ym., 2012).

Retentiolanka kiinnitetään hampaiden kiilteelle yhdistelmämuovilla. Käytettävissä yhdistelmämuovissa kannattaa suosia materiaalia, jossa on suuri filleripitoisuus, koska se kestää paremmin purennan kulutusta (Johnston ja Littlewood, 2015). Lanka voidaan kiinnittää pelkkiin kulmahampaisiin, pelkkiin inkisiiveihin tai sekä kulmahampaisiin että inkisiiveihin (Wouters ym., 2019).

Myös kuitulankoja voidaan käyttää retentiolankoina (kuva 7). Ne on koettu pienikokoisemmiksi ja esteettisemmiksi, mutta niiden pitkäaikaisennuste on heikompi kuin perinteisissä metallilangoissa, joten ne eivät ole yhtä laajassa käytössä (Kartal ja Kaya, 2019).



KUVA 7. Kuitulangasta valmistettu retentiolanka. (Kartal ja Kaya, 2019).

Viime vuosina myös CAD-CAM-tekniikalla valmistettuja retentiolankoja on alkanut ilmestymään markkinoille (Kartal ja Kaya, 2019). Vaikka kyseessä on suhteellisen uusi tapa tehdä retentiolankoja, ovat tutkimukset lupaavia. Yksilöllisesti valmistettuna ne sopivat potilaan hampaistoon tarkasti, interferenssien synty on epätodennäköisempää ja käytetty materiaali kestää hyvin korroosiota (Kravitz ym., 2017).

4.2 Irrotettavat retentiokojeet

Irrotettavat retentiokojeet voidaan jakaa retentiolevyihin ja retentiokalvoihin. Ne vaativat potilaalta enemmän yhteistyökykyä, mutta toisaalta hampaiden puhdistaminen on helpompaa, koska kojeen voi poistaa puhdistuksen ajaksi. Jos oikomishoidon aktiivisen vaiheen loppuksi on tarpeen saada vielä muutoksia hampaiden asentoon tai purentakontakteihin, ne on mahdollista saavuttaa irrotettavilla retentiokojeilla (Johnston ja Littlewood, 2015).

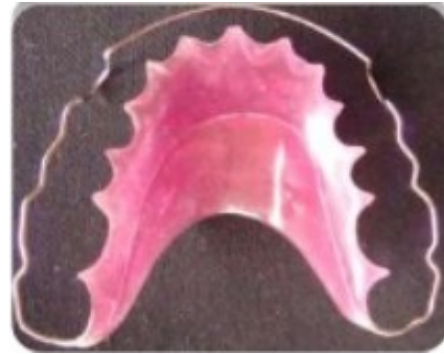
4.2.1 Retentiolevyt

Retentiolevyistä yleisimmin käytössä ovat Hawleyn ja Beggin kojeet. Retentiolevyt koostuvat suulaen akryyliosasta, johon kiinnittyy metalliset kiinnityspinteet ja/tai labiaalikaari.

Hawleyn kojeessa (kuva 8) labiaalikaari ulottuu kulmahampaasta kulmahampaaseen tai 2. inkisiivistä toisen puolen 2. inkisiiviin, minkä lisäksi siinä on myös ns. Adamsin pinteet ensimmäisten molaarien kohdalla retention lisäämiseksi. Hawleyn kojeen etuna on muun muassa mahdollisuus tiukentaa hammaskontakteja, kontrolloida inkisiivien asentoa sekä takahampaiden vertikaalista asentoa (Ramazanzadeh ym., 2018). Etuhampaiden asennon ja tason kontrolloinnilla voidaan tehokkaasti estää syväpurennan relapsoituminen (Johnston ja Littlewood, 2015). Kojeeseen voidaan lisäksi lisätä purentalevy syväpurennan kontrolloimiseksi (English ym., 2015).



KUVA 8. Yläleuan Hawleyn koje (Aziz ym., 2015)



KUVA 9. Yläleuan Beggin koje (Aziz ym., 2015)

Beggin kojeissa (kuva 9) labiaalikaari ulottuu viimeisten puhjenneiden molaarien distaalipinnoilta koko hammaskaaren ympäri. Beggin koje sallii hieman enemmän hampaiden luonnollista asettumista purentaan Hawleyn kojeeseen verrattuna, koska siinä ei ole okklusaalipintaa ylittäviä osia (Vignesh ja Sumathifelicita, 2015). Jos oikomishoidon aikana on poistettu hampaita ja niiden synnyttämät aukot hammaskaarella on suljettu, Beggin kojeiden on todettu estävän tehokkaasti näiden aukkojen relapsoituminen (English ym., 2015).

Retentiolevyt ovat retentiokalvoja tukevampia ja niitä voi käyttää myös syömisen aikana, vaikka yleensä niitä ei suositella käytettävän ruokailun ajan (Johnston ja Littlewood, 2015).

4.2.2 Retentiokalvot

Retentiokalvoja (kuva 10) kutsutaan joskus myös Essix-kojeiksi (Manzon *ym.*, 2018). Retentiokalvot ovat purentakiskon kaltaisia, läpinäkyvästä muovista valmistettuja, koko hammaskaaren peittäviä kojeita. Ne ovat esteettisiä ja niitä tulisi käyttää kokopäiväisesti lukuun ottamatta syömisen ja hampaiden pesun aikana (Johnston ja Littlewood, 2015).



KUVA 10. Ylä- ja alaleuan retentiokalvo. (Littlewood *ym.*, 2017)

Retentiokalvot säilyttävät hampaiden asennon ja vertikaalisen korkeuden tehokkaammin kuin Hawleyn kojeet, mutta se voi olla haitallista, koska joissain tapauksissa hampaiden siirtyminen retentiovaiheessa voi olla toivottavaa okklusaalikontaktien saamiseksi (English *ym.*, 2015; Vignesh ja Sumathifelicita, 2015).

4.3 Retentiotapojen vertailua

Yläleuassa kiinteillä kojeilla ja irrotettavilla kojeilla ei ole näytetty merkittävää eroa relapsin estämisessä (Littlewood *ym.*, 2016; Steinnes *ym.*, 2017; Forde *ym.*, 2018). Eri tutkimukset käsittelevät pääasiassa eri kojeiden kestävyyttä retention tehokkuuden sijaan, mikä hankaloittaa eri retentiotapojen relapsin estämisen vertailua (Vandevska-Radunovic *ym.*, 2013; Vignesh ja Sumathifelicita, 2015). Steinnes *ym.* yksittäisessä tutkimuksessa ei havaittu merkittävää eroa yläleuan relapsissa, vaikka potilaiden kiinteä retentio oli irronnut retentiovaiheen aikana (Steinnes *ym.*, 2017).

Alaleuassa kiinteät retentiokojeet vaikuttavat estävän relapsia hieman tehokkaammin verrattessa irrotettaviin kojeisiin (Littlewood *ym.*, 2016; Forde *ym.*, 2018). Kiinteiden retentioko-

jeiden todettiin keräävän herkemmin biofilmiä ja särkyvän helpommin verratessa retentiokalvoihin (Littlewood *ym.*, 2016; Forde *ym.*, 2018). Hawleyn kojeiden ja retentiolankojen välillä ei havaita merkittävää eroa parodontaalikudosten kunnossa (Al-Moghrabi *ym.*, 2016).

Erilaisten kiinteiden retentiolankojen pysyvyydessä ei ole havaittu merkittävää eroa (Baysal *ym.*, 2012; Littlewood *ym.*, 2016). Littlewoodin (2016) tekemässä tutkimuksessa ei havaittu kuitulangan ja punottujen retentiolankojen välillä eroja kestävyudessa. Baysal ryhmineen (2012) tutki kolmen erilaisen metallisen langan kestävyyttä ja rasituksen kestoa. Langat olivat: viisisäikeinen 0.0215 tuuman pyöreä PentaOne-lanka, kahdeksansäikeinen ”dead-soft” 0.016x0.022 tuuman kolmiomainen Bond-A-Braid -lanka ja ”dead-soft” 0.0195 tuuman pyöreä Respond -lanka. Tutkimuksen johtopäätöksenä suositeltiin käyttämään viisisäikeistä PentaOne-lankaa, koska kovetetusta metallista tehdyn langan irrottamiseen tarvittava voima oli suurempi eivätkä ne taipuneet yhtä helposti irrotessaan, mikä mahdollisti saman langan uudelleenkiinnittämisen. Kiinteitä kojeita ja retentiokalvoja vertailevassa tutkimuksessa todettiin potilaiden olevan tyytyväisempiä kiinteisiin kojeisiin, koska ne eivät haitanneet puhetta yhtä merkittävästi ja olivat esteettisempiä (Forde *ym.*, 2018).

Pääasiallisesti erilaisten irrotettavien kojeiden välillä ei ole merkittävää kliinistä eroa hampaiden relapsin estämisessä (Kumar ja Bansal, 2011; Littlewood *ym.*, 2016). Joitain tilastollisesti merkittäviä eroja on havaittu, mutta tutkimusten tehneiden henkilöiden mukaan erot ovat olleet kliiniseltä merkitykseltään pieniä (Kumar ja Bansal, 2011). Joidenkin tutkimusten mukaan retentiokalvo on estänyt rotatoituneiden hampaiden relapsia tehokkaammin verrattuna retentiolevyihin (Littlewood *ym.*, 2016; Ramazanzadeh *ym.*, 2018). Lisäksi potilaat ovat kokeneet retentiokalvot esteettisemmäksi hoitovaihtoehdoksi ja ne ovat myös usein edullisempia valmistaa muihin irrotettaviin kojeisiin verrattuna (Kumar ja Bansal, 2011; Vandevska-Radunovic *ym.*, 2013; Littlewood *ym.*, 2016).

4.4 Retentiotavan valinta

Oikomishoitoa toteuttavien hammaslääkärien mukaan merkittävin retentiotavan valintaan vaikuttava tekijä on alkuperäinen purentavirhe (Vandevska-Radunovic *ym.*, 2013). Sen lisäksi huomioonotettavia tekijöitä ovat hoitotulos, mahdolliset muut toimenpiteet purennan parantamiseksi sekä potilaan mielipide, suuhygieniä ja yhteistyökyky (Wouters *ym.*, 2019).

Näiden tekijöiden perusteella hammaslääkäri voi muodostaa näkemys potilaan hampaiston relapsiriskistä.

4.4.1 Relapsiriskin arviointi

Potilaan hampaiston relapsoitumisriski on monitekijäinen kokonaisuus, mikä hankaloittaa tarkan ennusteen määrittämistä. Oikomishoitoa toteuttava klinikko voi antaa potilaalle vain parhaan arvionsa hänen yksilöllisestä riskistään relapsoitua perustuen kliiniseen kokemukseen (Johnston ja Littlewood, 2015). Riskiä tulee arvioida retention kontrollien yhteydessä, jotka tulisi aluksi toteuttaa tiheästi. Retentiokontrollien määrästä ja niiden välisestä ajasta on eri lähteiden välillä vaihtelua (Renkema ym., 2009; Al-Jewair ym., 2016; Padmos ym., 2018). Keskimäärin ensimmäisen retentiokontrollin tulisi olla viimeistään kolme kuukautta aktiivisen hoidon loputtua. Ensimmäisen kontrollin tilanne voi vaikuttaa relapsin ennusteseen ja sen pohjalta voi pidentää tai lyhentää kontrolliväliä. Relapsiriskin mukaan potilaat voidaan luokitella kolmiasteiseen asteikkoon, jossa puhutaan matalasta, lisääntyneestä ja korkeasta riskistä (Wouters ym., 2019).

Relapsiriskiä suurentavia tekijöitä ovat muun muassa diasteemojen (erityisesti keskilinjan diasteeman) sulkku (Morais ym., 2014; Vignesh ja Sumathifelicita, 2015; Andriekute ym., 2017; Littlewood ym., 2017; Meurman ym., 2018), hammaskaaren leveyden muuttaminen (Littlewood ym., 2017), impaktoituneiden hampaiden hoito (English ym., 2015; Littlewood ym., 2017) sekä merkittävien rotaatioiden hoito (Vignesh ja Sumathifelicita, 2015; Littlewood ym., 2017). Lisäksi riskiä nostaa hoidon aikana tehty alaleuan inkisiivien aksiaalisen suunnan tai antero-posteriosen sijainnin muutos (Johnston ja Littlewood, 2015; Vignesh ja Sumathifelicita, 2015; Meurman ym., 2018). Muita riskiä nostavia tekijöitä ovat ennen proteettista hoitoa tehty tila, vähentynyt parodontaalinen tuki, juuriresorptio sekä alveoliluukato (Johnston ja Littlewood, 2015; Littlewood ym., 2017).

4.4.2 Yläleuan retentiota

Yläleuassa ei ole voitu näyttää merkittävää eroa irrotettavien ja kiinteiden kojeiden kyvyssä estää relapsia (Littlewood ym., 2016).

Irrotettavien retentiokojeiden käyttö on indikoitua, kun hammaskaaren leveyttä on muutettu tai halutaan estää poistettujen hampaiden poistoaukkojen relapsoituminen (Lai ym., 2014;

English ym., 2015; Andriekute ym., 2017). Käytettäessä irrotettavia kojeita todetaan vähemmän plakin kertymistä sekä ientulehdusta, minkä takia niiden käyttö on suositeltavaa gingiviitti- ja parodontiittipotilailla (Littlewood ym., 2016). Retentiokalvojen on todettu keräävän muita irrotettavia kojeita enemmän biofilmiä, minkä takia tulisi suosia muita irrotettavia kojeita potilailla, joiden suuhygienia on puutteellinen (Manzon ym., 2018; Wouters ym., 2019).

Kiinteä retentio sopii lisääntyneen relapsiriskin potilaille (Wouters ym., 2019). Yläleuassa retention kiinnitys voi olla haastavaa parentaolosuhteiden vuoksi, koska alaleuan inkisiivit saattavat osua yläleuan retentiolankaan. Jos alaleuan inkisiivit purevat yläleuan retentiolankaan, kohdistuvat parentavoimat lankaan ja se saattaa vääntyä tai irrota.

4.4.3 Alaleuan retentiotapoja

Littlewood ryhmineen (2016) ei todennut näyttöä puoltamaan kiinteää tai irrotettavaa retentiota alaleuassa. Forden ja hänen ryhmänsä (2018a) tekemässä tutkimuksessa todettiin kiinteän retention olevan parempi vaihtoehto relapsin estämiseen alaleuassa.

Vaikka alahampaiden retentio toteutetaan usein kiinteällä retentiolangalla, voidaan myös irrotettavaa kojetta käyttää alaleuassa potilailla, joiden omahoito on puutteellista (Renkema ym., 2009). On myös mahdollista laittaa ainoastaan kulmahampaisiin kiinnitetty kiinteä retentiolanka, koska se on helpompi puhdistaa. Ainoastaan kulmahampaisiin kiinnitetyn kojeen tapauksessa kuitenkin esiintyy enemmän relapsia pitkällä aikavälillä, mistä on hyvä kertoa potilaalle (Wouters ym., 2019). Jos kyseessä on korkean riskin potilas, kannattaa alaleuassakin suosia yhdistelmäretentiota (Littlewood ym., 2017).

4.4.4 Retentiolangan materiaali, malli ja kiinnitys

Parhaiten ylä- tai alaleuan retentiolangaksi soveltuvasta materiaalista ja mallista ei ole selkeää näyttöä (Littlewood ym., 2016). Yleisimmin käytössä oleva materiaali on ruostumaton teräs (Padmos ym., 2018; Wouters ym., 2019).

Kuitulankojen kestävyydestä on kirjallisuudessa eriäviä näkemyksiä. Yleensä ne ovat ulkonaoltään esteettisempiä ja voivat estää relapsin tehokkaasti (Farronato ym., 2014). Ne kuitenkin ovat herkempiä murtumaan ja niiden pitkäaikaisennuste on metallilankoihin verrattuna heikko (Iliadi ym., 2015; Wouters ym., 2019).

Yläleuassa havaitaan enemmän sidostuksen murtumista, jos lanka on kiinnitetty sekä inkisiiveihin että kulmahampaisiin. Usein se johtuu purennasta (Wouters ym., 2019). Pitkäaikaisseurannassa ainoastaan inkisiiveihin kiinnitetty retentiolanka näyttää estävän relapsia paremmin (Steinnes ym., 2017).

Jos lanka kiinnitetään kaikkiin alaetuhampaisiin, relapsia havaitaan vähemmän, mutta sidostuksen murtumista havaitaan enemmän (Wouters ym., 2019). Ainoastaan kulmahampaisiin kiinnitettyjä lankoja ei kannata suosia, mikäli kyseessä on korkean riskin potilas tai potilas ei halua hampaissa mitään muutoksia jälkikäteen (Renkema ym., 2008; Wouters ym., 2019).

Jos kiinteä retentiolanka kiinnitetään ainoastaan alakulmahampaisiin kaikkien etuhampaiden sijaan, olisi suositeltavaa käyttää yksisäikeistä lankaa monisäikeisen langan sijaan, koska sen on todettu olevan potilaiden mielestä miellyttävämpi ja se kerää vähemmän plakkia (Wouters ym., 2019).

5 RETENTION KESTO

Retention kestoa ei voi yksiselitteisesti määrittää, koska sen selvittämiseksi tulisi suorittaa enemmän tutkimuksia vaihtelevilla hoitoajoilla, mikä olisi käytännön syistä ja eettisestä näkökulmasta hankalaa (Johnston ja Littlewood, 2015). Retention kestosta tehdyissä tutkimuksissa on enimmäkseen käsitelty oikojien toteuttamia protokollia, jotka perustuvat heidän omaan kokemukseensa. Retention kesto sekä päätös sen purkamisesta on usein oikojan vastuulla tehtävä potilaskohtainen ratkaisu (Johnston ym., 2008; Vandevska-Radunovic ym., 2013; Andriekute ym., 2017).

Retention tiedetään olevan pitkäkestoinen prosessi, minkä takia potilaan kanssa tulee kommunikoida ja varmistaa potilaan olevan sitoutunut siihen. Hyvä yleissääntö potilaalle kerrottavaksi on: ”Retentiota tulee pitää niin pitkään kuin hampaiden haluaa pysyvän suorana” (Littlewood ym., 2017).

Kiinteät retentiolangat ovat kestävin retentioratkaisu, minkä takia ne ovat hyvin soveltuvia pitkäaikaiseen retentioon (Vignesh ja Sumathifelicita, 2015; Jin ym., 2018).

Irrotettavien retentiokojeiden käyttöajan määrittäminen on monimutkaista, koska yleensä niitä tarvitsevien potilaiden riski hampaiston relapsiin on yksilöllinen, minkä lisäksi relapsi on monitekijäinen prosessi (Johnston ja Littlewood, 2015). Irrotettavia kojeita saatetaan käyttää yksittäisenä matalan riskin potilailla lyhyen aikaa tai pitkäaikaisena korkean riskin potilailla. Useista maista puuttuu maansisäinen linjaus retentioaikojen kestosta, joten päätös jää usein oikojan vastuulle.

Reitanin (1967) tutkimuksen mukaan parodontaalisäikeillä kestää noin seitsemän kuukautta tottua hampaan uuteen asemaan, minkä takia retention keston suositellaan olevan vähintäänkin vuosi. Vaikka parodontaalisäikeet olisivat histologisesti mukautuneet uuteen asemaansa, hampaiden liikkumista havaitaan senkin jälkeen pitkällä aikavälillä. Retentiovaiheen kesto on aina suunniteltava potilaskohtaisesti ja alussa sen kontrolloinnin tulee olla tiheää (Johnston ja Littlewood, 2015).

Monissa maissa on tehty oikomishoitoa toteuttaville hammaslääkäreille kysely, jonka avulla kartoitettiin kussakin maassa käytettäviä retentioprotokollia. Retentioprotokollien määrittämiseen kuului muun muassa käytetyt retentiokojeet ja niiden indikaatiot sekä retention kesto

eri potilailla. Useassa näistä kyselyistä on käytetty pohjana Renkeman (2009) suunnittelemaa kyselypohjaa. Näiden tutkimusten pohjalta on kerätty tietoa retention kestosta taulukoon 1.

TAULUKKO 1 Retention kesto kiinteillä retentiolangoilla ja irrotettavilla retentiokojeilla

Kirjoittajat	Sijainti	n	Kiinteiden lankojen käyttöaika n (%)	Irrotettavien kojeiden käyttöaika n (%)	
Renkema ym. (2009)	Alankomaat	254	Elinikäinen: 213 (84) Muu: 41 (16)	Alle 6 kk: 15 (6) Yli 1 v: 203 (80) Muu: 36 (14)	
Singh ym. (2009)	Yhdistyneet Kuningas- kunnat	240	Elinikäinen: 202 (84) Muu (1-9 vuotta): 38 (16)	Täyspäiväisesti	
				Hawleyn koje	Hawleyn koje
				Ei suositeltu: 62 (26)	Ei suositeltu: 62 (26)
				Alle 6 kk: 163 (68)	Alle 6 kk: 163 (68)
				Yli 6 kk: 15 (6)	Yli 6 kk: 15 (6)
				Osa-aikaisesti	
				Hawleyn koje	Hawleyn koje
Elinikäinen: 173 (72)	Elinikäinen: 173 (72)				
Muu (3kk-6v): 67 (28)	Muu (3kk-6v): 67 (28)				

Valiathan ja Hughes (2010)	Yhdysvallat	658	Alle 2v: 11 (1,7) 2-5v: 38 (5,8) Yli 5v: 40 (6,1) Viisaudenhampaiden poiston jälkeen: 44 (6,7) Elinikäinen: 435 (66,1)	Yläleuka	Alaleuka
				Retention aloitetaan täysipäiväisellä pidolla, jonka jälkeen siirrytään osa-aikaiseen.	
				Kyllä: 515 (78,3) Ei: 117 (17,)	Kyllä: 312 (47,4) Ei: 76 (11,6)
				Täyspäiväisen retention kesto	
				Alle 3kk: 147 (22,3) 3-9kk: 279 (42,4) Yli 9 kk: 94 (14,3)	Alle 3kk: 91 (13,8) 3-9kk: 166 (25,2) Yli 9kk: 54 (8,2)
				Retention kesto yhteensä	
				Alle 2v: 30 (4,6) 5v: 26 (4,0) Viisaudenhampaiden poiston jälkeen: 38 (5,8) Elinikäinen: 501 (76,1)	
				Vandevska-Radunovic ym. (2013)	Norja
Alle 2v: 22 (15,0) 2-3v: 52 (34,7) 3-5v: 36 (23,7) Yli 5v: 28 (18,4) Elinikäinen: 12 (8,2)	Alle 2v: 3 (2,0) 2-3v: 15 (10,2) 3-5v: 42 (27,9) Yli 5v: 62 (41,5) Elinikäinen: 28 (18,4)				
HUOM! Tutkimuksessa ei jaoteltu kiinteää tai irrotettavaa retentiota					

Lai ym. (2014)	Sveitsi	145	Elinikäinen: 126 (87) Muu: 19 (13)	Alle 6 kk: 7 (5,1) Yli 1v: 128 (88) Muu: 10 (6,9)		
Al-Jewair ym. (2016)	Saudi-Arabia	167	Alle 2 vuotta: 8 (4,8) 2-5 vuotta: 12 (7,2) Yli 5 vuotta: 7 (4,2) Viisaudenhampaiden poiston jäl- keen: 5 (3,0) Elinikäinen: 133 (79,6)	Kokopäiväinen käyttöaika		
				Alaleuka	Yläleuka	
				Alle 3kk: 6 (3,6)	Alle 3kk: 11 (6,6)	
				3-6 kk: 31 (18,6)	3-6 kk: 69 (41,3) 7kk-1v: 45 (26,9)	
				7kk-1v: 19 (11,4)	Yli 1v: 21 (12,6)	
Retention kesto yhteensä						
Alle 2v: 39 (23,4) 5v: 15 (9,0) Viisaudenhampaiden poiston jäl- keen: 2 (1,2) Elinikäinen: 34 (20,4)						
Andriekute ym. (2017)	Liettua	81	Elinikäinen: 75 (92,6) Muu: 6 (7,4)	1-2 vuotta: 28 (34,6) Yli 5v: 30 (37) Muu: 23 (28,4)		
Padmos ym. (2018)	Alankomaat	300	Alaleuka	Yläleuka	Alaleuka	Yläleuka
			Elinikäinen: 276 (92,0) Väliaikainen: 16 (5,3) (keski- määrin 9,6 vuotta)	Elinikäinen: 265 (88,3) Väliaikainen: 21 (7,0) (keskimää- rin 9,7 vuotta)	Elinikäinen: 25 (8,3) Väliaikainen: 136 (45,3) (kes- kimäärin 2,0 vuotta)	Elinikäinen: 16 (5,3) Väliaikainen: 228 (76,0) (kes- kimäärin 2,0 vuotta)

Käytettäessä kiinteitä retentiolankoja suositeltava käyttöaika on yleensä elinikäinen. Väliaikaisenakin rakenteena kiinteä retentiolanka on paikoillaan 2-5 vuotta (Taulukko 1). Mahdollisia syitä pitää kiinteä retentio väliaikaisena olivat esimerkiksi äkillinen etuhampaiden hoidon tarve tai huono suuhygienia (Andriekute ym., 2017).

Irrotettavia retentiokojeita pidetään alussa usein kokoaikaisesti, minkä jälkeen siirrytään käyttämään kojetta ainoastaan osa-aikaisesti, esimerkiksi öisin. Tätä toimintatapaa on suositeltu erityisesti, mikäli irrotettavaa kojetta käytetään koko eliniän ajan. Täsmällistä suositusta irrotettavien kojeiden käytön ajaksi on hankala muodostaa tutkimuksissa käytettyjen ajanjaksojen eroavuuksien takia. Lähes kaikissa taulukossa käytetyissä tutkimuksissa suositeltu käyttöaika irrotettavilla kojeilla oli vähintäänkin yhden vuoden ajan. Käyttöajoissa oli vaihtelua, koska osaa irrotettavista kojeista suositeltiin käytettäväksi elinikäisenä retentiona. Lähes kaikki taulukossa käytetyt tutkimukset suosittelivat potilaiden yksilökohtaista kontrollointia ja sen mukaista keston arviointia (Taulukko 1).

6 RETENTION KOMPLIKAATIOT

Irrotettaviin ja kiinteisiin retentiokojeisiin voi liittyä kojekohtaisia komplikaatioita. Osa komplikaatioista voi olla iatrogeenisia, eli hammaslääkäriin tai hoitotiimiin liittyviä, kun taas osa voi olla potilaan yhteistyökyvyn puutteesta johtuvia.

Komplikaatiot voivat johtua myös hoitosuunnitelmaan liittyvistä ongelmista, kuten esimerkiksi liian lyhyestä retentioajasta tai vääränlaisesta retentiokojeesta. Hammaslääkärin vastuulla on tehdä tarpeeksi kattava oikomishoidon hoitosuunnitelma, johon kuuluu myös retention toteutus (Littlewood ym., 2017).

Jin ryhmineen (2018) vertasi tutkimuksessaan retentiolangan ja irrotettavan retentiokojeen kestävyyttä. Tutkittavista 591 tapauksesta 199 oli Hawleyn kojeita, 34 oli retentiokalvoja, 278 oli kiinteitä retentiolankoja ja 80 oli vähintään kahden tällaisen yhdistelmä. Kaikkein pisimmät kestävyysajat olivat kiinteillä retentiolangoilla (mediaani 1607 päivää) ja Hawleyn kojeilla (mediaani 1529 päivää). Yhdistetyillä retentiokojeilla kestävyysaika oli 258 päivää ja retentiokalvoilla 105 päivää. Hawleyn kojeiden yleisin epäonnistumisen syy oli katoaminen, kiinteiden retentiokojeiden yleisin epäonnistumisen syy oli retentiolangan kiinnityksen pettäminen ja retentiokalvoilla sekä yhdistelmähoidolla yleisin epäonnistumisen syy oli retentiokojeen särkyminen.

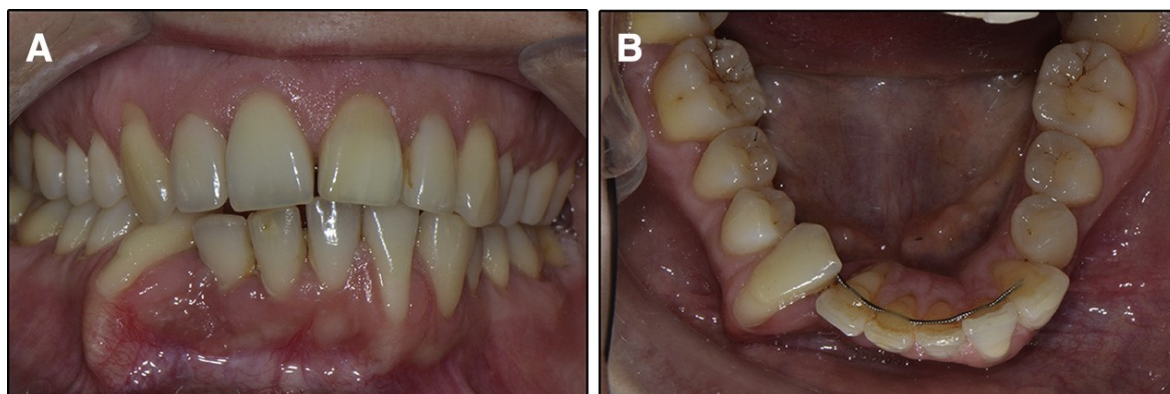
6.1 Kiinteiden retentiokojeiden komplikaatiot

Kiinteiden retentiokojeiden komplikaatiot liittyvät yleensä retentiolangan irtoamiseen ja siitä johtuviin relapsiin tai parodontaaliseen rasiutukseen (Johnston ja Littlewood, 2015). Retentiolangan irtoaminen voi olla monitekijäinen prosessi, mutta usein siihen voidaan liittää ongelmat sidostamisvaiheessa, vääränlainen retentiolanka tai jokin muu virhe langan asettamisessa (Iliadi ym., 2015; Kartal ja Kaya, 2019). Metallisilla langoilla sidostukseen liittyvien komplikaatioiden riski on 3-53%, kun taas kuitulangoilla sama luku on 11-51% (Iliadi ym., 2015). Retentiolanka voi irrota myös hammaslääkärin tai suuhygienistin toteuttaman parodontologisen hoidon yhteydessä. Kiinteisiin kojeisiin liittyy usein biofilmin kerääntymistä ja siihen liittyviä parodontaaliongelmia (Vandevska-Radunovic ym., 2013; Vignesh ja Sumathifelicita, 2015; Andriekute ym., 2017).

Komplikaatioiden tyyppi riippuu myös sidostettujen hampaiden määrästä. Vertaillessa kaikkiin etuhampaisiin sidostettuja lankoja ainoastaan kulmahampaisiin kiinnitettyihin lankoihin havaittiin kaikkiin etuhampaisiin sidostetuissa langoissa enemmän sidostamisen murtumista, mutta hampaiden relapsin määrä oli vähäisempää. Ainoastaan kulmahampaisiin kiinnitetyissä langoissa havaittiin vähemmän biofilmin kertymistä (Wouters ym., 2019).

Kuitulankojen yhden vuoden survival rate on noin 33%. Yleisimmät syyt kuitulangalla tehtävän retention epäonnistukseen olivat sidostuksen peittäminen joko kiilteen ja sidosaineen tai sidosaineen ja langan välillä (Ardehna, 2011). Iliadin (2015) tutkimuksessa arvioitiin keskimääräiseksi kuitulangan selviytymisajaksi 7,7 kuukautta, mutta Farronato ryhmineen (2014) totesi omassa 134 kuitulankaa sisältäneessä tutkimuksessa prosessin olevan erittäin herkkä kiinnittämistekniikan suhteen. Heidän tutkimuksessaan ei viiden vuoden seurannassa havaittu yhtäkään rikkoutumista.

Vääränlaisen retentiolangan käyttäminen tai sen kiinnittäminen aktiivisena voi aiheuttaa merkittäviäkin ongelmia (kuva 11). Väärin asetettuna retentiolanka saattaa toimia aktiivisena oikomiskojeena, minkä seurauksena hampaat siirtyvät epäsuotuisaan sijaintiin tai asentoon. Mikäli hampaan juuren kärki läpäisee luun bukkaalisesti, saattaa hammas menettää vitaliteettinsa. Kyseisestä tilanteesta on julkaistu potilastapaus, jossa hammas oiottiin takaisin aktiivisen hoidon lopussa olleeseen tilanteeseen ja hammas saatiin säilytettyä vitalina (Pazera ym., 2012).



KUVA 11. Aktiivisena asennetun retentiolangan aiheuttama komplikaatio (Padmos ym., 2018)

6.2 Irrotettavien retentiokojeiden komplikaatiot

Monet irrotettavien retentiokojeiden ongelmat ovat ehkäistävissä potilaan hyvällä informoinnilla. Irrotettavien kojeiden ongelmat liittyvät yleensä kojeen rikkoutumiseen tai häviämiseen (Jin ym., 2018). Tämän takia potilaan kanssa keskustelu ja siihen liittyvä ylläpidon merkityksen ja retentioon sitoutumisen korostaminen on tärkeää retention onnistumisen kannalta. Jos potilas kokee retentiokojeen käytön epämiellyttäväksi eikä hän ole tietoinen käyttämättä jättämisen riskeistä, saattaa hän luopua kojeen käytöstä (Johnston ja Littlewood, 2015). Potilaan hoitomyöntyvyys on tärkeässä roolissa käytettäessä irrotettavaa kojetta. Hoitomyöntyvyyttä parantavia tekijöitä ovat vanhempien hyvä asenne hoitoa kohtaan sekä potilaan ja hammaslääkärin välinen toimiva hoitosuhde (Mirzakouchaki ym., 2016).

Retentiokalvon käytön ongelmaksi voi muodostua kariogeenisten juomien, eli happopitoisten juomien, juominen samaan aikaan kun retentiokalvo on suussa. Tällaisessa tapauksessa juoman hapot jäävät hampaan pinnalle, koska sylki ei pääse huuhtomaan hampaita, jolloin kiille alkaa haurastua ja hammas altistuu kariekselle helpommin (Johnston ja Littlewood, 2015).

7 POHDINTA

Ortodonttisen retention pääasiallinen tarkoitus on estää relapsin tapahtumista (Johnston ja Littlewood, 2015). Ortodonttinen relapsi on monitekijäinen prosessi ja yksittäisen potilaan relapsiriskin määrittäminen on vaikeaa sekä vaatii usein pitkää kliinistä kokemusta. Relapsiin vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa parodontaaliset, gingivaaliset ja okklusaaliset syyt sekä pehmytkudokset ja fysiologinen kasvu (Littlewood ym., 2017). Retentiotavan valintaan merkittävin vaikuttava tekijä on potilaan alkuperäinen parentavirhe (Vandevska-Radunovic ym., 2013; Bibona ym., 2014; Lai ym., 2014). Sen lisäksi tulee huomioida myös potilaan yhteistyökyky, parenta hoidon päätteeksi sekä potilaan suuhygienian taso (Wouters ym., 2019).

Wouters ryhmineen (2019) suositteli yläleuassa käytettäväksi irrotettavaa kojetta relapsin suhteen matalariskisillä potilailla, kiinteää kojetta keski-suuren riskin potilailla ja näiden yhdistelmää korkean riskin potilailla. Alaleuassa he suosittelivat kiinteää kojeistusta kaikille, ellei potilaalla ole ongelmia omahoidossa. Alaleukaan korkean relapsoitumisriskin potilaille Wouters ryhmineen suositteli myös yhdistelmäretentiotia.

Erilaisten kiinteiden retentiolankojen välillä tai irrotettavien kojeiden välillä ei ole havaittu merkittävää kliinistä eroa relapsin estämisessä (Kumar ja Bansal, 2011; Baysal ym., 2012; Littlewood ym., 2016). Kiinteitä retentiolankoja suositellaan käytettäväksi lisääntyneen relapsiriskin tapauksissa, kuten esimerkiksi keskilinjan diasteeman sulussa (Morais ym., 2014).

Parodontaalisäikeillä kestää noin seitsemän kuukautta sopeutua hampaan uuteen asentoon ja sijaintiin (Reitan, 1967). Hampaiden siirtymistä havaitaan kuitenkin myös tämän ajan jälkeen riippuen muista relapsia aiheuttavista syistä (Franzen ym., 2013). Mikäli potilaalle laitetaan kiinteä retentiolanka, on kyseessä usein elinikäinen retentio. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että retentiolankoja käytetään lisääntyneen tai korkean relapsiriskin tapauksissa. Syitä purkaa kiinteä retentiolanka olivat potilaan huono omahoito sekä parodontaalisen kunnan huonominen (Andriekute ym., 2017). Irrotettaville retentiokojeille käyttöajan määrittäminen on vaikeampaa, koska niitä käytetään sekä matalan, että korkean relapsiriskin potilailla. Niiden käyttöaika riippuu potilaan yksilöllisestä relapsoitumisriskistä. Karkeasti voidaan sanoa, että irrotettavaa kojetta tulisi käyttää yli vuoden ajan, mutta sitä pidemmät

ajat tulisi arvioida yksilöllisesti. Käyttö aloitetaan yleensä kokopäiväisenä 3-12 kuukauden ajaksi, jonka jälkeen loppuaika kojeta käytetään vain osa vuorokaudesta, esimerkiksi öisin.

Retentiota tulee aina kontrolloida alussa tiiviillä ja säännöllisellä aikataululla, että nähdään retention toteutuminen ja voidaan estää mahdolliset komplikaatiot. Retention kontrollointi on tärkeää paitsi komplikaatioiden ehkäisemiseksi, myös potilaan relapsoitumisriskin arvioimiseksi (Padmos ym., 2018). Ensimmäinen kontrolli tulisi mielellään olla kolmen kuukauden sisällä retentiokojeen käyttöönotosta. Seuraavan vuoden aikana kontrolleja tulisi olla 2-4, minkä jälkeen potilaan retentiota voidaan kontrolloida säännöllisten suun perustutkimusten yhteydessä (Johnston ja Littlewood, 2015; Wouters ym., 2019).

Tämän kirjallisuuskatsauksen tulosten vertaaminen Suomen käytäntöihin on haastavaa, koska Suomessa ei ole tehty oikomishoitoja tekevien hammaslääkäreiden retentiota poja vertailevaa tutkimusta. Jatkossa tällainen tutkimus voitaisiin toteuttaa myös Suomessa. Muissa maissa käytettyä Renkeman (2009) tutkimuspohjaa olisi kuitenkin suotavaa muokata tai lisätutkimuksia retention taustasta tulisi tehdä. Kyselyn pohjalta tehdyissä tutkimuksissa ei oteta huomioon retention taustaa ja miksi kyseisiä retentioprotokollia toteutetaan.

Suomen retentiokäytännöt ovat pääasiallisesti linjassa kirjallisuudessa esille tulevien toimintatapojen kanssa. KYSin erityisvastuualueella yleisenä käytäntönä on pitää retentiolevyä kuusi kuukautta kokopäiväisesti, minkä jälkeen sitä pidetään vuosi ainoastaan öisin. Retentiolankoja pidetään pääsääntöisesti elinikäisenä.

Oikomishoito ja siihen kuuluva retentiovaihe toteutetaan Suomessa moniammatillisessa tiimissä, minkä osana toimii erikoishammaslääkärin lisäksi peruskoulutettuja hammaslääkäreitä, suuhygienistejä sekä hammashoitajia. Peruskoulutetut hammaslääkärit tekevät oikomishoidon seulontaa sekä apuikomista ja kontrolloivat retention toteutumista suun perustutkimusten yhteydessä. Oikomishoidon hoitosuunnitelman tekeminen sekä vastuu hoidon toteuttamisesta kuuluu oikomishoidon erikoishammaslääkäreille. Hammashoitajat voivat tehdä itsenäisesti potilaiden valokuvausta, jäljennösten ottamista sekä pieniä toimenpiteitä, kuten hampaiden separointia. Aktiivisen hoidon sekä retentiovaiheen aikaiset kontrollit ovat osittain suuhygienistien hoitamia, minkä lisäksi he tekevät samoja toimenpiteitä kuin ham-

mashoitajat. Tämänkaltaisen moniammatillisen toiminnan koetaan säästävän erikoishammaslääkäreiden resursseja ja jatkossa sitä toivotaan kehitettävän pidemmälle (Pistemaa ym., 2020).

Retentiosta ortodontiassa löytyy paljon tutkimuksia ja ne käsittelevät aihetta laajasti eri näkökulmista, minkä takia kirjallisuuskatsaus tehtiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Eri retentiotapojen välisiä eroja niiden kyvyssä hallita relapsia vertailevien tutkimusten tutkimusnäyttö oli enimmäkseen heikkoa tai aihetta tutkiviin kirjallisuuskatsauksiin ei saatu tarpeeksi kriteerejä täyttäviä tutkimuksia (Yu ym., 2013; Littlewood ym., 2016). Retentioaikaa käsittelevät tutkimukset perustuivat pitkälti hammaslääkäreiden kokemuksiin. Retention komplikaatioita ja siihen vaikuttavia tekijöitä tarkastelevat tutkimukset olivat yhtä lailla luotettavuutensa suhteen kyseenalaisia. Tutkimustulokset eri artikkelien välillä ovat olleet pääasiassa samanlaisia viime vuosina sekä aiempina vuosikymmeninä. Osa retentiotavoista on kuitenkin hyvin tuoreita ja pitkäaikaista (yli 20 vuotta) seuranta ei ole niillä pystytty toteuttamaan.

Jatkossa olisi mahdollista tehdä systemaattinen kirjallisuuskatsaus retentiotapojen indikaatioista, relapsin histologiasta sekä retention kestosta. Systemaattisten kirjallisuuskatsausten avulla pystyttäisiin helpommin arvioimaan tutkimusten näytön astetta ja muodostamaan johdopäätöksiä tutkimuskysymyksiin.

Retentio on ortodonttisen hoidon viimeinen vaihe ja keskeinen osa hoitoa, koska sen avulla säilytetään hoidon aikana saavutetut tulokset. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon monia tekijöitä ennen oikomishoitoa ja sen aikana, minkä lisäksi on arvioitava potilaan relapsoitumisriski usean vuoden päähän oikomishoidon päätyttyä. Koska retentiovaihe vie useita vuosia tai jopa koko eliniän, vaatii sen suunnittelu ja toteuttaminen paljon voimavaroja sekä toteuttavalta oikojalta, että myös muulta suun terveydenhuollon tiimiltä. Suun terveydenhuollon työpanoksen lisäksi retentio vaatii merkittävästi voimavaroja myös potilaalta, joka on vastuussa retentiokojeen käytöstä, kontroleihin saapumisesta sekä omahoidon toteuttamisesta.

8 LÄHDELUETTELO

- Al-Jewair, T. S., Hamidaddin, M. A., Alotaibi, H. M., Alqahtani, N. D., Albarakati, S. F., Alkofide, E. A., & Al-Moammar, K. A. (2016). Retention practices and factors affecting retainer choice among orthodontists in Saudi Arabia. *Saudi Medical Journal*, 37(8), 895–901. <https://doi.org/10.15537/smj.2016.8.14570>
- Al-Moghrabi, D., Pandis, N., & Fleming, P. S. (2016). The effects of fixed and removable orthodontic retainers: a systematic review. *Progress in Orthodontics*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-016-0137-x>
- Andriekute, A., Vasiliauskas, A., & Sidlauskas, A. (2017). A survey of protocols and trends in orthodontic retention. *Progress in Orthodontics*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-017-0185-x>
- Ardeshta, A. P. (2011). Clinical evaluation of fiber-reinforced-plastic bonded orthodontic retainers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(6), 761–767. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.07.028>
- Asiry, M. A. (2018). Biological aspects of orthodontic tooth movement: A review of literature. In *Saudi Journal of Biological Sciences* (Vol. 25, Issue 6, pp. 1027–1032). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.03.008>
- Aziz, M., Rahman, M., & Hossain, Z. (2015). *Construction of removable appliances*. <https://www.slideshare.net/IshfaqAhmad6/removable-appliance>
- Baysal, A., Uysal, T., Gul, N., Alan, M. B., & Ramoglu, S. I. (2012). Comparison of three different orthodontic wires for bonded lingual retainer fabrication. *Korean Journal of Orthodontics*, 42(1), 39–46. <https://doi.org/10.4041/kjod.2012.42.1.39>
- Bibona, K., Shroff, B., Best, A. M., & Lindauer, S. J. (2014). Factors affecting orthodontists' management of the retention phase. *Angle Orthodontist*, 84(2), 225–230. <https://doi.org/10.2319/051313-372.1>
- Dyer, K. C., Vaden, J. L., & Harris, E. F. (2012). Relapse revisited - Again. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 142(2), 221–227. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.03.030>

- El Helou, M., Nassar, R., Khoury, E., & Ghoubril, J. (2019). Variation of upper lip pressure on upper teeth during non-extraction orthodontic treatment: A prospective clinical study. *International Orthodontics*, *17*(4), 693–700.
- English, J. D., Akyalcin, S., Peltomäki, T., & Litchel, K. (2015). Mosby's Orthodontic Review. In *Mosby's Orthodontic Review* (2nd ed.). Elsevier Inc. www.americanboardortho.com/professionals/
- Farronato, D., Briguglio, R., Mangano, F., Azzi, L., Grossi, G. B., & Briguglio, F. (2014). Survival of post-treatment canine-to-canine lingual retainers with fiber-reinforced composite resin: a retrospective study. In *Annali di Stomatologia: Vol. V* (Issue 3).
- Forde, K., Storey, M., Littlewood, S. J., Scott, P., Luther, F., & Kang, J. (2018). Bonded versus vacuum-formed retainers: A randomized controlled trial. Part 1: Stability, retainer survival, and patient satisfaction outcomes after 12 months. *European Journal of Orthodontics*, *40*(4), 387–398. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjx058>
- Franzen, T. J., Brudvik, P., & Vandevska-Radunovic, V. (2013). Periodontal tissue reaction during orthodontic relapse in rat molars. *European Journal of Orthodontics*, *35*, 152–159. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjr127>
- Iliadi, A., Kloukos, D., Gkantidis, N., Katsaros, C., & Pandis, N. (2015). Failure of fixed orthodontic retainers: A systematic review. In *Journal of Dentistry* (Vol. 43, Issue 8, pp. 876–896). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.05.002>
- Jin, C., Bennani, F., Gray, A., Farella, M., & Mei, L. (2018). Survival analysis of orthodontic retainers. *European Journal of Orthodontics*, *40*(5). <https://doi.org/10.1093/ejo/cjx100>
- Johnston, C., Burden, D., & Morris, D. (2008). *Clinical guidelines: Orthodontic retention*. <https://www.bos.org.uk/Public-Patients/National-Clinical-Guidelines1>
- Johnston, C. D., & Littlewood, S. J. (2015). Retention in orthodontics. *British Dental Journal*, *218*(3), 119–122. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.47>
- Kartal, Y., & Kaya, B. (2019). Fixed orthodontic retainers: A review. In *Turkish Journal of Orthodontics* (Vol. 32, Issue 2, pp. 110–114). AVES. <https://doi.org/10.5152/TurkJOrthod.2019.18080>

- Kitaura, H., Kimura, K., Ishida, M., Sugisawa, H., Kohara, H., Yoshimatsu, M., & Takano-Yamamoto, T. (2014). Effect of cytokines on osteoclast formation and bone resorption during mechanical force loading of the periodontal membrane. In *The Scientific World Journal* (Vol. 2014). <https://doi.org/10.1155/2014/617032>
- Kravitz, N. D., Grauer, D., Schumacher, P., & Jo, Y. min. (2017). Memotain: A CAD/CAM nickel-titanium lingual retainer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *151*(4), 812–815. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.11.021>
- Krishnan, V., & Davidovitch, Z. (2015). *Biological Mechanisms of Tooth Movement* (First). John Wiley & Sons Ltd.
- Kumar, A. G., & Bansal, A. (2011). Effectiveness and acceptability of Essix and Begg retainers: a prospective study. *Australian Orthodontic Journal*, *27*(1), 52–56.
- Lai, C. S., Grossen, J. M., Renkema, A.-M., Bronkhorst, E., Fudalej, P. S., & Katsaros, C. (2014). Orthodontic retention procedures in Switzerland. *Swiss Dental Journal*, *124*(6), 655–661.
- Li, Y., Jacox, L. A., Little, S. H., & Ko, C. C. (2018). Orthodontic tooth movement: The biology and clinical implications. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, *34*(4), 207–214. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2018.01.007>
- Littlewood, S. J., Kandasamy, S., & Huang, G. (2017). Retention and relapse in clinical practice. *Australian Dental Journal*, *62*, 51–57. <https://doi.org/10.1111/adj.12475>
- Littlewood, S., Millett, D., Doubleday, B., & Worthington, H. (2016). Retention procedures for stabilising tooth position after treatment with orthodontic braces - Cochrane Database of Systematic Reviews - Littlewood - Wiley Online Library. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *CD002283.pub4.*, 1–135. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002283.pub4.www.cochranelibrary.com>
- Liotard, N., Hans, M., Nelson, S., & Valiathan, M. (2010). Short-term postorthodontic changes in the absence of retention. *Angle Orthodontist*, *80*(6), 1045–1050. <https://doi.org/10.2319/010210-7.1>
- Manzon, L., Fratto, G., Rossi, E., & Buccheri, A. (2018). Periodontal health and compliance:

- A comparison between Essix and Hawley retainers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 153(6), 852–860.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.10.025>
- Meurman, J., Murtomaa, H., Le Bell, Y., Scully, C., & Autti, H. (2018). Foundations of Clinical Dentistry. In *Foundations of Clinical Dentistry*. Dental Mammoth Ltd.
- Mirzakouchaki, B., Shirazi, S., Sharghi, R., & Shirazi, S. (2016). Assessment of factors affecting adolescent patients' compliance with Hawley and vacuum formed retainers. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(6), ZC24–ZC27.
<https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/18539.7897>
- Mitchell, L., Littlewood, S. J., Nelson-Moon, Z. L., & Dyer, F. (2013). *An Introduction to Orthodontics* (4th ed.). OUP Oxford.
- Morais, J. F. de, Freitas, M. R. de, Freitas, K. M. S. de, Janson, G., & Castello Branco, N. (2014). Postretention stability after orthodontic closure of maxillary interincisor diastemas. *Journal of Applied Oral Science*, 22(5), 409–415.
<https://doi.org/10.1590/1678-775720130472>
- Padmos, J. A. D., Fudalej, P. S., & Renkema, A. M. (2018). Epidemiologic study of orthodontic retention procedures. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 153(4), 496–504. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.08.013>
- Pazera, P., Fudalej, P., & Katsaros, C. (2012). Severe complication of a bonded mandibular lingual retainer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 142(3), 406–409. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.01.019>
- Pistemaa, K., Suominen, A. L., & Ikävalko, T. (2020). Oikomishoidon käytännöt KYSin erityisvastuualueella vuonna 2017. *Suomen Hammaslääkärilehti*, 6, 44–50.
- Proffit, W., Fields, H., & Sarver, D. (2013). *Contemporary Orthodontics* (5th ed.). Elsevier
- Ramazanzadeh, B., Ahrari, F., & Hosseini, Z. S. (2018a). The retention characteristics of Hawley and vacuum-formed retainers with different retention protocols. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 10(3). <https://doi.org/10.4317/jced.54511>

- Ramazanzadeh, B., Ahrari, F., & Hosseini, Z. S. (2018b). The retention characteristics of Hawley and vacuum-formed retainers with different retention protocols. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, *10*(3), e224–e231. <https://doi.org/10.4317/jced.54511>
- Reitan, K. (1967). Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics*, *53*(10), 721–745. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(67\)90118-2](https://doi.org/10.1016/0002-9416(67)90118-2)
- Renkema, A. M., Al-Assad, S., Bronkhorst, E., Weindel, S., Katsaros, C., & Lisson, J. A. (2008). Effectiveness of lingual retainers bonded to the canines in preventing mandibular incisor relapse. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *134*(2), 179–180. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.06.003>
- Renkema, A. M., Hélène Sips, E. T., Bronkhorst, E., & Kuijpers-Jagtman, A. M. (2009). A survey on orthodontic retention procedures in the Netherlands. *European Journal of Orthodontics*, *31*(4), 432–437. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjn131>
- Singh, P., Grammati, S., & Kirschen, R. (2009). Orthodontic retention patterns in the United Kingdom. *Journal of Orthodontics*, *36*(2), 115–121. <https://doi.org/10.1179/14653120723040>
- Steinnes, J., Johnsen, G., & Kerosuo, H. (2017). Stability of orthodontic treatment outcome in relation to retention status: An 8-year follow-up. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *151*(6), 1027–1033. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.10.032>
- Suomen Hammaslääkäriliitto, oikomishoito.* (2013). <https://www.hammaslaakariliitto.fi/fi/suunterveys/suunhoitotoimenpiteet/oikomishoito#.XhcKtEczZPY>
- Valiathan, M., & Hughes, E. (2010). Results of a survey-based study to identify common retention practices in the United States. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *137*(2), 170–177. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.03.023>
- Vandevska-Radunovic, V., Espeland, L., & Stenvik, A. (2013). Retention: type, duration

- and need for common guidelines. A survey of Norwegian orthodontists. *Orthodontics : The Art and Practice of Dentofacial Enhancement*, 14(1), e110–e117. <https://doi.org/10.11607/ortho.964>
- Vignesh, P. K., & Sumathifelicita, D. A. (2015). Long Term Effectiveness of Various Orthodontic Retention-A Review. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS) e-ISSN*, 14(2), 56–59. <https://doi.org/10.9790/0853-14225659>
- Wouters, C., Lamberts, T. A., Kuijpers-Jagtman, A. M., & Renkema, A. M. (2019). Development of a clinical practice guideline for orthodontic retention. In *Orthodontics and Craniofacial Research* (Vol. 22, Issue 2, pp. 69–80). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/ocr.12302>
- Yu, Y., Sun, J., Lai, W., Wu, T., Koshy, S., & Shi, Z. (2013). Interventions for managing relapse of the lower front teeth after orthodontic treatment. In *Cochrane Database of Systematic Reviews* (Vol. 2013, Issue 9). John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008734.pub2>
- Zinad, K., Schols, A. M. W. J., & Schols, J. G. J. H. (2016). Another way of looking at treatment stability. *Angle Orthodontist*, 86(5), 721–726. <https://doi.org/10.2319/101515-697.1>